

Magyar Tudomány

**A MÉRNÖKI TUDOMÁNYOK SOKSZÍNŰSÉGE
– BEMUTATKOZIK AZ MTA VI. OSZTÁLYA**

Vendégszerkesztők: Gyulai József
és Somlyódy László

Vita az Akadémia osztályszerkezetéről
A jövő tudósai

2005 • 5

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FOLYÓIRATA. ALAPÍTÁS ÉVE: 1840

166. ÉVFOLYAM – 2005/5. SZÁM

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Vezető szerkesztő:

ELEK LÁSZLÓ

Olvasószerkesztő:

MAJOROS KLÁRA

Szerkesztőbizottság:

ÁDÁM GYÖRGY, BENCZE GYULA, CZELNAI RUDOLF, CSÁSZÁR ÁKOS, ENYEDI GYÖRGY,
KOVÁCS FERENC, KÖPECZI BÉLA, LUDASSY MÁRIA, NIEDERHAUSER EMIL,
SOLYMOSI FRIGYES, SPÁT ANDRÁS, SZENTES TAMÁS, VAMOS TIBOR

A lapot készítették:

CSAPÓ MÁRIA, GAZDAG KÁLMÁNNÉ, HALMOS TAMÁS, JÉKI LÁSZLÓ, MATSKÁSI ISTVÁN,
PERECZ LÁSZLÓ, SIPOS JÚLIA, SPERLÁGH SÁNDOR, SZABADOS LÁSZLÓ, F. TÓTH TIBOR

Lapterv, tipográfia:

MAKOVECZ BENJAMIN

Szerkesztőség:

1051 Budapest, Nádor utca 7. • Telefon/fax: 3179-524

matud@helka.iif.hu • www.matud.iif.hu

Kiadja az Akaprint Kft. • 1115 Bp., Bártfai u. 65.

Tel.: 2067-975 • akaprint@akaprint.axelero.net

Előfizethető a FOK-TA Bt. címen (1134 Budapest, Gidófalvy L. u. 21.);
a Posta hírlapüzleteiben, az MP Rt. Hírlapelőfizetési és Elektronikus
Posta Igazgatóságánál (HELP) 1846 Budapest, Pf. 863,
valamint a folyóirat kiadójánál: Akaprint Kft. 1115 Bp., Bártfai u. 65.

Előfizetési díj egy évre: 6048 Ft

Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők

Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

Nyomdai munkák: Akaprint Kft. 26567

Felelős vezető: Freier László

Megjelent: 11,4 (A/5) ív terjedelemben

HU ISSN 0025 0325

TARTALOM

A mérnöki tudományok sokszínűsége –

Bemutakozik az MTA VI. (Műszaki Tudományok) Osztálya

Vendégszerkesztők: Gyulai József és Somlyódy László

Szerkesztette: Szentgyörgyi Zsuzsa

Somlyódy László: Előszó	514
Szentgyörgyi Zsuzsa beszélgetése Michelberger Pál akadémikussal	518
Szentgyörgyi Zsuzsa beszélgetése Vámos Tibor akadémikussal	520
Bokor József: Intelligens út- és járműrendszerek: vezetünk vagy vezetnek?	522
Buttyán Levente – Györfi László – Vajda István: Adatbiztonság: titkosítás, hitelesítés, digitális aláírás	530
Cságoty Ferenc: Budapest – európai metropolisz, vagy nemzeti főváros?	537
Domokos Gábor – Bohák András: Aszimmetrikus eloszlások és optimális ciklusok: érdekességek a diszkrét populációdinamikából	545
Gyulai József: A fizika-kémia átlényegülése: a műszaki anyagtudomány	552
Palkovics László: Járműirányítás és menetstabilizálás	561
Somlyódy László – Honti Márk: A Balaton vízpótlása: lehetünk-e elővigyázatosak?	570
Stépán Gábor: Ember és gép – kezdet fogunk vagy kezdet rázunk?	580
Vajda György: Energiaellátás és globalizáció	588

Vélemény, vita

Török Ádám: A társadalomtudományok fejlődése és az akadémiai osztályszerkezet	596
Vámos Tibor: Pszeudodialógus a platóni Akadémia kései imitálójáról	606
Ádám György: „Ej, ráértünk arra még”?	612

A jövő tudósai

Bevezető (<i>Csermely Péter</i>)	614
Az Eötvös József Collegiumról (<i>Takács László</i>)	614
Az ELTE Bolyai Kollégium (<i>Farkas Zsuzsanna – Vörös László</i>)	617
Tehetségen innen, határon túl – A vajdasági Kutató Diák Mozgalom két éve (<i>Dékány Anita – Léphajt Áron</i>)	620

<i>Kitekintés (Jéki László – Gimes Júlia)</i>	623
---	-----

Könyvszemle

Hungarian Arts and Sciences (<i>Kamptis György</i>)	627
Handbook of Nuclear Chemistry (<i>Berényi Dénes</i>)	628
Borgulya Istvánné – Barakonyi Károly: Vállalati kultúra (<i>Bedőné Károly Judit</i>)	629
Orvosi pszichológia (<i>Sótonyi Péter</i>)	631
Recepció és kreativitás (<i>Pléh Csaba</i>)	634

A mérnöki tudományok sokszínűsége

Bemutatkozik az MTA VI.

(Műszaki Tudományok) Osztálya

ELŐSZÓ

Somlyódy László

az MTA rendes tagja, a Műszaki Tudományok (VI.) Osztályának elnöke

A jelen kötet az MTA Műszaki Tudományok Osztályát mutatja be. Az Osztály tagjai túlnyomórészt mérnökök: a műszaki tudomány a mérnök tevékenységét alapozza meg. Jellegeiben sok eltérést mutat a „tisztá” tudományokhoz képest, ami megnehezíti a terület áttekintését és megítélését. Ezért nem haszontalan valamiféle definíciót ajánlani, még ha ez távolról sem lesz teljeskörű és pontos.

A mérnök körülírására sok megállapítás ismert, amelyek jól tükrözik az időben változó igényeket és megítéléseket. Így például *Vitruvius* (i. e. 80) szerint a mérnök ismérve a tudás a rajzolásban, geometriában, optikában, matematikában, történelemben, filozófiában, zenében, jogban és csillagászatban, azaz mai szemmel igazi polihisztor. Akadémiánk első mérnök tagja, *Beszédes József* azt írja, „az inzsenérség a legszükségesebb tudásoknak a tára”. A hangsúly tehát itt a gyakorlatiasságon fekszik. Borbély Samu, a nagyszerű matematikus mérnök ezt kissé másképpen fogalmazza meg: „a mérnök az az ember, aki egy adott feladatot, adott eszközökkel, adott idő alatt megold”. *Kármán Tódor*, a zseniális tudós mérnök telitalálat megállapítása mögött a kreativitást fedezhetjük fel: „a tudós próbálja megérteni, ami van, a mérnök létrehozza, ami korábban nem volt”.¹ A gondolatmenetet folytatva, *Akio Morita* (1992) úgy véli, a

mérnökség a tudomány kreatív alkalmazása révén befolyásolja a társadalmat, annak jólétét és életminőségét. *Sir Robert Malpas* és *S. J. J. Watson* (1991) szerint a mérnökség nemcsak a megértést szolgálja, hanem eszközöket és rendszereket hoz létre az emberiség igényeinek kielégítése céljából. *A Révai Lexikon* meglehetősen bürokratikus öndefiníciót ajánl: a mérnök minden olyan ember, aki a technikai tudományok alkalmazásával foglalkozik, és erre képesítése van (erről a mai kamarai jogosítványok juthatnak az eszünkbe, amelyekhez a különböző mérnöki tervezési és egyéb tevékenységek gyakorlását kötik).

A néhány évvel ezelőtti akadémiai diszciplína-vita során azt írtuk (Somlyódy et al., 2002), hogy „A tudós feladata tudni, a mérnöké tenni. A mérnök sajátja az intuíció..., a mérnök gyakran tudós és alkotó egy személyben”. A mérnök tehát ideális esetben olyan „szuperman”, aki egy személyben polihisztor, tudós és alkotó. Kreatív és intuitív a gondolkozása, és gyakorlatias is. Munkáját alapvetően a társadalmi hasznosság jellemzi.

A teljesítmény mérése a műszaki tudományok területén roppant nehéz. Ennek az

¹ Kármán gondolata felbukkan Michelberger Pállal folytatott beszélgetésben is (518 oldal) – nyilván nem véletlenül.

MTA doktori cselekmények és a habitusvizsgálatok során nap mint nap tanúi vagyunk, különösen a gyarapodó számú, hatványozottan interdiszciplináris esetekben. A gondok természetesen világszerte jelentkeznek. Az értékelésre különböző módszereket kísérlnék kifejleszteni. Így például a Royal Academy of Engineering (2000) a kiválóság mérésére a mérnöki kutatási programok, csoportok és intézetek területén öt indikátor használatát javasolja:

(1) A vonatkozó alaptudomány(ok) erőssége, amit a scientometria módszereivel mérnek;

(2) Az alkalmazott, transzdiszciplináris tudomány mikéntje, ami többek között azt fejezi ki, hogy az elért eredmények mennyire versenyképesek-e a piacon. Hasznosak és relevánsak? Társadalmilag elfogadottak? Költséghatékonyak?

(3) A kutatás alapjául szolgáló stratégiai terv megléte;

(4) A kutatás függetlensége politikailag és a finanszírozás szempontjából, és végül:

(5) Fenntarthatóság: biztosított-e a folyamosság és a kritikus tömeg?

A nehézséget az jelenti, hogy a fenti kritériumok közül csupán az első mérhető viszonylag jól. Az öt indikátor együttesen valamely „láblenyomatot” határoz meg. Minél közelebb áll ez a szabályos ötszöghöz, annál erősebb és kiegyensúlyozottabb a kérdéses kutatási iskola. Ezzel szemben a szabálytalanság gyengeségekre utal. Ha például a (2) kritérium gyenge, az alapkutatási eredmények „diffúziója” gátolja az eredményességet. Amennyiben az alapkutatás „vékony”, nincsen elegendő „muníció” a tudásáramláshoz, az újszerű és kreatív technológiák létrehozásához. A többi jellemzőről aligha szükséges szólni, sajnos itthon folyamatosan tapasztaljuk a kapcsolódó hiányosságokat, amelyek a hosszabb távú fejlődés gátjait képezik.

A mérnöki szakma igen szerteágazó, az informatikától az építészetig terjed. A klasszi-

kus felosztás szerint beszélünk gépész-, villamos- (ma főleg informatikus), vegyész-, építő- (korábban általános vagy kultúr-), építész-, közlekedési, bányá- és kohómémokről. Érdemes megjegyezni, hogy például Akadémiánkon belül a vegyészmérnöki szakma a Kémiai Tudományok Osztályához tartozik, a viszonylag friss környezetmérnöki képzés pedig egyelőre „hontalan”.

A Műszaki Tudományok Osztálya három tudományos szakcsoportból áll: a gépészeti és kohászati, az elektrotechnikai, valamint az építő-, építész- és közlekedésmérnöki szakcsoportok, amelyekhez tudományos bizottságok tartoznak. Ezek felsorolását a *keretes írásban* találhatja az Olvasó.

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYA ÁLLANDÓ BIZOTTSÁGAI

Akusztikai Komplex Bizottság,
Anyagtudományi és Technológiai
Bizottság,
Áramlás- és Hőtechnikai Bizottság,
Automatizálási és Számítástechnikai
Bizottság,
Elektronikus Eszközök és Technológiák
Bizottsága,
Elektrotechnikai Bizottság,
Energetikai Bizottság,
Építészettörténeti és Műemléki
Bizottság,
Építészettudományi Bizottság,
Gépszerkezeti Bizottság,
Informatikai Bizottság,
Közlekedéstudományi Bizottság,
Metallurgiai Bizottság,
Szál- és Rosttechnológiai Bizottság
Szilárd Testek Mechanikája Bizottság,
Távközlési Rendszerek Bizottság,
Településtudományi Bizottság,
Vízgazdálkodás-tudományi Bizottság.

A mérnöki szakma számos gonddal néz szembe (Somlyódy et al., 2002). Így említ-

hetjük a társadalmi felmérések nehézségeit, a társadalmi igények nem megfelelő vagy késői felismerését, a szemlélet változását (például a környezeti szempontok és elvek megjelenése), amelyet a gyakran évszázados élettartamú létesítmények nem tudnak követni, a problémák bonyolultságának növekedését, és végül az intézményi rendszerek távolról sem kielégítő működését. Utóbbiak a törvények és rendeletek által beépített automatizmusok révén részproblémákká dekomponálják a mérnökök számára a feladatokat, igen gyakran oly módon, hogy az egyébként helyes részmegoldások integrálása nem vezet az „egész” megoldásához. Sajnos nap mint nap találkozunk ilyen esetekkel, függetlenül attól, hogy építészetről, vízgazdálkodásról, közlekedésről vagy más szakterületről van szó. A gyakorló mérnök tevékenységét „külső” tényezők, igények és nem visszautasíthatónak gondolt megrendelések alapvetően befolyásolják, ami fontos etikai kérdéseket is felvet.

A mérnöki szakma napjainkban világszerte hihetetlen változásokon megy keresztül. Exponenciálisan növekszik az informatikai eszközök alkalmazása a kutatásokban: a számítás-, a mérés- és irányítástechnika, a távérzékelés, a matematikai modellezés, a rendszerlelemzés, a térinformatika, a döntéstámogató rendszerek stb. és mindezek együttes használata említendő példaként. Ezek révén a műszaki tudomány túllépi a hagyományos, tapasztalatra épülő módszereit és – az intuíciónál magasabb szinten alkalmazva – egyre inkább közelít az egzakt tudományokhoz. Ugyanakkor a mai mérnöki metodikák nélkül már alig léteznek más alaptudományok, utóbbiak azonban visszahatnak a műszaki tudományokra: a kölcsönhatások által is befolyásolva, a fizikával, kémiával, biológiával stb. párosulva forradalmian új mérnöki korszak előtt állunk.

A példákat folytatva, az elmúlt évtizedek hihetetlen anyagtudományi eredmények-

hez vezettek, amelyeket egyre gyakrabban alkalmazunk nem csupán a mikroelektronikában és a preparatív szerves kémiában, de más alaptudományokban és a gépszerkezet-tanban is. A mikro- és optoelektronika, valamint a környezetvédelem, a közlekedés és az energetika jelentik a fő hajtóerőt.

A környezeti aggályok új jelvé és módszerek alkalmazását tették szükségessé. Példaként a megelőzés, az elővigyázatosság, a fenntarthatóság, az energia- és anyagtakarékosság, az anyagok körforgásának zárása, életcikuselemzések stb. említhetők.

A globalizáció következtében növekvő mértékben a multinacionális vállalatok uralják a piacot. A nagy tőkekoncentráció lehetővé teszi a költséges kutatás-fejlesztési programok megvalósítását és a piaci előny fokozását. Ezzel egyidejűleg csökken a kutatás decentralizációja és a kritikus tömeg hiányában a „magányos farkasok” esélyei. A legfrissebb eredmények gyakran üzleti titoknak minősülnek, de a fejlesztések ún. „prekompetitív” fázisában a helyi egyetemek és kutatóintézetek mégis fontos szerepet kaphatnak. Ezzel egy időben új, gyakran használatukra szolgáló szervezési formák jelennek meg a K+F-ben és az innovációs lánc megvalósításában, amelyben a korszerű minőségbiztosítás alapvető szerepet játszik. Hazai példák ugyan már találhatók, azonban még messze nem a kívánatos mértékben.

A hangsúlyok eltolódását jól szemléltetik az EU – egyébként sokat kritizált – K+F programjai. Ezek többsége valamilyen társadalmi célt tűz ki, jellegük pedig alapvetően integráló és interdiszciplináris.

Napjainkban sokszor beszélünk a tudásalapú társadalomról és gazdaságról, felismerve, hogy ezek képezik a növekedés meghatározó elemét. Talán túlzottan is gyakran tesszük ezt, a szlogenek szintjén, anélkül, hogy tartalmi kérdésekkel foglalkoznánk, holott komoly szakmai háttérrel rendelkező, tervezhető területről van szó. Az új növeke-

dési elméletek és az empirikus tapasztalatok szerint a hosszú távú gazdasági fejlődésben ugyanis egyértelmű szerepet játszik az innováció és az azt jellemző ún. nemzeti innovációs kapacitás (lásd például Radosevic, 2003) és jól kitapinthatók az okok, miért is található ma Magyarország az EU huszonöt tagországának második felében.

Az innovációs kapacitás kulcsfontosságú elemeit képezi a K+F szektor mérete, a K+F iránti kereslet, valamint az ún. abszorpció (felszívó) és az elterjesztési vagy diffúziós képesség. Alapvető kritérium tehát az állami és vállalati K+F ráfordítás, a *high-tech* alkalmazása és a hazai szabadalmak száma, az oktatás finanszírozása, a természettudományos és mérnök diplomások, továbbá a PhD-fokozattal rendelkezők és a folyamatos továbbképzésben részesülők aránya, a szakképzési ráfordítás és így tovább. Mindezek okos alakítása magától értetődően követeli a választási ciklusoktól független, átgondolt K+F és innováció stratégiát, továbbá a célzottan kinevelt, magasan kvalifikált, tudós mérnököket: közhelyszerű megállapítások, amelyekről csak a mindenkori politika szeret megelégedezni.

Ahogy említettük, a jelen szám a Műszaki Tudományok Országos tevékenységét illusztrálja. A válogatás során messze nem törekedhettünk a teljességre. A terjedelmi korlátok között többé-kevésbé reprezentatív mintát kísértünk adni, olyan érdekes és időszerű témákat választva, amelyekről feltételeztük, hogy felkeltik a tisztelt Olvasó érdeklődését. Így lesz szó építészetről és várostervezésről

(szubjektivitástól sem mentesen), energetikáról, közlekedésről, irányításméletről, vízgazdálkodásról, anyagtudományról, informatikai alkalmazásokról, robotikáról és gyógyításról, valamint populációdinamikai érdekességekről (ez utóbbinál talán a kelleténél nagyobb „próbatételt” jelentő matematikai apparátus alkalmazásával). A kilenc cikket két nagy tapasztalatú akademikussal készített interjú egészíti ki, azokhoz mintegy keretet és kitekintést biztosítva.

A felsorolásból érezkelhető, hogy a kötetből – fájdalom – sokminden kimaradt. Így nem kellő súllyal foglalkozunk a mechanikával, a gépész- és az építőmérnök tudományával (Somlyódy et al., 2002) annak ellenére, hogy négy szerzőnk, illetve interjúalanyunk is a kérdéses terület kimagasló művelője. A merev testek és a folyadékok mechanikája a BME-n és a Miskolci Egyetemen egyaránt nagy tradíciójú, kiemelkedő iskolával büszkélkedhet. Mostohán bántunk a már-már közismert, a SZTAKI és a Berkeley évtizedes együttműködésében kifejlesztett ún. analógiai áramkörökkel, amelyek elsősorban a képfeldolgozásban hoztak újat, és elvezettek az infobionikai kutatásokhoz, azaz a látás mechanizmusának informatikai megértéséhez. Sok más kutatási iskolával és eredményrel sem volt módunk foglalkozni. Közöttük említjük például a korszerű hírközlést és a fémant, vagy a roncsolásmentes anyagvizsgálatokat. A hiányérzet feloldására az érdeklődők számára Somlyódy László és munkatársai (2002) összegző tanulmányát, illetve a vonatkozó szakcikkeket ajánljuk.

IRODALOM

- Malpas, Robert – Watson, S. J. J. (1991): *Technology and Wealth Creation*. The Fellowship of Engineering, London
- Morita, Akio (1992): “S” Does Not Equal “T” and “T” Does Not Equal “T”. *The UK Innovation Lecture*. Department of Trade and Industry
- Radosevic, Slavo (2003): *A Two-tier or Multi-tier Europe: Assessing the Innovation Capacities of Central and Eastern European Countries in the*

- Enlarged EU. Working Paper No. 31*. University College London, London
- Royal Academy of Engineering (2000): *Measuring Excellence in Engineering Research*. Westminster, London
- Somlyódy László – Bokor J. – Finta J. – Gyulai J. – Nyíri A. (2002): *Műszaki tudományok*. Glatz Ferenc (szerk.): *Tudománypolitika Magyarországon. II. A diszciplínák művelése*. MTA, Budapest

NAPJAINKRA A TUDÓS ÉS A MÉRNÖK MUNKÁJA EGYRE JOBBAN ÖSSZEFONÓDIK

Szentgyörgyi Zsuzsa beszélgetése

Michelberger Pál akadémikussal

A Magyar Tudományos Akadémiát 1825-ben azzal a céllal alapították, hogy elősegítse a magyar nyelv ápolását.

A műszaki tudományok csak a II. világháború után válhattak az MTA integráns részévé. Lehet-e egy természeténél fogva alkalmazott tudomány egyenrangú komponens az Akadémia struktúrájában?

Az Akadémia alapításakor és működésének első, mintegy fél évszázadában a magyar ipar nem tartott lépést az ipari forradalommal. Akadémiánk alapítója, Széchenyi István, saját angliai tapasztalatai alapján ezt össze tudta hasonlítani. Így történhetett, hogy az alapításkor az ipar, sőt a természettudományok képviselői sem kaptak helyet e területben. Ámbár például Beszédes József vízépítő mérnök már 1831-ben akadémiai tag lett. Kétségtelen, a humán tudományok képviselői részéről máig elzárkózás tapasztalható a műszaki tudományokkal szemben. Jól nyomon követhető abban is, hogy amikor 1975-ben megjelent egy hatszáz oldalas mű, amelyben jeles szerzők értékelték az Akadémia százötven éves történetét, az iparról szinte említést sem tettek. Holott lett volna miről beszélni, hiszen a Budapesti Műszaki Egyetem (és a 19. század második felére újból megerősödött Selmeci Akadémia) napjainkig mintegy kétszáz akadémikust adott. Igaz, ők főleg professzorok voltak, ipari emberek nagyon gyéren kerültek a soraikba.

Elég, ha megemlítem, hogy Kandó Kálmánt csak nem sokkal a halála előtt választották be, és olyan nagyságok soha nem kerültek be, mint Mechwart András, Déri Miksa, Kármán Tódor vagy Szilárd Leó.

Napjainkra azonban a természettudományok területén a tudós és a mérnök munkája egyre jobban összefonódik és elválaszthatatlanná válik. A 20. század közepén tette Kármán Tódor híres kijelentését: „Tudós az, aki próbálja megérteni azt, ami van – a mérnök pedig létrehozza azt, ami korábban nem volt.” Ez a frappáns definíció a 20. században indokolt is volt, napjainkban azonban már vitatkoznunk kell vele. Egy amerikai szerző így módosította: „Tudomány a létező dolgok tanulmányozása, a mérnökség (ipar) a korábban nem létezők megteremtése.” Századunkban kiléptünk az emberi mértékek területéről, a méter dimenzióból, átléptünk lefelé a nanométerek világába, felfelé pedig a csillagászati méretekké kell gondolkodnunk. Ezekhez a dimenziókhoz a közvetlen biológiai tapasztalat már nem elegendő. Tehát egy tudós csak akkor tudja megérteni azt, ami van, ha ehhez megfelelő eszközöket, műszereket, szerszámokat, berendezéseket, algoritmusokat használ. De fordítva is áll: abban a dimenzióban, amelyik a mérnök számára is új feladatokat teremt, csak akkor tud a mérnök alkotni és újat létrehozni, ha alaposan érti azt, ami e feladatokat sugallja.

Az Akadémia jelenlegi diszciplináris felépítése azonban meglehetősen merev választóvonalakkal körülhatárolt struktúrát mutat, míg a tudomány fejlődése inkább a különféle szakterületek átjárása felé mutat. Ennek tükrében milyen jövőképet vázolna az MTA számára?

Sajnos Akadémiánkra jelenleg az osztályok elszigeteltsége jellemző, de már sokkal kevésbé mondhatjuk ezt az egyes akadémikusokra. Én magam is szívesen dolgozom más osztályba tartozó akadémikussal, hiszen a műszaki tudományok érintkeznek a fizikával, a kémiával, a matematikával, a közgazdasággal, sőt még a joggal is. Vagyis, ha az osztályok között nincs vagy gyenge is az együttműködés, az akadémikusok között létezik a kooperáció. Persze jó lenne ennek szervezett megnyilvánulása is. Például a tagjelölésnél kívánatos lenne, ha nemcsak az osztályok belterjes tagjelölése, hanem legalább a három nagy tudományterület együtt mérlegelése jelenne meg. Formálisan a közgyűlés választja a levelező és a rendes tagokat, valójában azonban a kérdés mindig az osztályokon belül dől el. Sajnos az ígyekezet, amely az előző időszakban többször megjelent, hogy legalább a három tudományterület egyeztessen a jelöltekről, és közösen próbáljon állást foglalni, megbukott azzal az érveléssel, hogy így három Akadémia jönne létre a jelenlegi egységes testület helyett. Ezt az egyet azonban tegyük idézőjelbe, mert ha valójában nézzük, akkor jelenleg tizenegy Akadémia van.

Sőt, ha mélyebben leásunk, akkor kitaláljuk, hogy a VI. Osztályon belül is tulajdonképpen több, egymással érintkező, de egymástól mégis elkülönülő szakterület található – az építészettől az elektronikáig

Ez érthető: egy elektronikával, informatikával foglalkozó mérnöknek fogalma sincsen egy

hídszerkezet problémáiról, az építészetet legfeljebb az utcán látja. A VI. Osztály maga is három, eléggé szétvált területre tagolódik (építő, építész, közlekedési az egyik; gépész, kohász, mechanika a másik főtán; villamosság, informatika a harmadik). Az egyik terület nem szól bele a másiknak a jelölésébe, legfeljebb megegyeznek.

Ha most jönne egy jótindér, és azt mondaná, önnek módja lenne megvalósítani a gondolatait, milyen struktúrát képzelne el a tudósok gyűlékezetében a 21. században?

Ezt a hámasztagozódást látnám elfogadhatónak: társadalom- és humán tudományok az egyik oldalról, élettudományok a másiktól, és természettudományok (a műszaki tudományokkal együtt) a harmadiktól. E három szakág önmagában szorosabb kapcsolatokkal rendelkezik, így talán a három terület között is könnyebb lenne kapcsolatot tartani, mint jelenleg tizenegy között. Egyébként az Akadémia jelenlegi szervezetében a három alelnök is sugall valamiféle megoldást. Én nagyobb szerepet adnék az akadémiai alelnököknek, az osztályelnökök „rovására” is.

Elheez járulhatna a tagjelölés megreformálása, tehát lehessen átjárás az osztálykeretek között?

Igen, a három terület az egyes osztályok által felvetett tagjelölteket is együttesen nézze meg. Ezzel nem azt akarom mondani, hogy a kémikust okvetlenül össze kell hasonlítani az építészmérnökkel, de legalább nézzék meg.

Véleménye szerint szükség lesz-e a nagyon jelentős saját kutatási bázissal operáló, a világban domináns szerepet játszó versenyszféra 21. századában a 17–18. század szülötteire, az akadémiaiakra?

Szükség van rá továbbra is, ugyanis a versenyszféra más filozófia szerint működik, mint az akadémia. Ha végiggondoljuk Akadémiánk több mint egy és háromnegyed évszázadát, és megnézzük a műszaki területen nagyot alkotó tudósokat, valahol a háttérben mindig megtaláljuk azokat a versenyszférában dolgozó iparvállalatokat és iparosokat, akik az újdonságokat iniciálták és finanszí-

rozták. Gondolok a Ganz Ábrahám-Mechwart András duóra, akik a magyar gépipar megalakításában alkottak jelentőst, ebből az iskolából Jendrassik Györgyre, Aschner Lipótra vagy Goldberger Leóra, aki a hazai szerves kémia és textilkémia létrehozását segítette elő. Ezek az iskolák teremtettek egy sereg akadémikust vagy nem akadémikust, de kiváló alkotót.

MINDIG EGÉSZET A RÉSZBEN

Szentgyörgyi Zsuzsa beszélgetése
Vámos Tibor akadémikussal

A Magyar Tudományos Akadémiát 1825-ben azzal a céllal alapították, hogy elősegítse a magyar nyelv ápolását.

De már a 19. században kitűnt, hogy természettudományoknak mindenképpen helyük van a tudomány e zártkörű klubjában. A műszaki tudományok azonban csak a II. világháború után válhattak az MTA integráns részévé. Lehet-e egy természettudomány fogva alkalmazott tudomány és praxis egyenrangú komponens az Akadémia struktúrájában?

Ugyanígy fel lehetne tenni a kérdést, hogy mennyire integráns része az Akadémiának az orvostudomány, a biológia, a hozzájuk kapcsolódó összes más alaptudomány. Az Akadémia kiinduló feladatáról is meg lehetne kérdezni, hogy mennyire akadémiai témák a nyelvészet strukturális, logikai, számítástechnikai, elvi és nálunk elválaszthatatlan gyakorlati fordítói problémái, amelyek ma a modern nyelvészetben felmerülnek. A világ mint egész valamennyi tudományterületben összefügg. Goethére hivatkozom: „*Fiirkéssz a Lét műthe-*

lyében / Mindig egészet a részben. / Semmi héjban, semmi magban: / mert ami kint, bent is az van. / (...) ami él, nem Egy soha, / kerete a Soknak.” Vagyis, a világ egységes, és abban az egyet a maga összefüggéseiben mint ez egész tükröképét kell tekinteni. Legfeljebb a pillanati ismeretanyagunk és a képességeink korlátai vagdoszák diszciplínákra az ismereteket. Persze minden ilyen felosztásnak van azért tartalma is, és ebben a gondolkodásban a műszaki tudomány más szerepet játszik, mint mondjuk a matematika. Visszatérve: az, hogy hol végződik a gyakorlat, és hol kezdődik az elmélet, vagy fordítva, a dolgok összejátszásának, az asszociációk zsenialitásának a kérdése. Éppen ezért az Akadémia és a tudományterületek mai felosztása beteg, menthetetlenül beteg. Láthatjuk, hogy egy sor interdiszciplináris témának nincs gazdája, de valljuk meg becsületesen, itt kettős jelenség tapasztalható. Már az ókorban is a *terra incognitára*, az ismeretlen, fel nem tárt területekre a sarlatánok és a kalandorok – egyfelől a zseniális, másfelől a sötét, buta, máshol meg nem élő kalandorok – tódul-

tak. Hogy ezt az ellentmondást hogyan kell feloldani, erre nincs receptem, és nem is kívánok ilyet adni. Az osztályok szaporítása az Akadémián a tagoltságot növelné, inkább arról kellene gondolkodnunk, hogyan lehetne az Akadémia újra olyan emberek gyülekezete, akik kicserélik egymással a gondolataikat. Majdnem minden igazi akadémiának volt ilyen szakasza.

A műszaki tudományok azonban mindig a gyakorlathoz kötődnek, nincs absztrakt műszaki tudomány, ami viszont azzal jár, hogy pénzzel, profittal érintkeznek, nagy értékű berendezésekkel dolgoznak, tehát olyan magasztos akadémiai szellemmel nem azonosíthatóak, mint amilyent mondjuk a „hallhatatlanok” képviseltek a XVII. században.

Szinte minden tudományág műveléséhez nagyon drága dolgok és nagyon nagy anyagi érdekek fűződnek. A legdrágábbak közé pillanatnyilag a részecskefizika, a lézerfizika, a géntechnológia tartozik. Az Egyesült Államok nem vállalta (talán az Európai Unió vállalja) a termonukleáris fűzővel kapcsolatos hatalmas beruházásokat. Hadd mondjak el egy példát arról, milyen gyakorlati következtetések származnak a legelméletibb munkákból is. Ilyen a kódelmélet, amelynek eredményeit többek között személyes integritásunk megőrzésére használhatjuk. A magyarra lefordíthatatlan *privacy* biztonságát elméleti matematikai eszközökkel oldják meg. (Érdemes megemlíteni, hogy a *privacy*-re talán azért nincs adekvát magyar szó, és a magyar alkotmány szövegében is azért nem szerepel, mert Magyarországon történelmileg nem volt olyan polgári – a „polgárt” szép, hagyományos értelmében használva – kultúra, amelyhez szükség lett volna erre a fogalomra.)

A 19-20. század tudományos módszerei természetesen nem képezhetők le a ma és a

holnap tudományára. Mennyire tartja adekvátnak a tudomány fejlődése, és a tudományágak közötti átjárás, az interdiszciplinaritás szempontjából az Akadémia jelenlegi struktúráját?

Témákat kell megbeszélni, iskolákat elősegíteni. Ehhez hozzá tartozik, hogy ne csupán a 70-80 éves akadémikusok és a 60-70 éves doktorok jöjjenek össze – bár ez is használna az ügynek –, az 50-tól a kihalásig terjedő nemzedékekhez csatlakozzanak a 20-30 évesek. Nem szeretnék konkrét témákat sorolni, de egy fontos: ne szóljon bele a politika, mert az kerékkötője, nem pedig előrevívője a tudományos haladásnak. Erre szolgálna egy független, tekintélyes, a társadalomban végbemenő mozgásokat folyamatosan követő Akadémia. Pillanatnyilag az osztályfelosztásokat nagyon nehéz kezelni. Jó eljárás, hogy ilyenkor metaszervezeteket hoznak létre, amelyek előbb-utóbb megszüntetik a hagyományos, idejétmúlt szervezeti struktúrákat – nem drámai határozatokkal, inkább okos átmenetekkel, de legjobb, ha csendben kihalnak. Egy bölcs egyháztudós mondta nekem, hogy a katolikus egyházban a dolgokat lassan intézik el, először kevésbé emlegetik, azután elfelejtik. Nagy tanulság, érdemes alkalmazni. Azt hiszem, az Akadémián is ilyesféle, és nem politikai társulásokat kellene létrehozni. Sokkal erőteljesebben kellene az Akadémiának az intézeteiben élnie, mert ezekben most is szép, úttörő munka folyik, így a biológiai intézetekben, a Nyelvtudományi, a Pszichológiai Intézetben, a KFKI-ban, a SZTAKI-ban és másutt. A lényeg, hogy ezek az intézetek szükségszerűen megújulnak, mert nemzetközi versenyhelyzetben vannak. A globalitás, ami mindig is működött az emberiségben, mert végtére is az emberfaj egységes, most végre érvényesülhet. Ezért optimista vagyok a jövő tekintetében, bár én azt már nem érem meg.

INTELLIGENS ÚT- ÉS JÁRMŰRENDSZEREK: VEZETÜNK VAGY VEZETNEK?

Bokor József

az MTA rendes tagja, MTA SZTAKI és BMGE Közlekedésautomatika Tanszék
bokor@sztaki.hu

Bevezetés

Már Jules Verne előtt, de művei megjelenése óta is, emberek sokasága álmodozik olyan gépekről, járművekről, amelyek képesek önállóan tevékenykedni, feladatokat elvégezni, önmagukat irányítani. Az ily módon működő gépek az intelligens robotok, őket követik az intelligens légi, földi, vízi és víz alatti járművek, jármű- és közlekedési rendszerek.

Ez a dolgozat a földi járművekhez és közlekedésükhöz kapcsolódva mutatja be azokat a köznapi életben már megvalósított, vagy még kutató műhelyekben létrehozott rendszereket, amelyek vezető nélküliek vagy utasokat szállítanak, de autonóm módon vagy pedig részlegesen közvetlen emberi irányítással működnek.

Járművek és közlekedési rendszerek irányítása

A közlekedés biztonságának és az utak át-bocsátási kapacitásának növelése érdekében több koncepciót dolgoztak ki, amelyekben a vezetési feladatokat nagymértékben segítő rendszereket alkalmaznak, vagy ahol a feladatok egy részét vagy teljes egészét (UAV és AUV rendszerek) automatizált kooperatív irányítási rendszerek veszik át. A tapasztalatok szerint az autonóm működésű, de kooperatív rendszerek (robotok, járművek) speciális alakzatai egy sor feladat megoldásában vagy funkciók teljesítésében sokkal hatékonyabban, mint az egyedi eszközök.

Az ilyen rendszerek viselkedésének leírására és irányítására két fő megközelítés alakult ki. Az *egyik* az ún. viselkedésalapú megközelítés, amelyet elsősorban a biológiai rendszerek viselkedésének tanulmányozása motivál. A biológiai rendszerek sokszor kiváló túlélési és adaptációs képességekkel rendelkeznek, amelyek jelentős, bár nehezen számszerűsíthető robusztus tulajdonsággal is kiegészülnek. Az ilyen megközelítés hátránya, hogy e rendszerek bizonyos működési szituációkban nem kiszámíthatóan reagálnak, és ritkán van elméletileg jól megalapozott tervezési módszertan vagy zárt alakú irányítási algoritmus a speciális feladatok megoldására.

A *másik*, a rendszer- és irányításelméleti megközelítési mód, amely a rendszerek dinamikáját, valamint (a járművek esetén) a járművek egymás és a környezetük közötti kapcsolatokat leíró modellekre támaszkodik. Ezen modelleket az alaptudományok, mint a mechanika, fizika, kvantummechanika törvényei illetve az információ- és kommunikációtechnológia eredményei szolgáltatják, vagy létező rendszerek esetén az érzékelőkkel mért adatokból számítják (rendszeridentifikáció). Ennek a megközelítésmódnak nehézsége, hogy megbízható modelleket kell kidolgozni, bár ilyenek a földi járművek esetén sok esetben már rendelkezésre állnak. Előnye viszont, hogy az eredmények bizonyíthatók és prediktálhatók, a megoldások analitikusan vagy numerikusan számíthatók.

A hazai kutatásokban mindkét megközelítés alkalmazására találunk példákat és sikereket. A viselkedésalapú modellezésre ígéretes kutatás folyik az MTA SZTAKI Analógikai Laboratóriumában (Gál – Roska, 2004). A rendszerelmélet járműmodellezési és irányítási, valamint robotikai alkalmazásaiban a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Kar és a Villamos és Informatikai Kar több tanszékén, az MTA SZTAKI Rendszer- és Irányításelméleti Laboratóriumában (Péni – Bokor, 2003; Péni et al., 2003), valamint a Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft.-ben értek el figyelemre méltó eredményeket.

A jelen összeállítás kapcsolódó dolgozata, Palkovics László *Járműirányítás és menetstabilizálás* című cikke (561. oldal) bemutatja azokat a fedélzeti rendszereket, amelyek a járművek longitudinális, laterális és vertikális mozgásdinamikáját irányítják a jármű állapotról érzékelt információk segítségével. A továbbiakban olyan megoldásokat mutatunk be, amelyekben a menetbiztonság növeléséhez a környezetről szerzett és bizonyos esetekben központilag biztosított távinformációkat is felhasználjuk.

A jármű fedélzetén a környezetről felhasznált információk tipikusan a következők: az útgeometria, az útpálya állapota, akadályok és más járművek helyzete és mozgásállapota. A felhasznált érzékelők lehetnek optikai kamerák, radarok, infraérzékelők, valamint a különböző vezeték nélküli kommunikációs rendszerek (bluetooth, vezeték nélküli lokális hálózatok: WLAN). A központi információk tartalmazhatják az útvonalra, a helyi időjárásra, a várható veszélyforrásokra (olaj, felfagyás, karambol, sávelzárás) vonatkozó adatokat. Ennek eszközei a GSM, GPRS hálózatok, WAP, illetve térinformatika és rádióadás.

E rendszerek közül először egy kamera segítségével megvalósított sávelhagyás-detektláló és ennek megelőzését segítő rendszert mutatunk be, majd a flottairányítással

és a kooperatív automatikus menetszabályozással és intelligens autópályarendszereken való járműirányítással foglalkozunk.

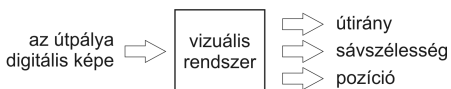
Sávelhagyás-detektlálás, és a sávelhagyás-megelőzést segítő rendszerek

Ezek a rendszerek már felhasználják a környezetről szerzett információkat, de a beavatkozásra a fedélzeti szabályozókat használják (LeBlanc et al., 1996). A feladat olyan irányítási rendszer tervezése, amely a fedélzeten elhelyezett kamera mint érzékelő perspektivikus képének feldolgozásával meghatározza az útpálya orientációját, a forgalmi sáv szélességét, a jármű pozícióját a sávon belül (1. ábra), majd ezekből, a jármű állapotvektorának (pozíció és sebesség, kormánysszög) felhasználásával, meghatározza a változatlan mozgásállapot melletti reakcióidőn belüli sávelhagyás veszélyét, és ezután figyelmeztetést küld a vezetőknek. Amennyiben nem történik beavatkozás a jármű irányításába, akkor féloldalas fékezéssel (Palkovics et al., 1995), olyan nyomatékot generál, amely a járművet a sávban tartva lassítja illetve ha kell, le is állítja.

Az irányítórendszerrel szemben támasztott követelmények:

- A sávhatar típusára nézve legyen robusztus (folytonos vonal, szaggatott vonal, járda, fű vagy kavics).
- A zavarások (árnyékok, vízfoltok az úton) kiszűrésére legyen lehetőség.
- Robusztus legyen a különböző fény- és időjárási viszonyokra.

Egy tipikus kameraképet láthatunk a 2. ábrán, amelyből a fedélzeti számítógépen futó algoritmusokkal a 3. ábrán látható mennyiségeket számoljuk ki. A sável-



1. ábra • Sávelhagyás-detektlálás: érzékelt és számított pályainformációk



2. ábra • Sávelhagyás-detektálás:
a fedélzeti kamera perspektivikus képe

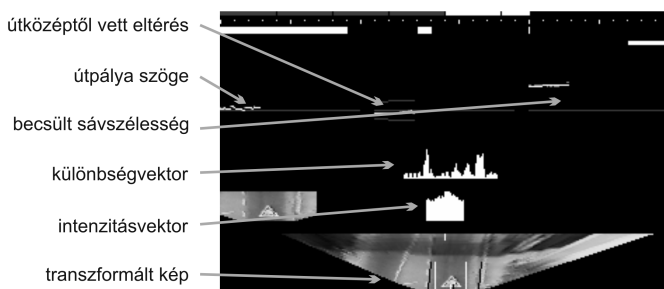
hagyás lehetőségének detektálása után fény- és hangjelzést ad a rendszer, a vezető beavatkozását a kormányoszög-, fék- és gázpedálhelyzet megváltozása alapján figye-

li. Amennyiben ezek értékében nem történt lényeges változás, akkor működésbe lép a szabályozás, ami a fedélzeti aszimmetrikus fékerő-szabályozóra épül, a féknyomást adott irányítási algoritmus szerint változtatva. Az irányítási rendszer blokkját a 4. ábrán láthatjuk.

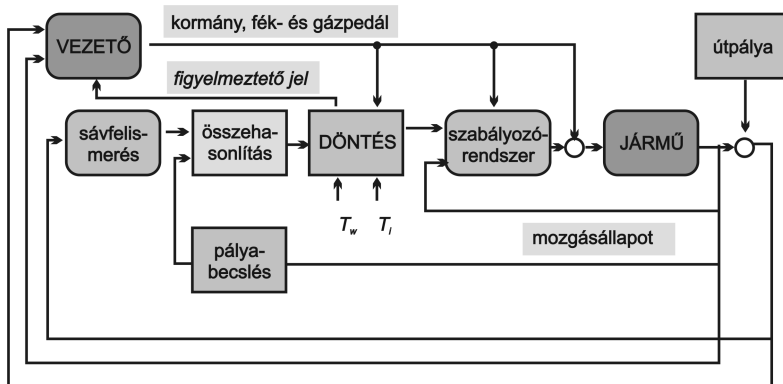
A rendszer a legkülönbébb út- és fényviszonyok mellett lett tesztelve, ilyen tesztől készült képsort mutat az 5.b ábra, amelynek felső részén (5.a ábra) a bal és jobb oldali féknyomások időbeli lefolyását is láthatjuk (Kovács et al., 1998, Gianone et al., 1999).

Járműflották koordinatív irányítása

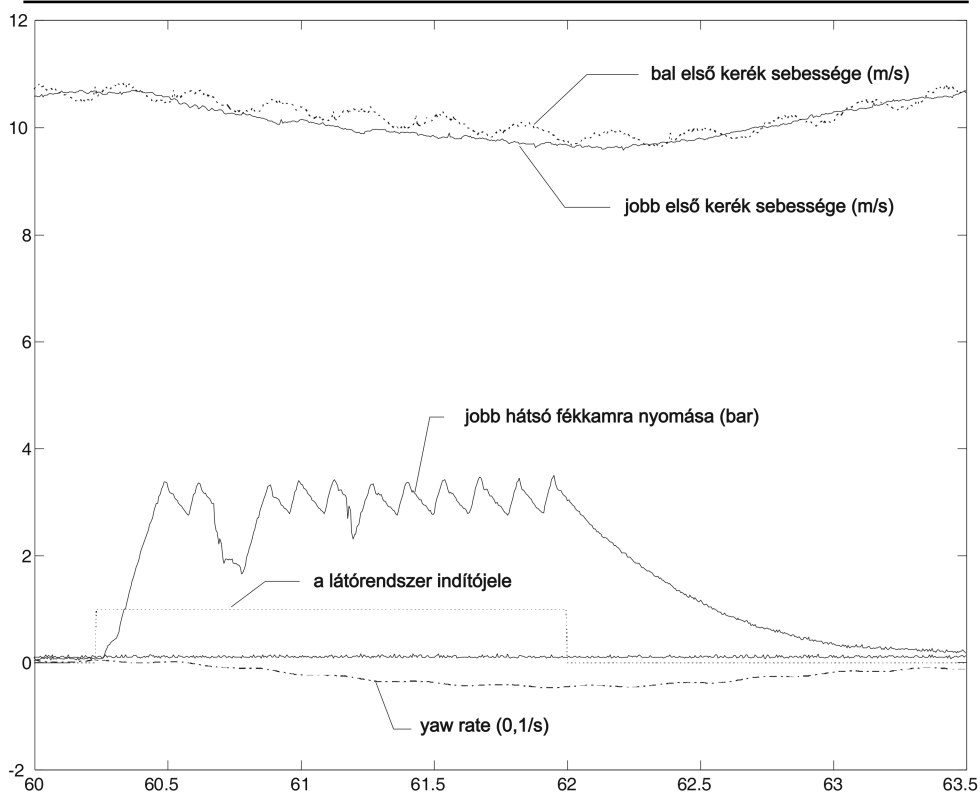
A mai gyakorlat szerint a közúti flottairányítás elsősorban a vezető rendelkezésére álló in-



3. ábra • Sávelhagyás-detektálás: a képfeldolgozás eredménye



4. ábra • A sávelhagyás detektálását és megelőzését megvalósító szabályozási kör struktúrája



5. a (fent) és b (lent) ábrák • Sávelhagyás megelőzése tesztjárművel, nem jelzett útpályahatár esetén

formáció bővítésével igyekszik a biztonságot növelni, részben a környezetből jövő, ún. központi információk, részben pedig a jármű által észlelt információk feldolgozásával.

Ebben az esetben a flottairányító központ rendelkezik a járműflotta egységeinek útvonaltervével, amit – szállítási feladatok esetén – optimalizációs feladatok megoldásával és felhasználásával készítenek el. Hasznosítható ezenkívül a térinformatikai rendszer, legegyszerűbb esetben a terület vektoriális térképe az adatbázisaival, a járművek GPS (Global Positioning System) pozíciójával, valamint a járművek mozgásállapot- és diagnosztikai célú adataival, amelyeket mobil kommunikációs hálózaton keresztül kap meg. Beérkeznek továbbá forgalmi információk, így a központ szükség esetén az útvonal dinamikusan áttervezésével, távdiagnosztikával tudja a járművek célba juttatását hatékonyabbá tenni.

A járművek tipikusan GPS navigációval, valamint kamerával és/vagy radarral vannak felszerelve, amelyek a fedélzeti szabályozási rendszerekre támaszkodva a járműnek a tervezett útvonalon (pályán) való biztonságos haladását segítik. A pályakövetéshez alkalmazott irányítási algoritmusokat a jármű dinamikai modellje alapján tervezzük, és felhasználjuk a GPS adatokon kívül az inerciális szenzorok (fedélzeti giroszkóp, illetve gyorsulásszenzorok) adatait is. Ezeket a rendszereket általában GPS/INS (Inertial Navigation System) rendszereknek nevezzük.

A flottairányítás sajátossága, hogy minden vezetői funkciót, beleértve a manőverek tervezését és végrehajtását is, a járművezető lát el. A járműveken azonban megjelennek a környezet állapotát, az útfelületet, a forgalmi sávot, a jármű helyzetét a sávban érzékelő, a sávellahagyás-detektálást és -megelőzést, valamint az akadálydetektálást szolgáló rendszerek alkalmazásai.

Egy megvalósított flottairányító rendszer leírását Bokor József, Gáspár Péter és Palkovics

László (Bokor et al., 2003) tanulmányából ismerhetjük meg.

Autonóm járművek kooperatív irányítása, intelligens autópályák

Jelenleg kísérleti fázisban van a teljesen automatizált, kooperatív forgalmi és járműrendszerek irányítására ajánlott megoldás, amely a járműveket bizonyos útvonalakon, illetve forgalmi csomópontokon (a járművezető szándékának vagy a megadott tervezett útvonalnak megfelelően) automatikusan juttatja át. Az ilyen rendszerek közös sajátossága, hogy az egyes járműveken és az úton elhelyezett elemek érzékelőkkel információt gyűjtenek a maguk és környezetük állapotáról, valamint információt cserélnek, kommunikálnak egymással, továbbá állapotaikat a fedélzeten vagy a rendszer más elemein elhelyezett irányítási rendszereikkel befolyásolni tudják.

Az automatizált autópályarendszerek (elterjedt rövidítésük szerint AHS – Automated Highway Systems) koncepciója szerint a járműveket automatikusan speciális alakzatokba, ún. *platoonokba* csoportosítják. Ezek tipikusan tíz-húsz járműből állnak, és jellemzőjük a járművek közötti kis, egy-öt méteres követési távolság biztonságos tartása (Raza – Ioannu, 1996).

Az irányítás több szinten valósul meg, és mind központi, mind fedélzeti modulokat tartalmaz. A központi funkcióhoz tartozik a teljes AHS hálózat és a dinamikusan útvonaltervezés felügyelete, valamint az egyes járművek útvonal- és manőverigényeinek (felhajtás, lehajtás, sávváltás) tervezése és irányítása. A fedélzeti irányítás a biztonságos utazást valósítja meg, amelyhez az automatikus járműkövetés, valamint a longitudinális és a laterális (pálya-, illetve oldalirányú) mozgás dinamikájának irányítása tartozik. A járművek képesek egymással és a központtal is kommunikálni. A rendszer fontos tulajdonsága a hibadetektálás és diagnosztika, vala-

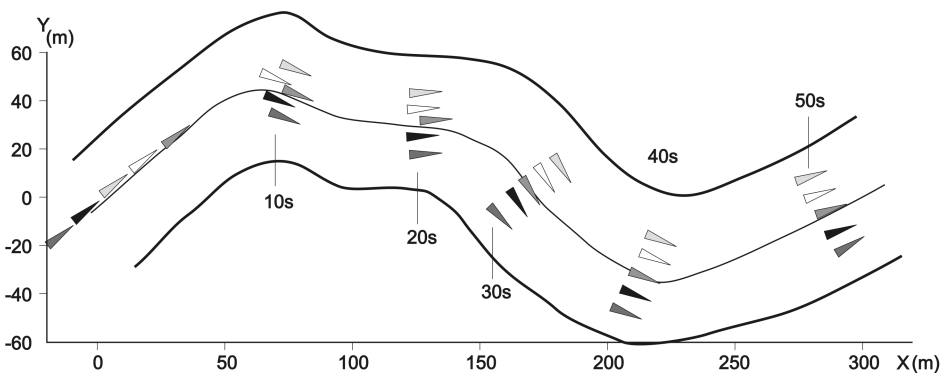
mint az irányítási rendszerek átkonfigurálása a forgalom biztonságának fenntartása érdekében. Ezen funkciók megosztása a fedélzeti és a központi rendszerek között az irányítás- és kommunikációtechnológia fejlődésének függvénye.

Az autonóm járműrendszerek (szokásos rövidítései az irodalomban AUV – Autonomous Unmanned Vehicle, AGV, AUV, AAV – Autonomous Ground, Underwater, Aerial Vehicles) irányításának megvalósítására az információtechnológiának egy új ága fejlődött, illetve fejlődik ki. Ezt az Egyesült Államok repülésirányításában egy jelenleg futó DARPA projekt eredményeinek kapcsán Software Enabled Control-ként (SEC) nevezték el (Samad – Balas, 2003). Ebben nagy hangsúlyt helyeznek (elsősorban az új generációs légi járműveknél) a hibrid irányításra, valamint az elosztott, beágyazott, valós idejű szoftvertechnológiának alkalmazására az aktív modellezésben, kommunikációban, az irányítás adaptációs, robusztus és minőségi jellemzőinek, valamint a biztonsági és a feladatkritikus funkciók javítása érdekében. A biztonságkritikus szoftvertechnológia, valamint a modellezési és tervezési módszerek természetesen átkerülnek a földi járműveken alkalmazott rendszerekbe is.

A részletes irányításstervezési és algoritmus szintű megoldások ismertetésétől elte-

kintve mutatjuk be egy olyan, ún. alakzatirányítási feladat megoldását, amely sorban várakozó járműveknek egy adott pályára való ütközésmentes automatikus ráhajtatását, majd a pályán automatikus sávba rendezését és sávban tartását valósítja meg.

A 6. ábrán a kooperatív formációirányítás egy szimulációs eredménye látható. A háromszögekkel reprezentált járműveknek a kétdimenziós (x, y) síkban az úttest vonala által meghatározott ($x_0, y_0, x_1, y_1, \dots, x_N, y_N$) pontsorozattal előírt trajektória (folytonos vonal) követése közben a trajektóriára merőleges egyenes mentén kellett sorba rendeződniük, azaz a különböző párhuzamosan futó sávokba besorolniuk. A járművek dinamikáját leíró mozgásegyenleteket valós gépjármű identifikációjával előállított, nemlineáris járműmodell adja (Rödönyi et al., 2004b). A megvalósított irányítás kétszintű, hierarchikus szabályozási algoritmussal történik. Az alsó szinten a járműmodell dinamikus inverze alapján tervezett trajektóriakövető szabályozás található. Erre épül a felső szintű, immár a különböző járművek egyedi dinamikus tulajdonságaitól független kooperatív irányítás, amely a járművek pozíció- és sebességvektora alapján a kívánt formációnak megfelelő alapjelet szolgáltat az alacsony szintű szabályozás számára. A kooperatív



6. ábra • Alakzatirányítás: a járművek pályája indulástól az alakzatban történő

irányítási algoritmus a járműveken elosztott módon valósult meg, minden jármű csak az adott sugarú környezetében elhelyezkedő – szomszédos – járművekkel kommunikál. A kommunikáció pusztán a sebesség- és pozícióvektorok cseréjét jelenti.

Az autonóm és kooperatív rendszerekben alkalmazott információ- és kommunikációtechnológiai megoldások, valamint az algoritmusok és szoftveres implementációik kipróbálása és verifikálása – első lépésben – szimulációs környezetben történik. A 6. ábrán szimulációs környezetben kapott eredményeket láthattunk, ami a tervezési és kísérleti folyamat első fázisa. A második fázisban majd gyakran skálázott modellekkel végrehajtott kísérleteket végeznek. Ezek olyan autók, amelyek léptékarányos másai egy létező autótípusnak, de fedélzeti számítógépük, érzékelőik azonosak a valódi autókön felszerelt elemekkel. Egy erre a célra fejlesztett fedélzeti elektronikát a 7. ábra mutat. Az autók rendelkeznek GPS és inerciális navigációs elemekkel. Így alkalmasak a sávkövetési feladat megoldására, az autonóm pályakövetésre, amit egy központi számítógépen meghatározott GPS koordinátákkal megadott és WLAN hálózaton keresztül kapnak meg, továbbá alkalmasak alakzatban való manőverek végrehajtására is. Ebben a környezetben mind az irányítási

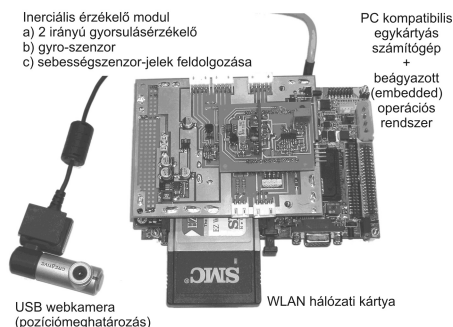
rendszerek, mind ezek szoftverrealizációi tervezhetők és verifikálhatók a már említett valósi deű operációs rendszerkörnyezetekben, továbbá ún. *hardware-in-the-loop* kísérletek is elvégezhetők még azelőtt, mielőtt a tervezett rendszereket a céljárművekbe beépítik, és tesztpályán bevizsgálják.

Azonos elektronikai és szoftverelemekből épül fel az autonóm légijármű-irányítási rendszer is, amelyekkel modell repülőgépeket lehet tervezett pályán végigvinni.

Összefoglalás

A fentiekben néhány olyan elvet és megoldást mutattunk be, amelyek a járművek és környezetük állapotának megfigyelése (mérése) alapján segítik a biztonságos vezetést, továbbá különböző mértékben automatizálják a járműirányítási feladatokat. Az igényeken kívül ilyen megoldások létrehozását az elektronikai, információs és kommunikációtechnológiai eszközök, az érzékelők és az intelligens beavatkozó szervek, valamint az ezeket az eszközöket felhasználó irányítástechnikai elmélet utóbbi években tapasztalt fejlődése és bizonyos mértékű átalakulása tette lehetővé.

A bemutatott irányítási alkalmazások közül a sávelhagyás-detektálás és -jelzés, valamint a navigáció bizonyos változatai ma már több autótípushoz a kereskedelemben is megvásárolható termékek. A sávelhagyás-fékezéssel történő automatikus megelőzésére azonban még nincs termék kereskedelmi stádiumban. A flottairányításra ajánlott megoldások integrálják a fedélzeti és távinformációs rendszerek felhasználását, a navigációt, a térinformatikát, valamint a vezetőt segítő fedélzeti irányítási rendszereket, a vezetési funkció azonban kizárólagosan emberi kézben marad. Az intelligens út-jármű rendszerekben mind a manőverek, mind a pályakövetés autonóm módon történhet. Ezek megvalósítása még kísérleti fázisban van, bár hatalmas intenzitással folynak ku-



7. ábra • Az intelligens autonóm járművek fedélzeti berendezései

tatások a földi, a légi, a vízi és a víz alatti kooperatív járműcsoportok (platoonok) fejlesztése területén is. Ehhez a folyamathoz a hazai lehetőségek (elsősorban az ide települt autópárai kutatóhelyek által motiváltak) a személy- és haszongépjárműveken alkalmazható megoldásokhoz kapcsolódnak. A hazai kutatási kapacitások koncentrációját

vélhetően jól segíti majd a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen megalakult *Elektronikus Jármű és Járműirányítási Tudásközpont*.

Kulcsszavak: *intelligens irányítás, kooperatív rendszerek, navigáció, autonóm járművek, közlekedésirányítás*

IRODALOM

- Bokor József – Gáspár P. – Palkovics L. (2003): *Haszongépjárművek irányítása fedélzeti és távinformációk alapján*. NKFP dokumentáció, MTA SZTAKI.
- Gál Viktor – Roska Tamás (2004): *Collision Prediction via the CNN Universal Machine*. <http://www.sztaki.hu/sztaki/ake/analogic/>
- Gianone László – Kovács G. – Bokor J. – Széll P. – Frank P. (1999): System for Detection and Prevention of Unintended Lane-departure of Vehicles. In: Chen, Han-Fu – Cheng, D.-Z. – Zhang, J.-F. (eds.): *Proceedings of the 14th World Congress of IFAC. Vol. Q. Transportation Systems, Computer Control*. Preprints. Beijing, Beijing, IFAC, 1999. 169–174.
- Giulietti, F. – Pollini, L. – Innocenti, M. (2000): Autonomous Formation Flight. *IEEE Control System Magazine*, 20, 6.
- Kovács G. – Bokor J. – Palkovics L. – Gianone, L. – Semsey Á. – Széll P. (1998): *Lane-departure Detection and Control System for Commercial Vehicles*. IEEE International Conference on Intelligent Vehicles, Stuttgart, Germany
- LeBlanc, David J. – Johnson, G. E. – Venhovens, P. J. Th. – Gerber, G. – DeSonia, R. – Ervin, R. D. – Lin, C. – Ulsoy, A. G. – Pilutti, T. E. (1996): *CAPS: A Road-Departure Prevention System*. IEEE Control Systems, December.
- Palkovics László – Várlaki P. – Bokor J. (1995): Robust Controller Design for Active Unilateral Brake Control System. In: Isidori, Alberto et al. (eds.): *Proceedings of the 3rd European Control Conference*. Roma. Vol. 1. EUCA, Roma, 731–736.
- Palkovics László (2005): Járműirányítás és menetstabilizálás. Magyar Tudomány. 5.
- Palkovics László – Bokor József (2003): *Elektronikus jármű- és járműirányítási tudásközpont. Konceptióterv*.
- Péni Tamás – Bokor József (2004): *Trajectory Tracking Control for a Class of LPV Systems Based on Dynamic Inversion and Passivity*. WSEAS/IASME Int. Conference. Corfu, Greece, August 17–19.
- Péni Tamás – Szederkényi G. – Bokor J. – Hangos K. M. (2004): *Dynamic Inversion Based Velocity Tracking Control of Road Vehicles*. 6th IFAC Symposium on Nonlinear Control Systems, NOLCOS-2004, Stuttgart, Germany.
- Raza, H. – Ioannu P. (1996): *Vehicle Following Control Design for Automated Highway Systems*. IEEE Control Systems, December.
- Rödönyi Gábor – Bokor J. – Palkovics L. (2004a): *Identification of a Heavy-truck Dynamics*. ERNSI Workshop, Dobogókő, Hungary, October 4–6.
- Rödönyi Gábor – Bokor József (2004b): *Identification of LPV Vehicle Models for Steering Control Involving Asymmetric Front Wheel Braking*. 6th IFAC Symposium on Nonlinear Control Systems, NOLCOS-2004, Stuttgart, Germany.
- Samad, Tariq – Balas, Gary (eds.) (2003): *Software Enabled Control: Information Technology for Dynamical Systems*. IEEE Press, Wiley-Interscience.

ADATBIZTONSÁG: TITKOSÍTÁS, HITELESÍTÉS, DIGITÁLIS ALÁÍRÁS

Buttyán Levente

PhD, egyetemi adjunktus, BME Híradástechnikai Tanszék
buttyan@hit.bme.hu

Györfi László

az MTA rendes tagja, egyetemi tanár
BME Számítástudományi és Információelméleti Tanszék
gyorfi@szit.bme.hu

Vajda István

a műszaki tudomány doktora, egyetemi tanár, BME Híradástechnikai Tanszék
vajda@hit.bme.hu

A kriptográfia alapvető céljai és története

Mindennapi életünkben gyakran találkozunk az információ elektronikus tárolásával, továbbításával és feldolgozásával kapcsolatos feladatokkal. A tárolt vagy továbbított információ gyakran érzékeny abban az értelemben, hogy annak illetéktelen megismerése, csalárd célú módosítása anyagi, erkölcsi kár okozására, jogosulatlan előnyszerzésre ad módot. Ezért a biztonság az információ és kommunikációs technológiák alkalmazhatóságának alapvető kritériumává vált.

Az információs és kommunikációs rendszerek biztonságát algoritmikus, fizikai, illetve rendszabályi technikák kombinálásával érhetjük el. Ebben a cikkben az algoritmikus módszerekről szeretnénk tömör áttekintést adni. Ezeket a módszereket más szóval *kriptográfiai* módszereknek is nevezzük.

A kriptográfia alapvető céljai:

- **Titkosítás:** Célja a lehallgatás megakadályozása, pontosabban annak biztosítása, hogy egy lehallgatást végző támadó ne értse meg a lehallgatott üzenetek tartalmát.

- **Integritásvédelem:** Célja annak biztosítása, hogy egy üzenet vevője megbízhatóan meg tudja állapítani a vett üzenetről, hogy annak tartalma az átvitel során módosult-e vagy sem.
- **Hitelesítés:** Célja az üzenetfabrikálás és a megsemmisítés detektálása. A hitelesítés folyamata során tehát a hitelesítést végző résztvevő megbízhatóan meggyőződik egy vett üzenet feladójának vagy egy párbeszédben résztvevő másik félnek a kilétéről. Előbbit üzenethitelesítésnek, utóbbit partnerhitelesítésnek nevezzük.
- **Letagadás elleni védelem:** Célja annak elérése, hogy egy üzenet küldője ne tudja letagadni az üzenetküldés tényét, vagy más szavakkal, az üzenet vevője bizonyítani tudja, hogy ki az üzenet küldője.

A fenti célok elérése különböző kriptográfiai mechanizmusok (algoritmusok és protokollok) alkalmazásával lehetséges. E mechanizmusok közül tekintjük át a legfontosabbakat a következő fejezetekben.

A kriptográfia egyébként nem az újkor emberének találmánya, eredete visszanyúlik az ókori görögökhöz, rómaiakhoz, bár

akkor még csak a titkosítás, rejtjelezés tudományát értették alatta. Az első rejtjelezések a nyílt üzenet betűinek felcserélésére vagy helyettesítésére épültek. A betűnkénti helyettesítés ötlete egészen a XIX. századig tovább élt, természetesen egyre összetettebb formában (például többábécés betűnkénti helyettesítés). A XX. század első évtizedeiben tökéletesedtek azok a módszerek, amelyek a matematikai statisztika eszköztárának felhasználásával alkalmasak voltak a gyakorlatban alkalmazott többábécés helyettesítők analizésére. *William Friedman* ilyen módon fejtette meg a japánok rejtjelezőjét az 1930-as évek végén. *Gilbert Vernam*, az AT&T mérnöke 1918-ban javasolta a klasszikus Vigenére-eljárás véletlen kulcsszöveggel történő alkalmazását. Ez a módszer – melyet *one-time pad*-nek (OTP) is hívnak – a ma ismert egyetlen, tökéletesen biztonságos eljárás, abban az értelemben, hogy ha valaki megszerzi (lehallgatja) a rejtett szöveget, bizonyíthatóan nincs módja a nyílt szöveggel kapcsolatosan az *a priori* ismereteinél többet megtudni. Vernam módszerének ezen tökéletességét *Claude Shannon* bizonyította. Shannon azt is megmutatta, hogy a tökéletes titkosságnak komoly ára van: a titkos kulcs hossza legalább akkora, mint az átküldendő üzenet. A tökéletes rejtjelező tehát a polgári gyakorlatban használhatatlan. Shannonnal vette kezdetét az információelmélet és a kriptográfia modern korszaka. Munkáiban lefektette mindazon matematikai alapokat,

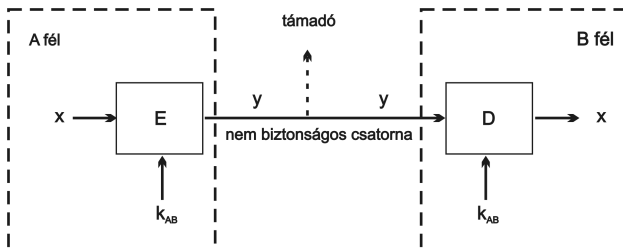
amelyek a konvencionális rejtjelezés tudományának és módszereinek évtizedekig vezérfonalul szolgáltak.

A következő fordulópontot *Whitfield Diffie* és *Martin Hellman* 1976-ban megjelent cikke jelentette, amelyben a gyakorlati titkosság fogalma alapján megvetették a nyilvános kulcsú kriptográfia alapjait. Ez számos új, korábban ismeretlen biztonsági megoldásnak nyitott teret, mint például a digitális aláírásnak. Diffie és Hellman ötletét követve, az első praktikus is jól használható nyilvános kulcsú algoritmust *Ronald Rivest*, *Adi Shamir* és *Leonard Adleman* találta ki 1977-ben, melyet a szerzők nevének kezdőbetűi alapján RSA algoritmusnak hívnak.

Szimmetrikus és aszimmetrikus kulcsú rejtjelezés

Tegyük fel, hogy egy *A* üzenetküldő szeretné átküldeni üzenetét *B*-nek egy olyan kommunikációs csatormán, amelyről feltételezhető: nem biztonságos abban az értelemben, hogy egy, a csatormán „hallgatózó” támadó képes a csatormán áthaladó biteket megfigyelni. Az üzenetet küldő szeretné megakadályozni, hogy a támadó illetéktelenül visszafejtse az üzenetét, azaz szeretné az üzenetet rejtjelezni.

A konvencionális, más néven szimmetrikus kulcsú rejtjelezés modelljét az 1. ábrán vázoltuk. Jelöljük az átküldendő üzenetet x -szel. A rejtjelezés az x nyílt üzenetből az $y = E(k_{AB}, x)$ rejtett üzenetet állítja elő, ahol E egy k_{AB} paraméterű rejtjelező (kódoló)



1. ábra • A szimmetrikus kulcsú rejtjelezés modellje

transzformáció. A k_{AB} paramétert a rejtjelezés kulcsának nevezzük, amely meghatározza (kiválasztja) az aktuális rejtjelező transzformációt. A k_{AB} kulcs tetszőleges rögzített értéke mellett, az E kódoló transzformáció egy kölcsönösen egyértelmű leképezés. A kódoló transzformáció inverze a D dekódoló transzformáció, amely az y rejtett üzenetet egyértelműen leképezi, visszafejti az $x = D(k_{AB}, y)$ üzenetbe. A k_{AB} kulcsot csak a két kommunikáló fél, A és B ismeri (erre utal az index), s így csak ők tudják végrehajtani a kódolást és a dekódolást. Természetesen A -nak és B -nek a rejtjelezést megelőzően biztonságosan meg kell állapodnia a k_{AB} kulcs értékében, általában az egyik fél egy védett, titkos csatormán juttatja el a k_{AB} kulcsot a másikhoz.

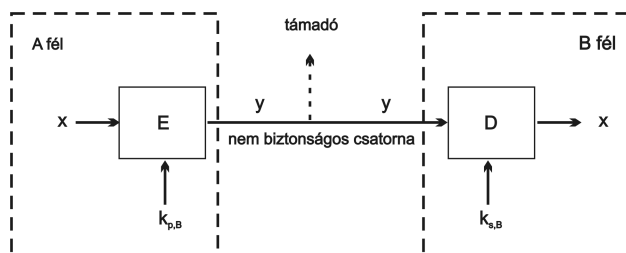
Az aszimmetrikus kulcsú rejtjelezés modelljét a 2. ábra mutatja. A szimmetrikus kulcsú rejtjelezéshez képest annyi a különbség, hogy a kódoló és a dekódoló kulcs nem azonos, sőt a dekódoló kulcsot a kódoló kulcsból kiszámítani „nehéz” feladat. Egy aszimmetrikus kulcsú rendszerben minden rendszerbeli B résztvevőhöz tartozik egy kulcpár, mely a $k_{p,B}$ kódoló kulcsból és a $k_{s,B}$ dekódoló kulcsból áll, ahol a kódoló kulcs nyilvános (ezért nevezzük ezt a rejtjelezési módszert nyilvános kulcsú rejtjelezésnek is), míg a dekódoló kulcs titkos, azt csak B ismeri. Egy több résztvevőt tartalmazó rendszerben a nyilvános kulcsokat egy nyilvános kulcsárba teszik le, amelyet bárki olvashat. Ha A

szeretne egy x üzenetet rejtjelezetten küldeni B -nek, akkor kiolvassa a nyilvános kulcsok tárából a $k_{p,B}$ kódoló kulcsot, és az $y = E(k_{p,B}, x)$ rejtett üzenetet küldi B -nek. Ezen y rejtett üzenetből $x = D(k_{s,B}, y)$ dekódolással nyeri ki B az x üzenetet. A kódolás a nyilvános kulcs ismeretében „könnyű” feladat, míg a dekódolás a rejtett kulcs ismeretének hiányában gyakorlatilag nem végrehajtható, „nehéz” feladat. „Nehéz” feladatra példa egy nagy összetett szám prímtenyezőkre bontása.

Az aszimmetrikus kulcsú rejtjelezés előnye tehát, hogy a titkos kommunikáció megvalósításához nincsen szükség egy közös titkos kulcs előzetes létrehozására (cseréjére) a küldő és a vevő között; elegendő a rejtteni kívánt üzenetet a vevő nyilvános kódoló kulcsával rejtjelezni. Megjegyezzük azonban: a küldőnek meg kell tudnia győződni arról, hogy a használni kívánt nyilvános kulcs valóban a vevő nyilvános kulcsa, és nem egy harmadik, feltehetően rossz szándékú félé. A nyilvános kulcsú kriptográfia tehát oly módon egyszerűsíti a kulcscsere-problémát, hogy titkos csatorna helyett hiteles csatorna létezését követeli meg a vevő és a küldő között, melyen a vevő eljuttathatja nyilvános kulcsát a küldőnek.

Üzenethitelesítő kódok

Az üzenethitelesítés feladata a kommunikációs csatormán átküldött üzenetek hitelességének és integritásának biztosítása. Pontosabban, az üzenethitelesítés lehetővé teszi az üze-



2. ábra • Az aszimmetrikus kulcsú rejtjelezés modellje

net vevője számára a küldő identitásának ellenőrzését és az átvitel során az üzenetben bekövetkezett változások (melyek származhatnak véletlen hibából vagy szándékos módosításból) detektálását.

Az üzenethitelesítést leggyakrabban üzenethitelesítő kódok alkalmazásával valósítják meg. Egy üzenethitelesítő kódra gondolhatunk úgy, mint egy kriptográfiai ellenőrzőösszegre, amit a küldő az üzenet elküldése előtt kiszámít, és az üzenethez csatol. A csatolmány átvitelre kerül az üzenet és az üzenet ellenőrzőösszege is. A vevő mindkettőt veszi, majd ellenőrzi az ellenőrzőösszeget. Fontos megjegyezni, hogy az üzenethitelesítő kód értéke nemcsak magától az üzenettől függ, hanem egy a küldő és a vevő által megosztott titkos kulcstól is. A támadó ezen titok hiányában nem tud fabrikált vagy módosított üzenetekhez érvényes üzenethitelesítő kódot előállítani. A vevő tehát meg lehet győződve arról, hogy minden helyes üzenethitelesítő kóddal vett (és nem saját magától származó) üzenet csakis a vélt (például az üzenetben megjelölt) küldőtől származhat, és annak integritása sértetlen.

Digitális aláírás

Az üzenethitelesítő kód lehetővé teszi a csatolmány átküldött üzenetek (véletlen és szándékos) módosításának detektálását és az üzenetek küldőjének hitelesítését. Ezeket a szolgáltatásokat azonban csak a vevő számára biztosítja. A vevő egy kívülálló harmadik felet már nem tud meggyőzni arról, hogy egy vett üzenet sértetlen, és a küldőtől származik, hiszen az üzenethitelesítő kód értéke egy olyan kulcstól függ, melyet a vevő is ismer. A harmadik fél tehát nem tudja biztosan eldönteni, hogy az adott üzenethitelesítő kódot a küldő vagy a vevő generálta. Ez azt jelenti, hogy a küldő bármikor *letagadhatja*, hogy egy üzenetet küldött a vevőnek, és a vevő nem tudja bebizonyítani, hogy a küldő hazudik. Más szóval, az üzenethitelesítő kó-

dok nem biztosítanak (eredet) letagadhatatlanságszolgáltatást.

A letagadhatatlanság-szolgáltatás megvalósítására olyan aszimmetrikus mechanizmusra van szükség, melynek segítségével csakis az üzenet küldője állíthatja elő az üzenet eredetére vonatkozó bizonyítékot (így azt hamisítani nem lehet), de a rendszer bármely résztvevője (köztük a vevő is) ellenőrizni tudja azt. Ezt a mechanizmust digitális aláírásnak nevezik, mivel tulajdonságai nagymértékben hasonlítanak a hagyományos aláírás tulajdonságaihoz. Egy fontos különbség a digitális és a hagyományos aláírás között az, hogy a digitális aláírás nem az üzenet anyagi hordozójához (például papír) kötődik, hanem magához az üzenethez. Így nemcsak az üzenet eredetére vonatkozóan nyújt garanciát, hanem segítségével az üzenet tartalmában az aláírás generálása után bekövetkezett módosításokat is detektálni lehet. Összefoglalva tehát: a digitális aláírás olyan mechanizmus, mely biztosítja az üzenetek integritását és hitelességét, valamint az üzenetek eredetének letagadhatatlanságát.

A digitális aláírás fent említett aszimmetrikus tulajdonsága miatt a jól ismert digitális aláírás-sémák mind nyilvános kulcsú technikákra épülnek. Egy digitális aláírás-séma két komponensből áll: egy aláírás-generáló algoritmusból és egy aláírás-ellenőrző algoritmusból. Az aláírás-generáló algoritmus az aláíró fél titkos aláíró kulcsával van paraméterezve, míg az ellenőrző algoritmus az aláíró fél nyilvános aláírás-ellenőrző kulcsát használja paraméterként. Az aláírás-generáló algoritmus bemenete az aláírni kívánt m üzenet, kimenete pedig egy σ digitális aláírás. Az aláírás-ellenőrző algoritmus bemenete egy m üzenet és egy σ aláírás, kimenete pedig 1, ha σ az aláíró fél érvényes aláírása m -en, és 0 egyébként. Értelmszerűen, az ellenőrzést végző fél akkor fogadja el az aláírást hitelesnek, ha az ellenőrző algoritmus kimenete 1. Természetesen az ellenőrzés végrehajtásához

az ellenőrző félnek ismernie kell az aláíró fél nyilvános kulcsát, mert ez szükséges az ellenőrző algoritmus helyes paraméterezéséhez. Az aszimmetrikus kulcsú rejtjelezéshez hasonlóan, itt is biztosítani kell tehát a nyilvános kulcsok hitelesítését.

Megjegyezzük, hogy ha egy nyilvános kulcsú rejtjelező rendszerben, minden m üzenetre teljesül az $E(k_{p,A}, D(k_{s,A}, m)) = m$ egyenlőség, vagyis a kommutativitás (például az RSA titkosító rendszer esetén), akkor a rejtjelező rendszerből digitális aláírásséma készíthető a dekódoló transzformáció aláírásgeneráló algoritmusként, és a rejtjelező transzformáció aláírásellenőrző algoritmusként történő használatával.

Gyakorlati okokból célszerű, ha a digitális aláírás mérete nem függ az aláírt üzenet méretétől. Ezt úgy érhetjük el, hogy nem magát az üzenetet írjuk alá, hanem annak egy rögzített hosszúságú ún. lenyomatát, amely praktikus értelemben megbízhatóan reprezentálja magát az üzenetet. Ehhez egy kriptográfiai lenyomatképző függvényt, vagy más néven *hash* függvényt használunk, amely tetszőleges hosszúságú bináris sorozatot rögzített hosszúságú (rövidebb) bináris sorozatba képez le. Annak érdekében, hogy a lenyomat valóban megbízhatóan reprezentálja az üzenetet, egy kriptográfiai hash függvényről megköveteljük, hogy az egyirányú és ütközésellenálló legyen.

Kriptográfiai mechanizmusok minősítése

Egy kriptográfiai algoritmusnak egy támadó korlátlan számítási erőforrásával szemben mutatott védetségét információelméleti (tökéletes) biztonságnak *vagy feltétel nélküli biztonság*nak, míg a korlátos erőforrási esetet *algoritmikus (gyakorlati) biztonság*nak vagy feltételes biztonság

ság ár

De hogyan lehetünk biztosak abban, hogy kriptográfiai algoritmusunk (feltételes) biztonságos? A tradicionális (nem bizonyított biztonságú) megközelítésben úgy, hogy megkísérlünk egy támadást találni. Ha sikerrel járunk, akkor azt mondjuk, hogy nem biztonságos az algoritmusunk. Ha nem találunk támadást, akkor semmi megbízhatót nem tudunk mondani az algoritmus biztonságáról. Ha kiderül, hogy nem biztonságos az algoritmusunk, akkor – a támadás erejétől, jellegétől függően – vagy véglegesen elvetjük a konstrukciót, vagy megpróbáljuk megerősíteni a támadás jellegének megfelelően (azaz foltozunk).

Ezzel szemben létezik a minősítésnek egy megalapozottabb módszere is, amely azonban nem mindig vezet a gyakorlatban is jól használható konstrukciókhoz. Ezt a *bizonyított biztonság* elméletének nevezik. Ebben a megközelítésben először definiálunk egy biztonságfogalmat (ahol a különböző fogalmak különböző támadási környezetek modellezését jelentik), azaz megmondjuk, mit értünk pontosan a biztonságon (definíció). Kriptográfiai algoritmusunkat valamely biztonságosnak feltételezett elemre (például egy „nehéznek” hitt matematikai problémára) építjük (feltételezés). Az algoritmusunk biztonságosságát ezek után indirekt módon bizonyítjuk: feltesszük, hogy egy Z támadó sikerrel fel tudja törni (az alkalmazott biztonságfogalomnak megfelelő értelemben) a kriptográfiai algoritmusunkat, majd megmutatjuk, hogy Z támadási algoritmusát felhasználva egy Z' támadó sikerrel fel tudja törni a biztonságosnak vélt elemet (például hatékony algoritmust ad a „nehéznek” hitt problémára). Ezzel ellentmondásba

kerülünk eredeti feltételezésünkkel. A szó igazi értelmében tehát nem bebizonyítjuk a biztonságot, hanem visszavezetést végzünk a feltételezésre. Ezt redukciónak nevezzük.

A bizonyítható biztonság modern elméletének klasszikus korszaka az 1980-as évekre tehető. Ezen elmélet kiindulópontja az egyirányú függvény, s az annak létezésével kapcsolatos sejtés. Egyirányú függvényeken alapszik a bizonyíthatóan biztonságos álvéletlengenerátor. Ezen álvéletlengenerátor felhasználásával definiálták az álvéletlen függvényt, majd arra építve az álvéletlen permutációt. Ugyanezen sorrendben épülnek egymásra a kapcsolódó konstrukciók is. Mindezen elemek a szimmetrikus kulcsú rejtjelezés komplexitáselméleti megalapozását adják. Az egyirányú függvények speciális esetei az úgynevezett csapda típusú egyirányú permutációk; ezekre épülnek az aszimmetrikus kulcsú rejtjelezők első bizonyított biztonságú konstrukciói.

Alkalmazások

A fent bemutatott kriptográfiai mechanizmusok számos alkalmazásával találkozhatunk a mindennapi életben, még ha az átlagos felhasználó ennek nincs is mindig tudatában. Kriptográfiai módszerekkel történik például a híváskezdeményező hitelesítése a GSM rendszerben, a bankkártyák mágnescsíkján tárolt adatok védelme az illetéktelen módosítások ellen, és a fizetős műholdas adások kódolása. Itt most a web biztonságát szolgáló protokollról, az SSL-ről (Secure Socket Layer) szólnunk röviden. Az SSL protokoll hitelesített és titkos kommunikációt tesz lehetővé a böngésző és a webszerver között. Mikor a felhasználó a böngészőben egy <https://...> kezdetű linkre kattint, akkor a böngésző és a linkben megnevezett webszerver az SSL protokollt kezdi el futtatni. Ezt általában a böngészőablak alján megjelenő kis kulcs vagy zárt lakat jelzi. Az SSL protokoll elején a böngésző és a szerver először egy kulcscserét hajt végre,

mely során aszimmetrikus kulcsú kriptográfiai módszereket (nevezetesen az RSA-t vagy a Diffie–Hellman-algoritmust) használva létrehoznak egy közös titkos kulcsot, melyet az SSL terminológiában mestertitoknak neveznek. A mestertitokból a böngésző és a szerver előállítja a kapcsolat során használandó szimmetrikus kapcsolatkulcsokat. Ezután minden egymásnak küldött adatot (kérést és weblapot) ezen kapcsolatkulcsokkal véde- nek, ahol a védelem üzenethitelesítő kód és szimmetrikus kulcsú rejtjelezés alkalmazását jelenti. Az SSL protokoll használata esetén tehát egy támadó nem látja a böngésző és a szerver között átküldött adatokat, és nem tudja azokat észrevétlenül módosítani sem. Az SSL protokollt ezért gyakran alkalmazzák, amikor valamilyen bizalmas információt (például jelszót vagy hitelkártyaszámot) kell megadnia a felhasználónak egy adott weboldallal vagy szolgáltatással eléréséhez.

A kriptográfia és a hálózatbiztonság oktatása a BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar műszaki informatika szakán az *Információelmélet és a Kódelmélet* alaptárgyak után, az *Adatbiztonság* alaptárgy, valamint az *Infokommunikációs rendszerek biztonsága* szakirány keretében történik. A szakirány három féléve alatt öt tárgyat (Számítógépes biztonságtechnológia, Hálózatbiztonsági protokollok, Infokommunikációs szolgáltatások biztonsága, Hibatűrő hálózati architektúrák és modellezésük, A biztonságos elektronikus kereskedelem alapjai) hallgatnak a hallgatók, tizennyolc mérési gyakorlaton szereznek kézzelfogható, praktikus, készség szintű ismereteket, és minden félévben önálló projekteken keresztül mélyíthetik el tudásukat egy-egy speciális témában. Az oktatás mellett nemzetközi szinten is elismert kutatás folyik a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, az információs és kommunikációs rendszerek biztonsága területén. A kriptográfia oktatásában és kutatásában meghatározó

szerepet tölt be a Híradástechnikai Tanszék CrySyS Adatbiztonsági Laboratóriuma (www.crysys.hu).

IRODALOM

Buttyán Levente – Vajda István (2004): *Kriptográfia és alkalmazásai*. TypoTeX, Budapest

Györfi László – Györi S. – Vajda I. (2000): *Információ- és kódelmélet*. TypoTeX, Budapest

Lovász László (2004): *Mit kívánnak a számítógépek a matematikától, és mit adnak neki? Mindentudás Egyeteme 2*. Kossuth, Budapest, 357–370.

Kulcsszavak: *adattvédelem, adatbiztonság, rejtjelzés, titkosítás, algoritmusok, protokollok, hitelesítés, digitális aláírás*

Mao, Wenbo (2003): *Modern Cryptography: Theory and Practice*. Prentice Hall PTR

Nemetz Tibor – Vajda István (1991): *Algoritmusos adattvédelem*. Akadémiai, Budapest

Rónyai Lajos – Ivanyos G. – Szabó R. (2002): *Algoritmusok*. Typotex, Budapest

Stinson, Douglas (2002): *Cryptography: Theory and Practice*. CRCPress, Boca Raton



BUDAPEST – EURÓPAI METROPOLISZ, VAGY NEMZETI FŐVÁROS?

Cságly Ferenc

DLA, BME Középülettervezési Tanszék
epstudio@epstudio.hu

A kérdés vonatkozhat a jelenre. Mi ma Budapest? Nemzeti főváros csupán, vagy egyben európai metropolisz is? És vonatkozhat a jövőre, a terveinkre is, azaz hogyan szeretnénk Budapestet a jövőben látni? Mint nemzeti fővárost, mint európai metropolisszá fejlődő nemzeti fővárost, vagy esetleg csak mint európai metropoliszt? A jelenre vonatkozó kérdés talán könnyebben megválaszolható. A jövőre vonatkozó változat azonban jóval tágasabb. A mi vagy milyen legyen a jövő Budapestje kérdésre adható válasz akkor lesz korrekt, ha tágasabb értelmekre is vonatkozik, mint maga Budapest. Ez a nagyobb tágasság lehet konkrét, mint Magyarország, a magyar nemzet jövőképe, vagy lehet elvontabb, mint például a városok evolúciójának általános urbanisztikai problémája. A kérdés így tulajdonképpen további kérdésekre bontható: a méret kérdésére (azaz város vagy metropolisz), és a hovatartozás kérdésére (azaz lokális vagy globális). Ezek megválaszolása után lehet megkísérelni, hogy választ adjunk a címben feltett kérdésre.

Első kérdés: a méret

A város vagy metropolisz kérdés első fokán a méret kérdése, ez pedig szorosan összefügg a városfejlődéssel általában. Anélkül, hogy Ádámnál és Évánál kezdve sokszor hallott dolgokat ismételnénk, egy kicsit mégis vissza kell lépünk az időben. A kezdeti városokra általában jellemző volt a *kisismertőség*. Ez a jellemző főleg a méretekkel

kapcsolatos, illetve a méretek és az emberi befogadóképesség viszonyával. A kezdeti, ideális város akkora, hogy minden egyes városlakó alaposan megismerheti, és ez az ismeret megnyugtatóan be is tölti a feladatát. Tehát sem nem nagyobb, sem nem kisebb. Ha ugyanis nagyobb lenne, akkor már nem ismerhető meg teljességében, nyugtalanságot okozó megismerhetetlen elemei maradnának. Ha pedig kisebb lenne, akkor meg teljessége nem töltené ki a befogadóképességet, hiányérzet, feloldásra vágyó feszültség keletkezne.

A kezdeti város terjedelme az emberi psziché szempontjából ideális volt. Sok helyen és hosszú ideig ezért az urbanizáció fejlődésére nem a városi méretek növekedése volt a jellemző, hanem – természeti analógiák alapján – a városok számának szaporodása. E korai időszakokban a természet és ember bensőséges kapcsolatából nyilván nemcsak a tételes környezetismeret fakadt, hanem a természetes gondolkodás általános bölcsessége is, például annak felismerése, hogy a természetben minden egyednek megvan a maga optimális mérete. Az evolúció pedig nem az egyed méreteinek, hanem az egyedek számának növekedését, azaz a szaporodást jelenti. A régészet eredményeiből tudjuk, hogy a kezdeti ősvárosok, a levantei Jerikó, Mureibit, a zagroszi Gandzs Dare, az anatóliai Çatal Hüyük – bár sokat alakultak és sokszor átépültek – mégis évezredek (!) át nagyjából azonos méretűek

voltak. Általában azt lehet mondani, hogy a városok fejlődését ebben az időszakban nem a növekedés, hanem a szaporodás jellemezte. Ez a szakasz vagy fejlődési jellemző nyilván nem keretezhető pontos évszámokkal vagy egzakt földrajzi határokkal. Az archaikus Görögországban még javában a városok szaporodása jellemző, amikor Mezopotámiában már romokban állnak a hajdani sumér-akkád birodalom méreteiben lenyűgöző nagyvárosai, Ur, Uruk, Eridu, Akkád. Róma és Alexandria, a két ókori metropolisz emléke még eleven, amikor Toszkánában, Umbriában vagy Provance-ban a városok hosszan őrzik arányos méreteiket. Mindenesetre igaz, hogy az urbanizáció teljes ismert időszakában (az i. e. IX. évezredtől napjainkig) a városok fejlődésének szaporodással jellemezhető szakasza időben jóval hosszabb, mint a városok növekedésével jellemezhető időszak. Mégis ez utóbbi szakasz determinálja alapvetően a mai szemléletet, mely szerint a város fejlettsége elsősorban a nagyságával függ össze.

A városok nagyságának növekedése – szokás szerint – áldást és átkot egyaránt hozott. Átkot azért, mert végérvényesen megszűnt az emberi psziché szempontjából ideális helyzet, a teljes kiismerhetőség állapota, áldást azért, mert többlettartalmakat hozott funkcionális és szimbolikus értelemben egyaránt. Az áldás, a pozitív aspektus könnyen beépül az emberi tudatba, könnyen megszokottá válik, az átok azonban állandó irritációként jelentkezik. A kiismerhetőség ellehetetlenülése vezetett a mai kor egyik legnagyobb urbanizációs eredetű pszichikai ártalmához, az elidegenedéshez. Az ember befogadóképessége véges. Egy több száz négyzetkilométeren elterülő többmillió nagyváros kiismerése emberileg lehetetlen. Csak egy sokkal kisebb rész dolgozható fel értelmileg-érzelmileg, a maradék ismeretlen marad. Ami ismeretlen az idegen, érdektelen vagy esetenként félelmetes, és így sajátos skizofrénia alakul ki minden nagyvárosi la-

kosban: ugyanazt a várost egyszerre szereti és féli, ugyanaz a város egyszerre meghitt és idegen. A város növekedése nemcsak az emberi psziché vonatkozásában, hanem önnön struktúrájának viszonyában is erős problémákat vet fel. A kisváros és a nagyváros között nemcsak a méretbeli különbségek lényegesek, hanem a strukturálisak is. A kisváros szerkezetében mindennek megvan a maga helye, csakúgy, mint az emberi testben a szerveknek. A növekedés óhatatlanul a hagyományos szerkezet átrendeződésével, mondhatni szétrendeződésével jár. A valaha egységes várostesten belül differenciálódik a belváros és a külváros, éles fizikai és szellemi határokat árkolva az egyes részek közé. A várost belső és külső, szegény és gazdag, felsőbb- és alsóbbrendű részekre osztó szétrendeződés nemcsak fizikai történet, hanem szellemi következményekkel járó jelenség is egyben. Az elittől elkülönített nemkívánatos tartalmi részek, mint a szemét, a tömeges nyomor, a szervezett bűn, a rombolás a városi élet részévé válnak. E hátrányos jelenségek és a város méretei között összefüggés látszik; általában minél nagyobb a város, annál élesebben és tömegesebben jelentkeznek ezek a negatívumok. A város növekedésével járó szétrendeződés többrétű, így nemcsak a strukturális viszonyokat érinti, hanem például a funkcionális tartalmakat is, és ez az egyes városrészek funkcionális aszimmetriáját hozza magával. A hatalmat, a gazdagságot kifejező hivatalok, egyházi intézmények, kulturális létesítmények aránytalan sűrűségben koncentrálódnak a város közepén, míg a kiszolgáló rendeltetések: az ipari, nagykereskedelmi létesítmények a város peremére szorulnak. Kialakulnak a kertvárosok, ezek a kommunális intézményeket szinte teljesen nélkülöző, nagy, művileg alakított lakóterületek. A funkcionális aszimmetria okozta aránytalanságok csak a közlekedés egyre erőteljesebb megnövelésével tarthatók – úgy-ahogy – egyensúlyban. De ennek nagy

ára van; az egyre dinamikusabb közlekedés átalakítja a város életét, és egy sereg új problémát hoz felszínre. Ugyanakkor a felfokozott közlekedési funkció új lehetőségeket is teremt, például a városszéli koncentrált bevásárlónegyedeket. Ezek azonban ismét csak visszahatnak a közlekedésre, tovább terhelve azt. Azt látjuk tehát, hogy a város mértéktelen növekedését a kényszerhelyzetek jellemzik. E kényszerhelyzetek nagy részét megoldani nem lehet, csak felületileg kezelni. De a felületi kezelések idővel önálló problémává duzzadnak, melyeket ismét csak újabb felületi kezelés enyhíthet, és így tovább, a kibogozhatatlanságig.

A városok méretének növekedését természetesen nemcsak az eddig részletezett átkok jellemzik, jár vele áldás is. De ha az átkok aránya halálos lehet, akkor hiába az áldás. A *méret kérdését*, a várost vagy metropoliszt kérdést pedig éppen ez az arány válaszolhatja meg.

Második kérdés: a hovatartozás

A „Budapest: európai metropolisz vagy nemzeti főváros?” kérdés második eleme lehet az európai vagy nemzeti, általában a globális vagy lokális problematikája. Mindennapjainkat és a jövőnket egyaránt meghatározó alapkérdés. Azt jelenti, hogy képesek vagyunk-e megőrizni nemzeti kultúránkat, nemzeti kultúránk elemeit, vagy mindezek beleolvadnak, eltűnnek egy meghatározhatatlan masszában, amit manipulatív módon globális kultúrának vagy multikultúrának neveznek. A kérdés mélyebb rétegei még tágasabbak; elvezetnek a kultúra és a civilizáció viszonyához, azaz odáig, hogy a globalizációs tendencia mennyire tartalmaz szellemi-kulturális lehetőségeket, és mennyire csupán anyagi jellegű, azaz a civilizációt érintő. Még élesebben feltéve a kérdést, a nyilvánvaló anyagi lehetőségek mellett vannak-e egyáltalán kulturális lehetőségei a globalizációnak?

A lokális kultúrák a hely és az ember viszo-

nyában születnek és élnek. A hely mint fizikai környezet és mint szellemi tartalom együttesen hat az ember teljességére, az érzékeire és szellemiségére, és a két oldal kölcsönhatásba kerül. A hely alakítja az embert, az ember a helyet. E bensőséges viszony gyümölcse a kultúra, elszakíthatatlanul kötődik forrásaihoz, a helyhez és a helyet foglaló emberhez. Elszakíthatatlanul, ahogyan genetikailag minden gyermek meghatározott a szülei által. A helyi kultúra ezért csak a hely és az ott élő ember viszonyában értelmezve hiteles. Ugyanakkor a helyi kultúrák érintkezésbe kerülnek egymással, és hatnak egymásra. A hatás eredményeképpen olyan kulturális jelenségek születhetnek, melyekre már nem a hely jellemző, hanem a kor, melyben létrejöttek. Meghatározottságuk nem téri jellegű, hanem időbeli. Ilyenek például a téri határokon átvélő, időben viszont behatárolt korstílusok, egyáltalán a stílusok. A kultúrák e különös tér-idő rendszerében a téri és időbeli jellegű kultúrák folyamatosan hatnak egymásra, inspirálják egymást. A gótika mint korstílus elsősorban időbeli kulturális jelenség, mégis nagyon más a szülőhelyének mondott Franciaországban, mint a vele szomszédos Angliában, Spanyolországban, Németországban vagy főleg Olaszországban. A XIX. század elején-közepén a romantika szelleme végigsöpört egész Európán, megérintve az építészetet, a képzőművészeteket, a zenét, az irodalmat, a viselkedést, a gondolkodásmódot, a beszédet – a kultúra széles területét. De mennyire más ez a romantika Johann Wolfgang von Goethe tollából, mint Victor Hugótól vagy Walter Scott-tól. Mennyire más Németföldön, mint itt nálunk, Magyarországon. Szépséges, szépséges keveredések térben és időben, szépséges különbségek az egységben. Ma meg úgy tevődik fel a kérdés: globális vagy lokális? De beszélhetünk-e egyáltalán globális kultúráról? Félek, hogy nem. Egyrészt, mert senki nem tudja igazán, hogy mi az. A hívő optimisták talán egy

nagy olvasztótégelynek képzelik, amelyben minden mindennel boldogan egyesül. A hitetlen cinikusok pedig – miközben táplálják az optimisták hitét – tudják, hogy ez így nem megy. Hiszen elvileg sem lehetséges az, hogy minden mindennel keveredjen. Minden anyag minden anyaggal, minden ember minden emberrel, minden kultúra minden kultúrával. Gyakorlatilag az történhet, hogy a keveredés során bizonyos elem vagy bizonyos elemek dominánssá válnak, és kizárják vagy eltüntetik a többieket. És mi ez a globális amalám? Kultúra egyáltalán? A jelekből ítélve nem az. A jelek pedig számosak, elöntik a világot. Filmek, *talk-show*-k, sajtótermékek, reklám és propaganda, ruhák, ételek, szokások, *YES – OKÉ*. Szórakoztatás kultúra helyett, dekoráció művészet helyett, érdek az eszme helyett.

Nincs globális kultúra. Ami van, az globális szórakoztatóipar, globális anyagi érdekek mentén rendeződő műtárgykereskedelem, globális médiabirodalom. Ami van, az csak olyan, mint a kultúra, de nem az. Talán azért, mert elanyagiasodott, mert elvesztette érdeklődését eszmei alapjait. Talán azért, mert elvesztette gyökereit. Elvesztette egyáltalán a földet, amelybe gyökereket mélyeszthetne, a helyet, ahonnan az életet kapja.

A válasz

Ha az emberből indulunk ki, akkor figyelembe kell venni az emberi pszichének és felfogóképességnek megfelelő környezeti nagyságrendeket. A méretek humanizálása nemcsak a várostest redukációjával, valóságos csökkentésével képzelhető el (azaz abszolút értelemben), hanem az egyes városrészek önállóságának növelésével is (azaz relatív értelemben). Ha az egyes részek önállósága növekszik, akkor már nem egy áttekinthetetlen méretű városról (metropoliszról) van szó, hanem több, egyenként áttekinthető méretű város kvázi halmazáról. Az elidegenedett nagyvároson belüli, élhető

kisvárosok halmazáról, mely kapcsolatrendszerben a kisváros a valóságos, átélt, megélt elem, a nagyváros (metropolisz) pedig csupán elvont fogalmi összege a valóságos és eleven részeknek.

Ha az emberből indulunk ki, és a környezet nagyságrendje az ember adottságaihoz alkalmazkodik, akkor az ember képes azt a környezetet étellel – szellemmel, a saját életével – szellemével megtölteni, és a hideg, objektív, materiális tér, étellel és érzelmekkel telített helyé válik. A hely pedig a kultúra létrejöttének – és egyáltalán létének – egyik alapfeltétele. Ha az emberből indulunk ki, akkor egy olyan városfejlesztési stratégia lényegi elemei kezdenek kibontakozni, melyek a két alapkérdésre, a méret és a hovatartozás kérdésére koherens módon egyszerre válaszolnak. E stratégia eszmei lényege az ember és a hely, az ember és a kultúra viszonya, gyakorlati módszere pedig a város méreteinek relatív csökkentése a városrészek önállóságának növelésével. A mottó a „*kevesebb több*”, vagy „*a sok kicsi sokra megy*”.

Ez a felvetés eleve problematikus, mert elvében ellentétes az általában érvényesülő trendekkel, melyek lényege az egység erősítése a részek rovására, azaz a centralizáció. Ellentétes azzal a beállítódással, mely egy ismert óriásplakát szlogenjeként úgy jelenik meg, hogy a „*méret a lényeg*”. Ellentétes például az úgynevezett *Pesti Broadway Projekt*tel, mert szemlélete szerint nem egy kicsi helyen kell tíz színházat összezsúfolni, hanem ez a tíz színház tíz helyen legyen, mondjuk Pesterzsébeten, Mátyásföldön, Óbudán vagy Kelenföldön. És ez a felvetés ellentétes az úgynevezett gazdasági szempontokkal is, mert való igaz, hogy tíz színház a Nagymező utcában olcsóbban megvalósítható és nyereségesebben üzemeltethető, mint tíz különféle periferián. Mert való igaz, hogy egy masztodon nagyságú centralizált üzletház profitja messze meghaladja az

ugyanakkora alapterületen szétszórta a működő kiskereskedelem hasznát. Ez a felvetés tehát sok szempontból irreális. De ha nem a hasznát, hanem az embert vesszük alapul, akkor mégis alternatíva lehet, mert menekülést jelenthet abból a kényszerpályából, mely ugyan reális döntések logikus láncolatából áll, mégis egyre embertelenebb világ felé sodor.

Ez a stratégia rögtön felvet egy csomó kérdést is, elsőként például az egész és a rész alapproblémáját, azaz növelhető-e a részek önállósága az egész egységének kockázata nélkül. A kérdés gyakorlati megválaszolhatósága feltételezi, hogy egyrészt meghatározzuk az önálló részeket és önállóságuk mértékét, másrészt definiáljuk az egység elvi feltételeit és gyakorlati felületeit. Azok a városrészek, melyek mint önálló, átélhető nagyságrendű elemek együttesen alkotnák Budapestet, a nagyvárost, lehetnek akár a mai kerületek is. Ez egy könnyen elképzelhető, a folyamatosságot biztosító lehetőség, de nem az elképzelhető legjobb, hosszú távon is érvényes megoldás. Egyrészt azért, mert a kerületek határai többé-kevésbé önkényesen, adminisztratív módon lettek megállapítva, figyelmen kívül hagyva egy sor történeti, szociológiai szempontot. Másrészt azért, mert ezek területe többnyire nagyobb, mint az emberi psziché szempontjából optimális környezeti méret. 1992-ben a Főváros megbízásából elkészült a Budapest Karakterterv Metodika, mely bár a gyakorlati felhasználás igényével készült, elméleti munka maradt. Ennek aktualizálása, továbbfejlesztése segíthetne meghatározni azokat a területeket, melyek az egységes Budapest önálló városrészeivé fejleszthetők. A városrészek szuverenitásának alapmértéke az önálló és teljes körű életképesség. Ez eleve feltételezi az önkormányzatiságot, gyakorlatilag pedig mindazon infrastrukturális feltételt, intézményi hálózatot, melyek az önálló funkcionális működéshez szükségesek. Melyek megléte

esetén az adott városrész élete hasonló lehet egy kisvároséhoz. (Képzeljük el, hogy Budapest területén belül az iskola, méghozzá a jó iskola, mindenütt a közelben van, a gyerek gyalog is elmehet. A gimnázium már távolabb van, de biciklivel a kiépített kerékpárúton nem több öt-tíz percnél. Színházba vagy koncertre, képzőművészeti kiállításra nem kell feltétlenül a „városba” bemenni, ott van helyben, akárcsak az orvosi rendelő vagy az uszoda.)

Az önállóságot önmagában könnyű elképzelni, az önálló részek egységének kérdése nehezebb. Ilyen szempontból Budapest ma centralizált modell szerint működik, azaz fokozottan érvényesíthető az egészre vonatkozó szempontrendszer a részek önállósága felett. A gyakorlatban mégis azt tapasztaljuk, hogy nagyon nehezen jönnek létre és alig érvényesíthetők az egységre vonatkozó döntések, és inkább a részek önálló érdekeit megjelenítő divergens mozgásokat érzékeljük. Így joggal tarthatunk attól, hogy decentralizált modell esetén az egység igényei még ennyire sem érvényesülnének, sőt az egység maga meg is szűnne. Bár ez nagyon logikus feltételezés, mégsem biztos, hogy így történne. Egyrészt az egységet szükségszerűen fenntartaná az egymásra utaltság. Másrészt számos pszichológiai teszt bizonyítja, hogyha az egyén alá van rendelve valamilyen közösségi befolyásnak, akkor az önállóság és szabadság lehetőségeit keresi, viszont ha megkérdőjelezhetetlen az önállósága, akkor közösségeket alakít. Ezért –elvileg– Budapest esetében is elképzelhető valamely decentralizált modell, melyben az önálló részek a szükségszerű egymásra utaltság okán mintegy fenntartánák, működtetnék az egységet.

Az egységnek vannak konkrétan megjelölhető felületei, akár a mindennapi gyakorlat magától értetődő eseteiben, akár elvontabb síkon. A gyakorlati szférában ilyen például minden meglévő infrastrukturális

rendszer közös működtetése, fejlesztése a közlekedési hálózattól a csatornázásig. Ilyen az új rendszerek létrehozása. A város hangulata, élhetősége alapján kiemelhető ezekből a gyalogoszónák, kerékpárutak rendszere, kiegészítve a közterek összefüggő rendezésével. A teljes városi egység közös felülete, praktikus és elvont tartalmakat egyesítve például a Duna, mely valóságosan összeköt, közösít városrészeket, elvont értelemben pedig az egész város éltető forrása. Eszmei értelemben ilyen például *a város helye* a Duna két partján. (Ritkán beszélünk róla, talán nem is tudatosodik, pedig Budapest helye, ezáltal szellemisége-karaktere igen különleges. A nagy folyam két partjánál két különböző világ találkozik: a síkság tág horizontú, végtelenbe nyúló világa és a kedvesen szelíd, változatos, hegyes-dombos vidék. Két különböző világ, két különböző karakter, két különböző génusz. A férfi távolba tekintő, egyenes, átlátható szellemisége, és a nő változékonysága, meghittsége, titkokat rejtő lény. Itt, a Duna partjainál, a mi városunk helyén egyesül ez a két génusz, mint a tai-csi szimbólumban a jin és a yang. Harmonikus, teljes, hiánytalan alaphelyzet.)

Az egységes Budapestnek vannak olyan átfogó problémái is, melyek nem általánosak ugyan, de azáltal válnak közössé, hogy városrészek sokaságában érvényesek. Ilyen a pesti oldalon a város belső részeit meghatározó beépítési struktúra. Igen sűrű, intenzív, tömbös városszerkezeti rendszer, tele függőfolyós lakóházakkal. Szlamosodása nemcsak az adott városrész problémája, hanem a teljes városé. Átfogóan közös probléma a paneles lakótelepek rehabilitációja. A város nagyon sok részén épültek azonos elvek alapján, azonos technológiával azonosan monoton, lélektelen lakóterületek. Avulásuk, kiszolgáltatottságuk ugyancsak a rohamos fizikai-szellemi leromlás, a szlamosodás felé vezet. Az önállóságon alapuló egység stratégiájának közös problémái

számosak, egy rövid problémafelvető írás keretében lehetetlen a teljességüket felmérni. Csak illusztrálni lehet talán ezeket néhány részletkérdés kiragadásával.

A Duna a város lényegi eleme, éltetője. A folyó és a nagyváros viszonya a XIX. század végén, a rakpartok kiépítésével vált határozott képpé. Az ősök nagyvonalúságának hála, a rakpartok megépítése nemcsak praktikus célokat szolgált, hanem egyben lehetővé tette a városi ember és a folyó találkozását is. Mára a város elszakadt éltető forrásától. A városlakó számára a folyó mint a város szimbolikus és valóságos közepe, gyakorlatilag megközelíthetetlen, elválasztja tőle az egyre intenzívebb autóforgalom. Ebben a helyzetben mindenki rosszul érzi magát, a gyalogos azért, mert el van szakítva a legszebb közterülettől, az autós azért, mert a szűkös helyen sorozatos dugókban szenved. A jelenlegi elképzelések ezt a problémát a rakpartok szélesítésével, a forgalmi sávok növelésével próbálják orvosolni. Ez a gyalogos még intenzívebb elszigetelése a folyótól, a város teljes elszakítása saját éltető forrásától. Ha az emberből indulunk ki, akkor ez a terv féloldalas, hisz csak az autós emberre gondol, a gyalogosra nem. Diszharmonikus, hisz csak az aktív emberre gondol, a kontemplatívra nem. Így aztán József Attila sem üldögélhetne a rakpart lépcsőin a dinnyehéjat nézve, elmerengve a fecsegő felszínen és a hallgatag mélységeken. Ha abból indulunk ki, hogy a Duna a város számára az élet forrása, akkor képzeljük el, hogy az éltető víz valóban elkezdi éltetni a partjait. Képzeljük el, hogy a rakpartokon fasorok nőnek, és fű. És sétálni lehet, pihenni, lemenni a vízhez egészen közel, kicsi gyerekeknek és öregeknek. Képzeljük el, hogy kizöldül a Duna-part, a fák és a fű elérik a Duna-parti házsorokig, képzeljük el egy folyamatos parkot Óbudától a Lágymányosig, Újpesttől Ferencvárosig. Persze ez az elképzelés irreális. Irreális, ha nem tudunk túllépni az itt és most problémáin.

Irreális, ha alárendeljük magunkat és tevékenységünket a dolgok kényszerének.

A Duna-partok kiépítettsége kép a teljes városról, lehetne úgy fogalmazni, hogy ez a város homlokzata, vagy úgy, hogy ez a város kirakata. A Rakpiac tér (mai Roosevelt tér), az alsó- és a felső Dunasor a XIX. századi Pest ékességei voltak. *„Budáról, körülbelül a’ bombatérrel tekintve, Pest városa, a’ Duna parton elnyúló legpompásabb részével mutatkozik. A’ nagyszerű házszor méltó csudát gerjeszt keblünkben, ha elgondoljuk, miként alig 40 évvel ezelőtt terjedelmes mocsárokból nád és sás bujálkodott, hol jelenleg a’ legpompásabb házszor tükrözik a’ hullámokon.”* – írta Hartleben Konrád Adolf 1845-ben (Alt, 1845). Ez a valóságos és szimbolikus érték hosszú ideig eleven maradt a város számára. Ezt a hagyományt folytatta a modern építészet eszközeivel az 1930-as években kiépült újlipótvárosi Szent István park. Nem stílus kérdése tehát a Duna-partok beépítése, látványa, hanem a szabályozottság. A jó értelemben vett szabályozottság, mely elsősorban nem a kényszert, hanem a rendet jelenti. Berlin egyesítésének idején igen kemény előírásokat tartalmazó szabályozás lépett érvénybe az Unter den Linden teljes hosszára vonatkoztatva. (Ott ez a város homlokzata vagy a város kirakata.) Az aprólékosan részletes szabályozás ereje megkérdőjelezhetetlen volt, és még olyan öntörvényű építész sztárra is kötelezően érvényes maradt, mint Frank O. Gehry, aki kénytelen volt saját egyedi stílusát feladva a közös nyelven szólni.¹ Az eredményt pedig ma már le lehet mérni. Az Unter den Linden arcúata, karaktere egységes és adekvát a város szellemiségével. Nálunk nyilván más lenne a szabályozás jellege, mert más a hely, mi magunk is mások vagyunk, és más a város karaktere is. Nagyon szükséges, nagyon időszertű egy egységes vízió alapuló

Duna-part-szabályozás létrehozása, mert kétségben vagyunk, és szaporodnak a disszonáns jegyek. A Petőfi hídtól délre eső új kiépítés első tömbjei már állnak. Hatalmas, léptéktelen, unalmas házak a legújabb kori spekulációs építkezések szüleményei. Szemben vele a látványos Duna-parton a világiállítási huzavona eredményeként két kivételesen ronda egyetemi épület, két egymás mellett álló, de egymással szót nem értő monstrum. De van még esély a jóra a Közgazdasági Egyetem Ybl Miklós által tervezett épületétől délre lévő Duna-parti részeken, az angyalföldi és újpesti Duna-partokon és másutt.

A belső városrészek leglényegesebb problémája a nyomasztóan sűrű, tömbös, keretes városszerkezet, benne a fénytelen és levegőtlen függőfolyosós lakóházakkal. Mind maga a városszerkezet, mind benne a lakóház típus embertelen, egészségtelen, elavult, rohamosan szlamosodik, ezért rekonstrukcióra szorul. A függőfolyosós, avagy „gangos” ház a legkedvezőtlenebb, leglakhatatlanabb lakóház típus. Ha jól tudom, az összes európai főváros közül sajnos Budapest a listavezető a „gangos” házak arányát illetően, ráadásul az európai városok nagy részében teljesen ismeretlen ez a típus. Tömértelen jó szándékú és értelmes építészeti és urbanisztikai tanulmány, terv, írás született már arról, mit lehet tenni ezekkel a reménytelen helyzetben lévő, meghatározóan nagy lakóterületekkel. Hogyan lehetne lazítani feszítő tömörségükön, hogyan lehetne a fény és a levegő által átjárttá tenni őket. Hogyan lehetne bontásokkal tágitani a szűkös, keramitkockás udvarokat, nagy összefüggő fásított belső kerteket hozva létre. Hogyan lehetne javítani a lakásminőségen. Hogyan lehetne átstrukturálni a rendeltetéseket, hiszen ami nem alkalmas lakásként, jól üzemelhet másként. Azaz hogyan lehetne a szükségből erényt kovácsolni. Vannak jó példák, mindig vannak jó példák.² De vagy az anyagi lehetőségek mindig aktuális hiánya,

¹ Frank O. Gehry: Deutsche Genossenschafts Bank, Berlin, 1995–2000.

vagy a szellemi értetlenség miatt mindezideig nem sok történt. Közben a tulajdonviszonyok átalakulása, az ezemi társasházi tulajdonra való szétaprózódás miatt a helyzet szinte teljesen reménytelenné vált. Ezért ma már a probléma megoldásának lényege egy olyan gazdasági konstrukció, melyben lehet esélye az építészeti-városépítészeti feladatok megoldásának.

A *paneles lakótelepek* esete sok tekintetben hasonló. Azaz a problémákra már léteznek válaszok, elvek és tervek, csak éppen azok gyakorlati megvalósulása késik, késik, késik. Példaértékű, hogy az egyesülő Németországban az első feladatok közé tartozott a keleti országrész paneles lakótelepeinek revitalizációja, ahol az lehetséges volt, vagy a bontás, ahol már nem segített más. Nálunk is el kell különíteni a rövid és középtávú terveket a hosszú távúaktól. Rövid és középtávon a rehabilitáció eszközrendszerei érvényesek. Azaz megfelelő hőszigetelés, megfelelő nyílászárók, megfelelő (és alternatív) fűtési rendszerek, új tetőszerkezetek, belső felújítás, visszaparkosítás, és ahol lehetséges, ott részleges bontás. Sok terv és elképzelés született a paneles lakótelepek humanizálására is. Építészeti ötletek a változatosság növelése érdekében, kertészeti ötletek a közterületekre nézve, gazdasági ötletek a kiskereskedelem és a szolgáltatások bővítésére. Rövid és középtávon ezek a szükséges teendők. A hosszú táv a teljes bontás, mert egyrészt idejélműlttá vált az a lakáskonceptió, mely ezeket a házakat létrehozta, másrészt a tartószerkezet sem időtálló.

² Például a ferencvárosi tömbrekonstrukciók, vagy a még csak tervszinten álló VIII. kerületi Corvin–Szigony projekt.

A *terek és utcák* élıhetősége egyben a város élıhetőségét is jelenti. Ha a járdán egymás mellett ketten, hárman is élıférünk, ha séta közben normál hangerővel tudunk beszélgetni, ha nem állandóan a lábunk alá kell figyelnünk, ahogy valamibe belépünk, ha ehelyett például kirakatokat nézegethetünk anélkül, hogy elsodornának, és ha elfáradva egy téren megpihenhetünk, a szemünket szép dolgokon nyugtatva, – nos ez az utcák és terek élıhetősége. Megint vannak jó példák,³ de nem elégségesen. Az igazán átütő megoldás ez ügyben egy alapterv, mely a forgalmi hálózattal egyeztetett gyalogoszónák és kerékpárutak rendszerét vázolja a teljes városra vonatkoztatva.

Budapest Európa viszonyában. Hirtelen kitágult világ, megnövekedett dimenziók és lehetőségek. De ha az emberből indulunk ki, akkor nem biztos, hogy kizárólag a hatalmas méretek és lenyűgöző léptékek felé vezet a helyes út. Ha az emberből indulunk ki, és képesek vagyunk elszakadni a sztereotípiáktól, akkor létezik másik választási lehetőség is. Egy másik városfejlesztési stratégia, amelyik a még nagyobb helyett a kicsit kisebb felé tartana, a centralizált helyett a decentralizált felé. Egy másik városfejlesztési stratégia, melynek alanya és tárgya *Budapest, a nemzeti főváros*.

³ Liszt Ferenc tér, a Ráday utca, a Szabó Ervin Könyvtár környéke, a Móricz Zsigmond tér és még pár terület.

Kulcsszavak: *méret, identitás (önazonosság), hely, kultúra, civilizáció, globalitás, regionalitás, lokalitás, emberközpontság, decentralizáció*

IRODALOM

Alt Rudolf (1845): *Buda-Pest. Pesth und Ofen. Előadva 32 eredeti rajzolatban Alt Rudolf által.* (Alt Rudolf litográfiai, rajzolta Sandmann [Franz Xavér].) Pesten, 1845. Hartleben Konrád Adolf sajátja.

ASZIMMETRIKUS ELOSZLÁSOK ÉS OPTIMÁLIS CIKLUSOK: ÉRDEKESSÉGEK A DISZKRÉT POPULÁCIÓDINAMIKÁBÓL

Domokos Gábor

az MTA levelező tagja, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék – domokos@iit.bme.hu

Bohák András

egyetemi hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Számítástudományi és Információelméleti Tanszék – andras@bohak.hu

A populációdinamika alapmodelljei

A populációdinamika a biológiai populációk létszámának időbeli változását vizsgálja. Aszerint, hogy a létszámot illetve az időt folytonosnak vagy diszkrétnek tekintjük, négy alapvető modell típust különböztethetünk meg. Folytonos idejű modelleket akkor alkalmaznak, ha a létszám gyakran, rendszeresen változik. Ilyen esetben a létszámot is folytonosnak szokták tekinteni, és a feladat közönséges differenciálegyenlet(ek)re vezet. Diszkrét idejű modelleket akkor alkalmaznak, ha a létszám szabályos időközönként változik, viszonylag ritkán. Ilyen esetben a feladat véges dimenziós leképezés(ek)re vezet. Tekintettel a vizsgált populációk nagy méretére, korábban a létszámot folytonos mennyiségnek tekintették ezekben a modellekben is. Az utóbbi években vetődött csak fel a kérdés (King et al., 2002; Domokos – Scheuring, 2002), hogy nem követünk-e el ezzel lényeges hibát. Dolgozatunkban ennek a kérdéskörnek néhány érdekes részletét tárgyaljuk.

Az irracionális számok furcsaságai

A probléma gyökerei messzire nyúlnak vissza, folytonos létszám feltételezése esetén

ugyanis azt is megengedjük, hogy a létszám irracionális értékeket is felvegyen. Az irracionális számok léteire először a pithagoreusok következtettek, ez az új fogalom azonban annyira ellentétes volt világképünkkel, hogy felfedezőjét megölték, és megtiltották, hogy bárki beszéljen az új típusú számokról. Első pillantásra talán furcsa ez a heves reakció, mégis érthetőbbé válik, ha meggondoljuk, hogy egyetlen irracionális szám végtelen mennyiségű információval írható csak le. Jogosnak tűnhet tehát a XX. századi intuicionisták megközelítése, akik szerint más módon tekinthetők létezőnek a racionális és az irracionális számok (Brouwer, 1975). Míg az előbbieket „statikus” értelemben léteznek, az utóbbiakat csak mint egy végtelen, soha be nem fejeződő folyamatot képzelhetjük el. Ha az irracionális számokat a racionálisokkal azonos módon létező objektumoknak fogjuk fel, akkor gödéli értelemben feloldhatatlan (vagyis egyszerre bizonyíthatatlan és cáfolhatatlan) állításokhoz juthatunk.

Rényi Alfréd mutatott rá elsőként (Rényi, 1957), hogy az irracionális számok nem csupán a formálisan eldönthetetlen kérdésekkel, de a véletlennel is szoros kapcsolatban állnak. Az általa vizsgált leképezéssorozat talán legegyszerűbb illusztrációjaként tekintünk az

$$x_{i+1} = 2x_i \bmod 1 \quad (1)$$

(úgynevezett diadikus) rekurzióval megadott sorozatot, mely véletlen jellegű tulajdonságot mutat, ha az x_0 kezdőérték irracionális szám. Konkrétan a diadikus leképezés esetében, irracionális kezdőpont esetén a sorozat elemei egyenletes eloszlást fognak mutatni az egységintervallumon, függetlenül a kezdőpont helyzetétől. Rényi olyan determinisztikus rendszerre mutatott itt példát, melynek hosszú távú viselkedése megjósolhatatlan, az ilyen rendszereket nevezzük kaotikusnak. Ilyen típusú viselkedést valós populációkon is megfigyelhetünk.

A lemmingek titokzatos élete

Alfred Brehm (Brehm, 1990) szerint a lemmingek (*Lemmus lemmus*) Skandinávia legrejtélyesebb állatai. Az egérhez hasonló kis rágcsálók hosszú időszakokra eltűnnek, majd hirtelen ellepik a környéket. Nem kísérjük meg, hogy megmagyarázzuk a lemmingek titokzatos viselkedését, csupán egy rendkívül egyszerű, kvalitatív modell segítségével próbáljuk meg bemutatni, hogy milyen populációdinamika állhat esetleg a jelenség mögött. Tételezzük fel, hogy a lemmingpopuláció azonos időnként megduplázódik, viszont ha elér vagy túllép egy rögzített N küszöbszámot, akkor N lemming elpusztul, a többi elvándorol, és a korábbi szabály szerint továbbszaporodik. A küszöbszámot indokolhatja a lemmingek adott környezetében fellelhető táplálék mennyisége. Képletbe foglalva a lemmingpopulációt szabályozó törvényt egy rekurzióhoz jutunk, mely az i -edik állapotban mérhető X_i létszám függvényeként adja meg az $(i+1)$ -edik állapot X_{i+1} létszámát:

$$x_{i+1} = 2x_i \bmod N \quad (2)$$

Láthatjuk, hogy mindössze az $x_i = X_i/N$ transzformációt kell végrehajtanunk, és máris a diadikus leképezéshez érkezünk.

Az utóbbit már részletesen tárgyaltuk, felmerül tehát a kérdés, hogy mit tudunk mondani Rényi eredményei alapján egy nagy létszámú lemmingpopuláció hosszú távú viselkedéséről. Másként fogalmazva: milyen statisztikát kapunk, ha véletlenszerű időpontokban megszámloljuk a lemmingeket (nagy N küszöbszámot feltételezve). Vajon nagy N esetén a diadikus leképezés irracionális kezdőértékből induló trajektóriáira jellemző, determinisztikus de megjósolhatatlan, ergodikus viselkedést vagy jól megjósolható dinamikát fogunk-e látni? Vegyük észre, hogy a két feladat között alapvető különbség van: míg a diadikus leképezés (szakaszosan) folytonos, addig a kis rágcsálók populációit leíró leképezés diszkrét.

Először vizsgáljuk meg kis N küszöbszám esetén a lemmingpopuláció viselkedését! Az egyszerűség kedvéért tekintsünk el attól a problémától, hogy egy lemmingből hogyan lesz két lemming. Ha $N=13$, és három lemminggel indítunk, akkor a következő viselkedést tapasztalhatjuk: $3 \rightarrow 6 \rightarrow 12 \rightarrow 11 \rightarrow 9 \rightarrow 5 \rightarrow 10 \rightarrow 7 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 3$. (Vegyük észre, hogy ez egy $K=12$ hosszúságú ciklus.) Természetesen, ha zérus lemminggel kezdünk, akkor is „ciklikus” a viselkedés, a ciklus hossza egy: $0 \rightarrow 0$. Azt mondhatjuk, hogy az $N=13$ eset „emlékeztet” az irracionális számoknál tapasztalt viselkedésre, amikor is a diadikus leképezés a teljes intervallumon egyenletes valószínűségeloszlást produkált. Gyökeresen más a helyzet, ha az $N=16$ esetet vizsgáljuk, ekkor ugyanis azt tapasztaljuk, hogy függetlenül az induló létszámtól, a populáció legfeljebb négy lépésben kipusztul, vagyis az egyelemű $0 \rightarrow 0$ ciklusba (más néven fixpontba) fut bele a trajektória legfeljebb négy iteráció után. Néhány példa: $3 \rightarrow 6 \rightarrow 12 \rightarrow 8 \rightarrow 0$; $5 \rightarrow 10 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 0$; $7 \rightarrow 14 \rightarrow 12 \rightarrow 8 \rightarrow 0$. Nagy N -ek esetén is azt tapasztaljuk, hogy az N küszöbszám kismértékű megváltoztatása teljesen átrendezi a dinamikát.

Bár a lemmingpopuláció kétségkívül igen komplex viselkedést mutat, első ránézésre talán nem egyértelmű, hogy ennek a komplexitásnak mi a kapcsolata a Rényi által a diadikus leképezésben felfedezett komplexitással. Az utóbbi esetében beszélhetünk a kezdeti feltételekre való érzékenységről. Bár a lemmingeknél esetenként tapasztalhatunk analóg jelenséget, de általánosságban nem érvényes ez a tulajdonság: gyakran előfordul ugyanis, hogy a trajektóriák nemhogy távolodnának, de éppenséggel közelednek, például a korábban említett $N=16$ esetben minden trajektória befut az $X=0$ fixpontba. Mi tehát az egzaktul megfogalmazott kapcsolat a diszkrét rendszer (lemmingek) és a folytonos (diadikus leképezés) között? A lemmingek leírására végtelenül sok diszkrét leképezést használunk, minden N -re más a leképezés szerkezetét jellemző gráf. Figyeljük meg azonban, hogy az összes diszkrét leképezés összes lehetséges trajektóriájához kivétel nélkül, egyértelműen hozzárendelhető a folytonos leképezés egy-egy trajektóriája, éppen a már bemutatott $x_i = X_i/N$ transzformáció segítségével. A fenti megfigyelésből az következik, hogy a folytonos esetben tapasztalt, kezdeti feltételre való érzékenységgel analóg tulajdonság a diszkrét leképezésnél az N küszöbszámra való érzékenység. Legyen például $X_0=5$, $N_1=100$, $N_2=99$. Az első esetben négyelemű, a második esetben harmincelemű ciklusba jutunk. A radikális eltérést a folytonos leképezés kezdeti feltételekre való érzékenysége világítja meg, itt ugyanis az első trajektória az $x_0=5/100=0,05$, a második pedig az $x_0=5/99=0,050505$ kezdőértéknek feleltethető meg.

Ciklusok távolsága

és az eloszlások aszimmetriája

Iménti megfigyelésünket úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a diadikus leképezés esetén egymáshoz közeli N értékekhez tartozó ciklusok egymástól távol esnek. Megfigyeléseink szerint ennek oka a dinamika tágító

jellege, hiszen az „ N -érzékenység”-ről megmutattuk, hogy a kezdeti feltételekre való érzékenység okozza. A továbbiakban ezt az intuitív állítást próbáljuk matematikai tartalommal megtölteni. Mivel nagyon rövid ($n < 3$ hosszúságú) ciklusok esetén a dinamika tágító hatása nyilván nem jelentkezik, ezért ezeket a további vizsgálatokból kizárjuk.

Definiáljuk két ciklus távolságát: legyen a két ciklus C_1 és C_2 , hosszuk n_1 és n_2 , elemeik legyenek egész számok és jelölje őket

$$\gamma_{ij}, i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_i$$

az utóbbi jelölést periodikusan kiterjesztjük, legyen tehát (3)

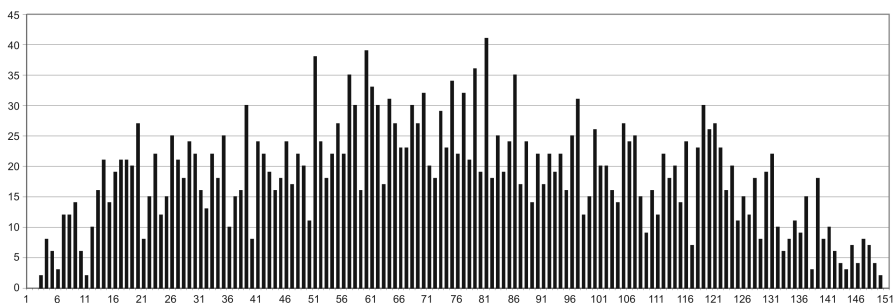
$$c_{ij} = \gamma_{i, (j \bmod n_i)}, i = 1, 2; j = 1, 2, \dots$$

Két ciklus távolságának a következő mennyiséget fogjuk nevezni: (4)

$$\Delta(C_1, C_2) = \min_k \left\{ \frac{1}{n_1, n_2} \sum_{i=1}^{n_1, n_2} |c_{1,i+k} - c_{2,i}| \right\}, k = 0, 1, \dots, n_1 - 1 \quad (5)$$

A definíció szerint tetszőleges ciklus önmagától mért távolsága zérus. A távolság két ciklus között éppen d , ha az egyikből a másikat úgy hozzuk létre, hogy minden elemhez hozzáadunk d -t. Az imént leírtakból következik, hogy rögzített N esetén két ciklus távolsága legalább egységnyi, hiszen nem lehet közös elemük a ciklusoknak.

Vizsgáljuk most meg, hogy iménti intuíciónk (nevezetesen, hogy közeli N értékekhez tartozó ciklusok távol esnek) mennyire igazolható a most bevezetett távolságfogalom segítségével. A numerikus vizsgálat során „közelinek” tekintünk két N értéket, ha különbségük legfeljebb 2. A diadikus leképezés összes, $n > 2$ hosszúságú ciklusára ($1 < N < 5000$) meghatároztuk, hogy az adott C_1 ciklushoz melyik C_2 ciklus esik legközelebb a közeli N értékek esetén. A legkisebb $\Delta(C_1, C_2)$ távolságot hozzárendeltük a C_1 ciklushoz, és elkészítettük a távolságok statisztikáját, melyet az 1. ábra mutat a $2 < N < 500$ intervallumra.



1. *ábra* • A diszkrét diadikus leképezés ($2 < N < 500$) összes, $n > 2$ hosszúságú (2763 db) ciklusához rendelt legkisebb Δ távolságok statisztikája közeli N értékek esetén. Figyeljük meg, hogy alig található kis ($\Delta < 1$) távolság (átlag: 72,68) és az eloszlás közel szimmetrikus (ferdeség = 0,04).

Azt figyelhetjük meg, hogy a statisztika várható értéke meglehetősen nagy (72,68), és a ciklusoknak alig van közeli ($\Delta < 1$) szomszédjuk. Ez igazolja korábbi intuíciónkat. Tévedés volna azonban azt gondolnunk, hogy ez általánosan jellemző a kaotikus leképezésekre. Egy másik, igen gyakran példaként is vizsgált, nevezetes kaotikus rendszert írja le az úgynevezett logisztikus leképezés:

$$x_{i+1} = I(x_i) = \mu x_i (1 - x_i), \quad (6)$$

melyre $\mu = 4$ esetén szintén jellemző, hogy tipikus kezdőpontból induló trajektóriái véletlenszerűen járják be az egységintervallumot (itt a jellemző valószínűsűrsűrűség azonban távolról sem egyenletes). Bennünket természetesen a logisztikus leképezés diszkretizáltja érdekel:

$$x_{i+1} = L(x_i) = [\mu x_i (1 - x_i)], \quad (7)$$

mely hasonlóan a diszkrét diadikus leképezéshez, szintén véges hosszúságú ciklusokból és azokba bevezető trajektóriaszakaszokból áll. (A képletben $[\]$ a lefelé kerekített egészértéket jelöli.) A logisztikus leképezésnél, $\mu = 4$ esetében szintén meghatároztuk minden $n > 2$ hosszúságú ($2 < N < 5000$) ciklus legközelebbi szomszédját, és elkészítettük a minimális távolságok statisztikáját, melyet a

2. *ábra* illusztrál logaritmikus léptékben. Ez a statisztika gyökeresen eltér a diadikus leképezésnél látottól: nemcsak várható értéke kisebb lényegesen, de markánsan megjelennek a közeli ($\Delta < 1$) szomszédokkal rendelkező ciklusok is. A Δ -statisztikák közötti különbség leginkább az aszimmetria (ferdeség) segítségével számszerűsíthető:

$$f(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_k) = \left[\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{\Delta_i - E}{\sigma} \right], \quad (8)$$

ahol E a statisztika várható értékét, σ pedig a szórást jelöli; f értékeit az ábrákon feltüntettük.

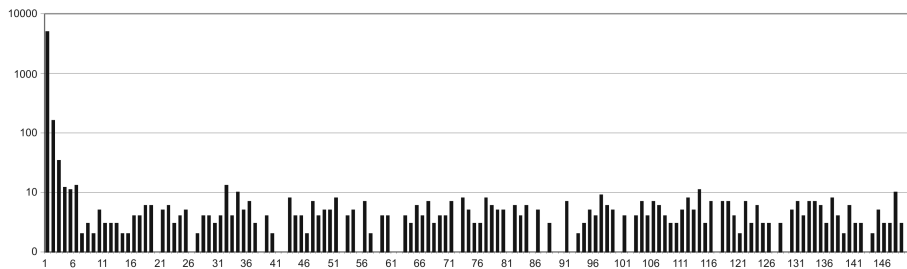
Talán a Δ -statisztikák ferdeségénél is élesebben mutatja a két leképezéstípus közötti különbséget a ciklusokon értelmezett szomszédsági gráf. A gráf csúcspontjai a ciklusok, él pedig ott létezik, ahol $\Delta < 1$. Minden csúcsponthoz (ciklushoz) hozzárendelhetjük a rajta áthaladó leghosszabb él-út hosszát, ezt az egész számot nevezzük élindexnek. A diadikus leképezés esetén a szomszédsági gráfnak nincs éle, tehát minden élindex azonosan zérus. A logisztikus leképezés esetében azonban igen magas élindexek is léteznek, ezek eloszlását mutatja a 3. *ábra*. A numerikus vizsgálatok tehát azt mutatják, hogy diszkretizált, kaotikus leképezések szerkezete között gyökeres

eltérés mutatkozhat, most ennek egyik fő okát fogjuk elemezni.

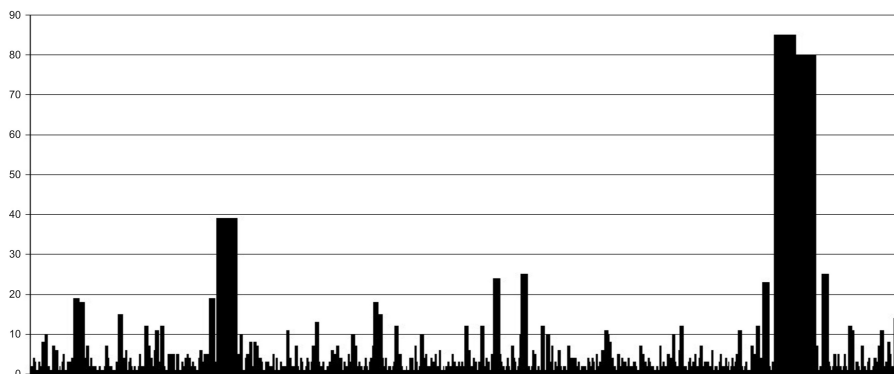
A kritikus pont és az optimális ciklusok

A diadikus és a logisztikus leképezés közötti legmarkánsabb különbség az, hogy míg az előbbi tágító jellegű, tehát deriváltjának abszolút értéke egynél mindig nagyobb, addig az utóbbinál a derivált egy pontban ($x=1/2$) zérussá válik, vagyis rendelkezik kritikus ponttal. A folytonos leképezések közötti ezen markáns különbség okozza a diszkrétizált leképezések szerkezetében tapasztalt lényeges eltérést is. A kritikus pont környezetében a diszkrét leképezés azonos értékeket ($X=N-1$) vesz fel. Mivel a

(7) leképezés másodfokú, ezért a környezet nagyságrendileg $\sqrt{N}$ sugarú, és (7) alapján $L(N-1)=3$, ezért az $N/2$ környékén elhelyezkedő, közelítőleg $\sqrt{N}$ darab cella képe a [3] cella lesz, bármely N esetén. Amennyiben a [3] cella valahányadik képe beleesik az $N/2 \sqrt{N}$ sugarú környezetébe, úgy egy ciklus jön létre. Különösen érdekes ez a ciklus, ha minimális számú elemet tartalmaz, vagyis [3], és $[N-1]$ között monoton növekszik. Az ilyen ciklusokat optimálisnak nevezzük, ugyanis különleges tulajdonságokkal rendelkeznek. Természetesen általában nem találunk ilyen ciklusokat, hiszen a [3] cella iterált képe általában nem esik bele az $N/2 \sqrt{N}$ sugarú környezetébe.



2. ábra • A diszkrét logisztikus leképezés ($2 < N < 5000$) összes, $n > 2$ hosszúságú ciklusához rendelt legkisebb Δ távolságok statisztikája közeli N értékek esetén logaritmikus léptékben. Élesen különválnak a közeli ($\Delta < 1$) és távoli ($\Delta > 1$) ciklusok, az eloszlás ferdesége $f=45,37$.



3. ábra • Az egyes ciklusokhoz rendelt legmagasabb élindek eloszlása N függvényében a logisztikus leképezés esetén a $2 < N < 5000$ intervallumban.

Könnyen belátható azonban, hogy mivel $N/2$ környékén a függvényérték állandó, ezért N értékének kisebb módosítása (vagyis a diszkrét négyzettrács kismértékű zsugorítása/tágítása) tipikusan nem változtatja meg az optimális ciklusok szerkezetét. Ha tehát $N=N_0$ esetén találtunk optimális C_1^* ciklust, melynek hossza n_1 , akkor $N=N_0 \pm 1$ esetén tipikusan találni fogunk egy másik, azonos hosszúságú optimális C_2^* ciklust úgy, hogy $\Delta(C_1^*, C_2^*) = 1/N$. Az $1/N$ távolságot éppen a legnagyobb függvényérték 1-gyel történő módosítása okozza, egyébként a két ciklus azonos. Kellően nagy N esetén a függvény meredeksége a [3] cella környékén ~ 4 , ezért ha $N=N_0$ esetén találtunk egy optimális C_1^* ciklust, melynek hossza $n_2 = n_1 + k$. A fentieket összefoglalva megállapíthatjuk, hogy N értékét egyesével növelve, optimális ciklusokat (melyek egymástól $\Delta=1/N$ távolságra helyezkednek el) csoportosan $N_0 < N < N_0 + c \cdot \sqrt{N_0}$ között majdnem minden N -re találhatunk, a következő csoport első elemét pedig $N=4N_0$ környékén kell keresnünk. Néhány ilyen csoport (zárójelben az optimális ciklusok hossza):

- 15 $< N < 26$ ($n=3$),
- 64 $< N < 86$ ($n=4$)
- 266 $< N < 307$ ($n=5$)
- 1086 $< N < 1167$ ($n=6$)
- 4378 $< N < 4545$ ($n=7$)

Ezek a csoportok tartalmazzák a legmagasabb élindekszél rendelkező ciklusokat, a csoportokhoz rendelt négy „torony” világosan elkülönül a 3. ábrán. Megjegyezzük: a diszkrét leképezés optimális ciklusai lényegében a folytonos leképezésben $\mu=4-\varepsilon$ paraméterértéknél fellelhető, úgynevezett szuperstabil ciklusok diszkrét képének tekinthetők. Ezek a ciklusok áthaladnak a kritikus ponton, ebből adódik szuperstabilitásuk.

Összefoglalás

Dolgozatunkban diszkrét, kaotikus leképezések szerkezetével kapcsolatos néhány

kérdést vizsgáltunk populációdinamikai modellekkel kapcsolatban. Elsőként a diadikus leképezést mutattuk be, és azt is illusztráltuk, hogy a biológiai paraméternek tekinthető N szám kis megváltozása a dinamika drasztikus változásához vezetett. A változás leginkább a diszkrét ciklusok hosszának és szerkezetének módosulásával volt illusztrálható. Ennek számszerűsítése céljából bevezettük a két ciklus távolságát mérő Δ mennyiséget, és bemutattuk a diadikus leképezés ciklusain végzett numerikus vizsgálat eredményét. Ez igazolta korábbi, intuitív megállapításainkat, mely szerint közeli N értékhez tartozó ciklusok tipikusan távol esnek egymástól. Ezután bemutattuk a populációdinamikai modellekben használt logisztikus leképezést és annak diszkrét változatát. Itt a távolságstatisztikára vonatkozó numerikus vizsgálat gyökeresen mást mutatott, ugyanis kiderült, hogy a ciklusok jelentős hányadának van közeli szomszédja. A két eloszlás közötti különbséget leginkább ferdeségük, vagyis a harmadik momentum segítségével lehetett számszerűsíteni. Ezután megkíséreltük megmagyarázni, hogy mi okozza a radikálisan eltérő viselkedést. Megmutattuk, hogy a kritikus pont jelenléte úgynevezett optimális ciklusok létrejöttéhez vezet. Ezek a ciklusok szabályos szerkezetben, nagy csoportokban bukkannak fel, és egymástól mért távolságuk minimális. Ezek és hasonló társaik okozzák a logisztikus leképezésre vonatkozó távolságstatisztika nagymértékű ferdeségét.

A diadikus és logisztikus leképezésnél tapasztalt viselkedést más példákban (többek között a jól ismert Ricker-modellen) is vizsgáltuk, és azt tapasztaltuk, hogy lényeges eltérés mutatkozik aszerint, hogy az adott leképezés rendelkezik-e kritikus ponttal. A vizsgált példák jellemző adatait az 1. táblázatban foglaljuk össze (további részletek: http://www.iit.bme.hu/~domokos/doc/domokos_bohak_1.doc) A bemutatott leképezések közül kritikus ponttal rendelkezik a logisztikus, a

Megnevezés	Leképezés	Ciklusokat jellemző paraméterek ($2 < N < 5000$)					
		D	D^*	n_{atl}	C_{atl}	F	c_1
Diadikus	$X_{i+1} = 2X_i \bmod N$	81 797	75 132	29,88	16,36	0,05*	0,00%
Logisztikus	$X_{i+1} = [4x_i(1-x_i)]$	21 210	12 707	10,65	4,24	45,37	38,84%
Negyedfokú	$X_{i+1} = \left[N - \frac{16}{N^5} \left(X_i - \frac{N}{2} \right)^4 \right]$	16 581	9035	9,34	3,31	49,64	76,00%
Ricker	$X_{i+1} = \left[b \cdot X_i \cdot e^{(-X_i)^c} \right]$ $b=2,5; c=1$	18 994	11 192	5,70	3,80	45,91	88,40%
p-adikus	$X_{i+1} = [2 \cdot 1 \cdot X_i] \bmod 1$	27 975	16 973	13,15	5,59	0,174	0,00%

1. táblázat • A bemutatott leképezések és a $2 < N < 5000$ intervallumra vonatkozó statisztikai adatok (d – a ciklusok száma; d^* – a kettőnél hosszabb ciklusok száma; n_{atl} – a ciklusok átlagos hossza; C_{atl} – átlagos ciklusszám rögzített N esetén ($C_{\text{atl}} = d/4999$); E – a ciklusok legközelebbi szomszédjainak átlagos távolsága; f – a távolságstatisztika ferdesége (a (2) leképezés esetén ezt az adatot a ciklusok nagy száma miatt a $2 < N < 500$ intervallumból számoltuk, de azt tapasztaltuk, hogy f értéke N függvényében alig változik, tehát ez jó nagyságrendi becslésnek tekinthető.) ; c_1 – azon ciklusok aránya, melyek rendelkeznek közeli ($\Delta < 1$) szomszédal)

negyedfokú, valamint a Ricker-modell, tágitó a diadikus, valamint a p-adikus modell. Figyeljük meg, hogy a ferdeség alapján világosan elválnak a tágitó és a kritikus ponttal rendelkező leképezések. Természetesen léteznek olyan leképezések is, melyek se nem tágitóak, se nem rendelkeznek kritikus ponttal. Ilyen esetre az itt vázolt elmélet nem ad egyértelmű útbaigazítást.

A bemutatott elmélet és a vizsgált példák alapján a biológiai alkalmazások szempontjából érdekes tanulságokat szűrhetünk le. Amennyiben a populáció dinamikája kaotikus, és azt tágitó leképezés írja le, úgy az igen érzékeny azon külső paraméterek megváltoztatására, melyek a populáció maximális létszámát szabályozzák. Amennyiben a dinamika ka-

otikus ugyan, de a leíró leképezésnek van kritikus pontja, akkor a diszkrét rendszer jóval stabilabban reagál az említett külső paraméter kis változására. Természetesen az itt említett érzékenység/stabilitás nincs közvetlen kapcsolatban a populáció létszámának véletlen megzavarásával szembeni érzékenységgel/stabilitással. Utóbbiak megállapítása további vizsgálatokat igényel.

Szerzők Scheuring Istvánnak és Tél Tamásnak mondanak köszönetet értékes javaslataikért és megjegyzéseikért. A munka az OTKA TS 049885 témája támogatásával készült.

Kulcsszavak: *populációdinamika, diszkrét leképezés, káosz, stabilitás*

IRODALOM

- Brehm, Alfred (1990): *Az állatok világa*. ÁKV–Maece-nas, Budapest
 Brouwer, L[uitzen] E[lgbertus] J[lan] (Heyting, A. [ed.]) (1975): *Collected Works*. Vol.1. North Holland/American Elsevier
 Domokos Gábor – Scheuring István (2002): Random Perturbations and Lattice Effects in Chaotic Population Dynamics. *Science*, 297, 5590, (Sept. 27). 2163.
 Domokos Gábor – Szász Domokos (2003): *Ulam's Scheme Revisited: Digital Modeling of Chaotic*

- Attractors Via Micro-Perturbations*. Discrete and Continuous Dynamical Systems, Series A. Vol. 9. No. 4. 859–876.
 King, Aaron A. – Deshemais, R. A. – Henson, S. M. – Costantino, R. (2002): Random Perturbation Effects in Chaotic Population Dynamics. *Science*, 297, 2163b.
 Rényi Alfréd (1957): Real Numbers and Their Ergodic Properties. *Acta Math. Acad. Sci. Hung.* 8, 477–493.
 Szépfalusi Péter – Tél Tamás (1982): *A Káosz*. Akadémiai, Budapest

A FIZIKA-KÉMIA ÁTLÉNYEGÜLÉSE: A MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNY

Gyulai József

az MTA rendes tagja, MTA MFA
gyulai@mfa.kfki.hu

Bevezető

Hadd kezdjem egy idézettel (Gyulai, 2005): „Az alap kutatásban a megértéshez vezető út tévedésmentessége, egyértelműsége érdekében ugyanis a probléma egyszerűsítésének, lemeztenítésének útját kell választani. Emiatt, ha a modellszerűvé redukált problémát megoldották, a kutatók többnyire lezárnak is érzik az ügyet (mai prioritásokra gondolva: aligha hoz már magas impakt faktort vagy jelentős számban további hivatkozásokat...) – ritka és kivételes tehát, hogy alapkutatói szakmai iskolák felbővítsék az értelmezéseket arra a komplexitásra, részletességre, amely a gyakorlati alkalmazások megvalósításához viszont nélkülözhetetlenek. A célzott alap kutatás, a »targeted research« teszi meg az első lépéseket ebben az irányban és viszi közel az iparhoz, hívja fel annak a figyelmét, hogy valami »használható« született. Ez a »munkamegosztás« alap- és alkalmazott kutatók, valamint a »horogra került«, azaz fellelkesített fejlesztők között: ez az ideális modell. Sajnos, a fordított sorrend is gyakori, amikor az értelmezés csak késve követi az alkalmazást. Ott azonban kibuknak a gondok – mondjuk – a környezeti, egészségi hatások környékén... Szeretném hinni, hogy a csúcstechnológia éppen e téren állítja talpára a világot: értelmezésben az a csúcstechnológia, amely szimulációval is követhető, előre lejátszható és tökéletesen kézben tartott folyamatokkal alkot.”

A választott cím megvilágítása

Hogyan életem meg azt, hogy mindig a fizika-kémia és a műszaki tudomány határán mozogtam? Álljon itt egy kis szakmai – de remélem érthető – magyarázat. A Bell Labor Nobel-díjas munkatársainak annak idején azért nem sikerült a MOS (Metal-Oxide-Semiconductor) tranzisztort megcsinálniuk, mert a légből vízmolekulák tapadtak a félvezető szabad felszínére, és ezek létrehoznak egy elektromos teret a félvezető felszíni rétegében, ami azonban „leármylekölja” a szándékos szabályzást. Az 1966-1970 időszakban oldotta meg a problémát a Fairchild kutatógárdája, élükön Bruce Deallel és (a Budapesten született) Andrew Grove-val azzal, hogy megvalósította a szilícium saját oxidja növesztésének azt a higiéniáját, amellyel a szabályzó elektromos teret adó oxidkondenzátort rá lehetett építeni magára a félvezetőre, és közben lehetett tantani az abba beépülő töltések mennyiségét, minőségét. Olyannyira egyszerű volt ez az eredmény, hogy gyártani tudtak egymás mellett olyan tranzisztorpárt, amelyek közül az egyik feszültségmentes esetben van „nyitva”, azaz vezető állapotban, a másik éppen fordítva. Ez a tranzisztorpár ugyanis képes digitálisan számolni. A sikertörténet következő állomása az Intel megalapítása lett. 1969-ben, óriási szerencsével bekerülhettem az akkor újdonságot jelentő ionimplantációs kutatások felé mozduló Caltech-gárdába, amelyet Jim Mayer professzor vezetett. Mi látnuk a módszer

lehetőségeit, és missziós érzést adott a tudás, a meggyőződés. Emlékszem, 1970-ben az intelesek még annyira bíztak a technikájukban, hogy teljes mértékben lesajnálták az általunk lelkesen kutatott ionimplantációt. Ebben az az előítélet is benne volt, hogy egy gyárban a fizikus-tákolmánynak tűnő részecskegyorsító, azaz maga az „implanter”, hihetetlenül idegenül hatott. Igen ám, de ennek a „fizikus-trükknek” inherens tulajdonsága volt az irányíthatóság, a pontosan szabályozható kémiai adalékolás. Már itthon voltam, amikor kikövetkeztettem, hogy az Intel is módosított a véleményén: egy levélből ugyanis megtudtam, hogy az első amerikai, implantációs „kvázidoktoranduszom” az Intelnél kapott állást. Az ionimplantáció nélkül nem folytatódhatott volna a Moore-törvény. Az Intel mai processzorainak gyártási ciklusában huszonnégy alkalommal alkalmazzák az ionimplantációs anyagbevitelt, a pontos adalékolást. És még a holnapnak is minden bizonnyal része marad.

Mindebben az anyagtudomány, amelyet szoktak „keresztirányú” (horizontális) tudománynak nevezni, alapvető szerepet játszik. Trivialitás, hogy anyagként manifesztálódik minden, még a gondolat is. Közhang lett, hogy a civilizáció korszakai jellemezhetőek az újonnan felfedezett vagy új, akár a hatalmi fölényt biztosító tulajdonságokat hordozó anyagok nevével.

Az anyagtudomány keresztirányú volta – és a művelői szemében különleges értéke – az interdiszciplinitásában is jelentkezik. Ezt az is jelzi, hogy sok alaptudomány vallja saját gyermekének, például az MTA-ban is három tudományos osztály: a fizikai, a kémiai és a műszaki. Az első elveket közelítő anyagtudományi ismeretek a fizikából indulnak, indultak ki. Emiatt a szilárdtestfizika, a termodinamika, a krisztallográfia, fizikai optika határa diffúz az anyagtudomány felé, sokszor csupán kutatásfilozófiai: a jelenség-

orientált kutatások során felfedezett fizikai, kémiai törvényeket az anyagtudomány mint a mikrovilágban működő, anyagalakító „szerszámokat” használja. A kémia is saját leszámazottjának tartja az anyagtudományt, alapvetően azért, mert a már hivatkozott fizikai elvek sorra váltak először kémiává és onnan anyagtudományos szerszámokká – ugyan-csak diffúz szakmai határokat hozva létre.

Az én szakmai látókörömben elsősorban a „funkcionális” anyagok, ezek egyes technológiai kerültek. A *funkcionális* anyagok kategóriájában az anyagoknak főleg az elektromos, optikai, mágneses viselkedése, a külső hatásra adott ilyen „válasza”, azaz valamilyen tulajdonságának megváltozása a meghatározó. A „funkció” tehát lehet az anyag egyetlen belső tulajdonsága (például alakra emlékező *smart* anyagok), de lehet technológiai műveletek sorával kialakított számítás-, híradástechnikai vagy optikai alkalmazás – az optoelektronikáig értve ezt –, illetve lehet mágneses, gravitációs érzékelés stb.

Ebből levezethetően tehát az „érzékelés” és/vagy a „beavatkozás” képessége, kategóriája különbözteti meg elsősorban a funkcionális anyagokat a szerkezeti anyagoktól. Így haladunk egy minden paraméterben kézben tartott („Szép új...”) világ felé (bár én inkább az eredeti, a *brave new* jelzőre szavazok). Mindez a számítógépek adatéhségét kielégíteni hivatott „érzékelők és beavatkozók forradalmaként” érik napjainkban – beleértve akár az „intelligens homokot”, vagy a *mote*-nak nevezett apró érzékelőket, amelyek mindenfélét mémek a testünkben, környezetünkben, bárhol, és – ez a nagy újság! – telekommunikációs kapcsolatban vannak a számítógéppünkkel. A most hazánkban is előtérbe került *ambience* (vagy *ambient*) *intelligence* is ennek változata.

A nemzetközi szint

Álljon itt egy táblázat, amely a mai anyagtudomány számára a legfontosabb kihívásokat,

feszítő igényeket foglalja össze az alkalmazási kategóriák és az anyagcsaládok kapcsolati rendszerében – az olvasmányaim alapján. (Az anyagcsaládok közé a biológiai anyagokat – szakértelmem korlátai miatt – nem iktattam be, így az agro-, a bio-alkalmazások frontkutatásai is szűkebben szerepelnek, *1. táblázat*). A táblázatot nézve elsőre feltűnik, hogy minden kockájába tudtam fontos, esetenként égető problémákat írni. Ez azt jelenti, hogy a KF teljes fronton halad. A másik feltűnő az, hogy sok mező több iparágat érint – ez is természetes, hiszen ha a számítógépesítésre gondolunk, az egymágában minden alkalmazási területet kardinálisan befolyásol. A vastagbetűsen szedett problémák azok, amelyek a személyes ismereteim és ítéletem szerint a legérdekesebb anyagtechnológiai kérdéseket vetik fel.

A funkcionális anyagokon (elsősorban félvezetőkön) alapuló számítástudomány, amely mára a programok, programcsomagok már-már humanoid intelligenciáját építette be, képes a teljes anyagtudomány átalakítására is azáltal, hogy olyan számítási kapacitást hozott létre, amellyel a valóságot tetszőleges pontossággal írják le, modellezik, „szimulálják”. Az IC-gyártás fejlődése során több méretgeneráció-váltásnál (csomópont, *node*) hoztak azonnali sikert az előzetes számítógépes modellezések. Ez nemcsak rendkívüli gazdaságosságot, de jelentős környezetkímélést is eredményezett.

A kihívások új optimalási elemeket vittek az anyagtudományba: az energia- és anyagtakarékosságot és – reményeink szerint – a reciklizálhatóságot, hogy egy hulladékmentes világ víziója lehetségessé váljék. A piaci szempontok ugyan – várhatóan – megmaradnak fő hajtóerőként egy-egy technológia bevezetésénél, de időnként a társadalmi érdekek felül kell azt bírálnia e szempontok jövőbe is látó jellege értelmében. Ilyen értelmű – sokszor mindent eldöntő – beleszólást jelentenek a honvédelem, illetve a biztonság igényei is.

Hazai helyzet

Szinte feledésbe merült,¹ hogy a félvezető integrált áramkörök terén volt egy sikeres kitörési kísérlet hazánkban! Ez, az 1975–80 között, OMFB támogatással végrehajtott program, amelyet „LSI Kft.”-nek becéztünk, bizonyította, hogy a hazai szakmai közösség (HIKI, KFKI, TKI és BME) képes volt egy korszerű mikroprocesszort kifejleszteni, és ezer darab előállításával demonstrálni ezt a készségét. A szakma ma legelismertebb és a szakmában is maradt kutatói – kiragadott példaként *Csurgy Árpádot, Roska Tamást, Bárszony Istvánt, Keresztes Pétert* említem – ezen az újjgyakorlaton alapozták meg mindmáig „eladható” tudásukat. Mások kisvállalatokat alapítva tették teljesebbé az innovációs kört (Kraft, Mikrovákuum stb. (A nagyon sikeres Semilab az MFKI választotta prioritás, az úgynevezett vegyület-félvezetők oldaláról érkezett, de mára a fő bevételt már a szilíciumpiacán bevált mérőeszközüik hozza.)

A folytatásként létrehozott Mikroelektromikai Vállalat 1985-ös tüzését követően azonban kudarcba fulladt minden, már csak azért is, mert az akkori kormány a Lloyd Biztosítótól (igen: a gyárat gondosan és jó helyen biztosították!) kapott nagy összeget nem a szakmába forgatta vissza. Tetézte mindezt azzal, hogy helyt adott olyan destruktív és – napjainkra is tanulságos – vélekedéseknek, miszerint jó, hogy leégett a hazai gyár és a biztosító fizetett, mert úgysem volt korszerű – ami így nem is volt igaz. Emiatt a politikai rendszer megújulását követően különösen hátrányos helyzet állt elő e tudományág hazai presztízsében.

A hazai ellentmondás abban csúcsozott ki – és ez a leginkább élenjáró tudományágakban ma is igaz maradt –, hogy a leghasználhatóbb eredmények jobbra nemcsak hogy külföldi tartózkodásaink ide-

¹ Teljesebb képet rajzolnak erről Mojzes Imre által szerkesztett kötetek (Mojzes, 2001 és Mojzes, 2004).

	Infotechnológia	Energetika	Közlekedés	Gépipar, építőipar	Agro-, bio-	Gyógyászat
Félvezetők	Si, SiGe, A,B,, szén nanocső	teljesítményelektronika, SiC		napelemek	organikus félvezetők	aktív implantok
Szerkezeti kerámiák	átlátszó kerámiák	turbinák, csapágyak	motorok („1-2l-es”)	motorok, szerszám, kemény bevonatok, gépek		protézisek
Funkcionális kerámiák	szenzorok, szupravezetők	tűzelőanyagcella, magas hőmérsékletű szenzorok, akku	motorok („1-2l-es”)	szenzor, nanomegmunkálás	szenzorok, beavatkozók	idegstimulátorok
Optikai, fotonikai anyagok	hullámvezető, chip, photonic bandgap	kisfogyasztású elektronika, LED, lézer (GaN), kisülésses lámpa	a világítás forradalma	monitorok	távírányítás	mesterséges érzékszervek
Polimerek	low, high k, CD, memóriák, szigetelők	napelemek, szigetelők	járműipari igények szerint	hőálló és terhelhető polimerek (300-500 km önhordóképeség!), smart aktív anyagok	membránok, önszerveződés	biokompatibilis, terhelhető smart anyagok
Fémkutatás	tiszta fémek (Cu, Au, W, Ta, stb.), szupravezetés	könnyű fémötvözetek, kompozitok, smart aktív anyagok, acélok, fémhabok			korrozóálló ötvözetek	kompozitok, protéziselemek smart aktív anyagok
Nanoszerkezetű anyagok	mágneses anyagok, „egy-elektron” tranzisztor, kvantumkomputer	turbinák	fullerénszerűek, CN, BN, gyémánt	genom		protézisek, biokompatibilis fullerénszerűek, gyémánt
Többfunkciós mikromegmunkálás, MEMS+nano	adaptív optika	önoptimaló anyagok	intelligens távolságtartók, fékek, ütközők, biztonság minden formában	intelligens szerszámok, intelligens házak	intelligens gépek, GPS-vezérlés	intelligens implantok smart aktív anyagok bekapcsolásával, mesters. érzékszervek
	metanyagok (negatív permeabilitás?); intelligens „homok”, mote érzékelők telekommunikációval; a szenzorok és beavatkozók forradalma					

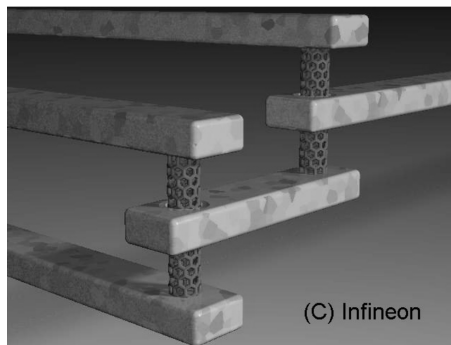
jén születtek, de a hazai alkalmazásukra is csak szórványosan volt, van lehetőség.

A perspektíva

A szakma mai problémáihoz közeledve a Moore-törvényről kell részletesebben beszélni. Gordon Moore, előbb a Fairchild mérnöke, majd az Intel kereskedelmi igazgatója üzleti tervet készített a frissen alakult cég számára. Eközben vette észre, hogy a cég minden évben kétszer annyi tranzisztort tudott egyetlen chipen kialakítani, mint az előzőben. Feltételezte, hogy az Intel képes lesz erre a fejlődésre – még néhány évig. Nem is gondolta, hogy a szakma gazdaságosságának lényegét szavatólok generikus „törvényt” fedezte fel.

Az élet tehát eszerint haladt. De csak a nyolcvanas években kezdték a „törvényt” az ipari prognosztika alapjául használni. Ekkor készültek az első *roadmap*-ek. Ezek tudományosan vizsgálták meg azokat a kutatni-fejleszteni valókat, amelyek biztosíthatják a törvény fenntartását. Előbb amerikai, később és ma *International Technology Roadmap of Semiconductors* (<http://public.itrs.com>) címen négyévente új változatot dolgoz ki egy szakértő grémium, félidőben „naprakészítik” azt. Ebben végigvizsgálják a teljes gyártási folyamatot: mit kell elérnie a KF-nek, hogy a törvény által diktált $tempo^2$ tartható legyen. Ez az olvasmány a magunkfajta kutatóknak kiváló ötletadó abban, hogy hogyan tud belleszólni netán a fősodor egyes problémáinak megoldásába is. A követelményeket három csoportba osztja a tanulmány: 1.) amit saját erőből tud a mai korszerű ipar, 2.) ami ipari fejlesztőintézetekben oldandó meg, és 3.) amit *no known solution* módon fogalmaz meg a tanulmány – az akadémiai szférát is igényelve a megoldáshoz. Hihetetlenül érdekes, hogy a világ kutatása eddig mindig túlteljesítette az elvárásokat: egy-két évvel

² Igaz, az évi két szerződés mára 1,8-re csökkent, de ez is hihetetlen, más iparágban példátlan fejlődés.



1. ábra • A tranzisztorok méretcsökkenésének lehetséges kiterjesztését jelenti, ha az áramvezetékek (téglatestek) megfelelő átfúrásával a nyílásokba helyileg, úgynevezett egyfalú szén nanocsöveket (oszlopok) növesztünk. (Az Infineon fejlesztésében készülő szerkezetet bemutató sematikus ábráért köszönet illeti W. Höhnleint, Infineon GmbH, Drezda.)

korábban ért el minden fázist. Ebben nagyot segített, hogy a tranzisztorokra érvényes az „arányos kicsinyítési” elv. Eszerint, ha egy tranzisztor, adott méreteivel és a kívánt paraméterekkel (sebesség, erősítés stb.) működőképes, akkor annak arányosan kicsinyített mása is ugyanazokat a paramétereket „tudja”. Kivéve a fejlődő hő elvezetésének problémáját. Ez ugyanis Damoklész-kardként lebeg, és évtizedes vitatéma a szakmában, hogy nem fogja-e ez kritikusan veszélyeztetni az elvi határ elérését... A miniaturizálással előállított tranzisztorokra épülő IC-k korszaka, persze, óhatatlanul véget ér – valahol 2016 táján, amikor a tranzisztor teljes mérete húsz-harminc (!) kristályrács méretűre redukálódik, és a szerkezeten belül az egyes anyagrétegeknek egy-két atom távnyi vastagságúaknak kell lenniük...

Ekkorra kellene kialakulnia valami újnak. Hogy gyökeresen új lehet-e ez az új, nem biztos. Már évek óta abban a tartományban járunk, amelyet elérhetetlennek tartott a roadmap előtti szakma. De többről is van szó:

a tőkeerős ipar gazdasági érdeke – így az IC-iparé is – felülbírálhatja, háttérbe szoríthatja a kiváló műszaki eredményeket. Jónagamban hiszek, hogy azok a megoldások lehetnek „nyerők”, amelyek alapvetően kompatibilisek a mai technológia túlélésére képes elemeivel (tulajdonképpen az úgynevezett CMOS-technológia komplexitásáról van szó). Ilyen ötletnek tartom például a maihoz hasonló áramvezetékekbe fűrt vertikális lyukakba növesztett, félvezető (szén) nanocsövekre alapozott megoldásokat (1. ábra). Vagy az atomok két irányban beállítható *spinjét* felhasználó ötleteket, amelyek a mai gyártásnak szintén csak kiskifókú megváltoztatását igénylik (2. ábra).

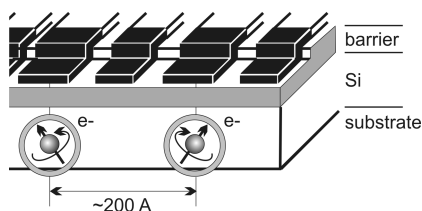
A legújabb időkben a Roadmap már a hírközlés alapeszközeinek fejlesztéséhez szükséges feladatokat is rögzíti – megteremtve ezzel a számítástechnika és a hírközlés igényeinek egységes kezelését.

Mit tehetünk itthon?

Milyen réseket találhat a hazai szakma? Az fontos elv, hogy a lehetőségek határán belül ne csak a szoftverfejlesztésben legyünk

jelen az élvonalban vagy annak közelében, hanem a kapcsolódó hardverek, eszközök előállításába is beleszóljon a hazai kutató-fejlesztő gárda. Az előző változat ugyanis „delokalizált” és sokkal könnyebben áttele-píthető. A hazai kutatóintézetek közül soknak vannak eredményei, eszközei, például az érzékelők forradalmába való beleszóláshoz. Az itteni méretcsökkentésben ugyanis nem feltétlenül kell a Moore-törvény tempóját követni. A nagy lehetőséget az interdiszciplína útja jelenti. Céloztam rá: a funkcionális anyagok jellemzője, hogy bármilyen külső hatásra megváltoztatják valamilyen tulajdonságukat. Ebbe a biológiai hatások, reakciók (például immunreakciók) is beletartoznak. Az orvostudomány már ma is sok olyan eszközt, *kit*-et használ, amelyek ebbe az irányba tett lépésnek tekinthetők. Vannak eredmények, például amelyek biológiai anyagokat építenek szervesen és a komputerkapcsolat megteremtésére alkalmas szerkezetekre, amelyek ezzel intelligenssé válnak. Ezek egy még általánosabb diszciplína, az anyagok, eszközök biokompatibilitása felé nyitnak. A terápiás, de szervezetidegen anyagokra adott immunválaszok kutatása, kézbentartása is egyik kapcsolódási pont, mivel az egészségügy a következő fejlődési lépések, pl. a nanotechnológia célterülete.

Hadd említsek néhány közvetlen példát. Az MFA arra a filozófiára alapoz, hogy a mikrotechnológia, a mikromegmunkálás mindig is nélkülözhetetlen része marad a nanotechnológiának, abban az értelemben, hogy a nanotechnológia „eszközeit” mikrotechnológiai közvetítéssel lehet célba juttatni. Ezért indult el a mikromegmunkálás készségének fejlesztése irányába. A mikromegmunkálás eljárásai ismét csak a fizika és a kémia határán keletkeztek, és mára műszaki tudományvá váltak. Példaként azokat a kémiai marási technikákat említem, amelyek akár százszoros sebességgel marják (oldják) az egyik vagy másik kristálysíkon lévő atomokat. Ennek

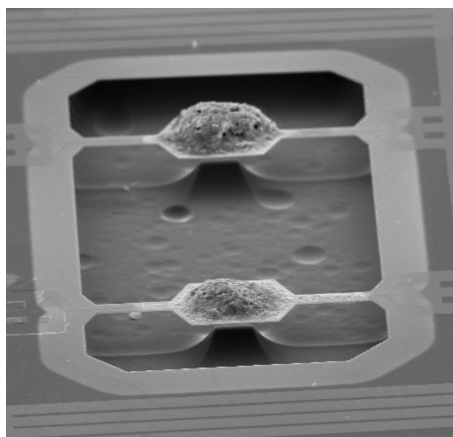


2. ábra • A szilícium 28-as tömegszámú izotópjának nincs „eredendő spinje”. Ennek következtében az egymáshoz közeli helyekre implantált egyedi foszforatomok (körben) spin-állapotai egymáshoz kapcsolnak, és így várható, hogy egy úgynevezett Kane-komputert meg lehet valósítani. (Az ábráért köszönet D. N. Jamiesonnak, Melbourne-i Egyetem, Centre for Quantum Computer, Ausztrália.)

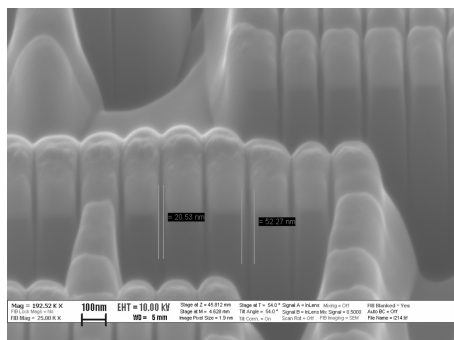
az az eredménye, hogy szinte „maguktól” alakulnak ki különleges, háromdimenziós alakzatok, és ami rendkívül vonzó: atomi pontossággal.

A mikrotechnológiai készség lényegét az adja, hogy sokféle alkalmazás irányába tud elkanyarodni. A tőkehiányunk azonban nagy gond: egy-egy demonstrációs alkalmazás is dollármilliók összeget emésztene fel – és egyáltalán nem biztos a piaci siker. Emiatt – a legtöbb hazai kutatóintézethez hasonlóan – először a finanszírozásra is képes érdeklődést kell felkelteni. Vagy pályázati sikert kell felmutatni. Egy EU5 pályázat (Safegas) segített egy különleges gázérzékelő kifejlesztésében (3. ábra).

Nagy lépést jelentett, amikor egy éve üzembe állt egy pásztázó elektronmikroszkóppal kombinált, úgynevezett fókuszált ionnyaláb berendezés (FIB), amely a nanoméretű megmunkálás gyári eszköze (4. ábra). A segítségével mikronnál kisebb méretű alakzatokat lehet máni egy felületbe, illetve megfelelő gázkeveréket vezetve a



3. *ábra* • Mikromegmunkálással előállított úgynevezett Taguchi-típusú gázérzékelő. A lebegő, kb. 600 °C fűtőtesten lévő katalizátoranyag elégeti az érkező éghető, például szénhidrogén molekulákat (Dücső Cs., Bárszóny I. és mások eredménye, MTA MFA).



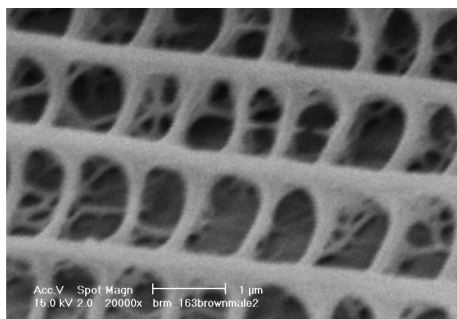
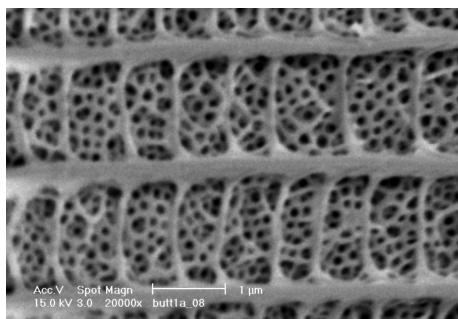
4. *áb*ra • FIB-marás – oszlopos szerkezet kialakítása – a „fogak” közötti rés (sötét vonalak) 50 nm-esek, azaz kb. száz kristálysík. Jelenleg ez a megmunkálási határ az MFA-ban (Tóth A. felvétele).

felület közelébe, azokat a beütöző elektro-
nok vagy ionok energiájával reagáltatva,
akár vezető, akár szigetelő rajzolatokat lehet
felépíteni.

Az ionos anyagmegmunkálás jelenti az intézetnek termékben is megmutatkozó legsikeresebb területét. A speciális, argonionokat alkalmazó, „atomi léptékben hámózó” miniatűr ágyút a Technoorg-Linda *spin-off* cég viszi sikerre. Referenciái közé az IBM, a Samsung, a Berkeley Lab., stb. tartozik. Ebben a témában szépen összedolgozik a mérnöki tervezőmunka és az ionok „hámózó” hatását vizsgáló molekuladinamikai szimuláció.

A fotonika is a vonzó irányok közé tartozik. Ezen a tudományon a fény elemének, a fotonnak, a fotonok interferenciájának különleges hatásait vizsgálják, amelyek akkor lépnek fel, amikor az anyagi szerkezetek a fény hullámhosszával összemérhetőek. Pár éve vették észre (Ebbesen et al., 1988), hogy egy, a fény hullámhosszánál kisebb méretű lyukrendszeren (szitán) lényegesen több fény megy át, mint az átlátszatlan helyek és lyukak aránya! Valahol itt lehet majd a fény természetét is megérteni...

A fotonika egyik izgalmas területe a fotonikus kristályok előállítása, amelyek



5. ábra • Rokon *Lycaenid* lepkék szárnyának fotonikus kristályszerkezete. A bal oldali fémes csillogást ad, a jobb oldali barnás színű – viszont a rossz éghajlati viszonyok mellett magasabb testhőmérsékletet eredményez (Bíró et al., 2003).

bizonyos hullámhossztartományban átlátszatlanok, azaz ott reflektálnak. Az evolúció is felfedezte ezt sok állat, virág színében, sokszor nászruhaként. Az 5. ábra ugyanazon lepkéfaj két egyedének szárnyát mutatja. Az egyik hím (bal oldali) „megengedheti magának” a fémes színekben való tündöklést, mert kellemes éghajlati körülmények között él, a másik, magashegyi példány mutáció révén elvesztette az interferencia-színeket adó finomszerkezetet. Szerencséjére, mert ugyanolyan erősségű fény hatására a testhőmérséklete több fokkal melegebbé válik (Bíró et al., 2003).

Különlegesen fontos területnek érzem az egyre inkább biológiai bonyolultságú informatikai eszközök megbízhatósági kérdéseinek tanulmányozását. Egy átlagos orvosi alkalmazás „megbízhatósága” gyakran csak statisztikában fogalmazódik meg. A fizika-kémia-műszaki tudomány oldaláról érkezők joggal elégedetlenek ezzel. Meg kell találni annak a gondolkodásmódnak a biológiába való átültethetősége kulcsát, amit ma az ipari termelésben *Total Quality Management*nek (TQM) neveznek. Ez valahol, például a mutációk progresszív vagy retrográd osztályozásának kulcsát is rejt.

A természettől azonban sokat lehet és kell is tanulni, de az óvatosság fontos: a természetes kiválogatódás ugyanis nagyon

specifikusan optimál. Példaként a pókháló és a kevlar összehasonlítása kínálkozik. A két anyag mechanikai tulajdonságai szinte azonosak, csak egyetlen ponton különböznek: a pókhálónál a lassú deformációhoz szükséges munka nagy érték, míg a kevlamál éppen gyors alakváltozása a nagy. Ezért alkalmas – az emellett még ragacsos – pókháló a küszködő préda kifárasztására, a kevlar pedig golyóálló mellénynek. Az evolúció nem került szembe a pisztolygolyóval. . .

Befejezés

A szakma jelenlegi helyzete hihetetlenül izgalmas. Valahol a hírközlés, a szenzorika-szabályzás komplex rendszerei állnak a központban. Az IC-technika is ezt szolgálja. E téren a második évtized lesz nagyon kritikus. Ami egyre lelkesítőbb, az a biológia, a fizika, a kémia és az informatika összekapcsolódása. Előbb formálisan, azaz a metodikák átvételében jelentkezik a kapcsolódás, amelyet követni fog, mert követnie kell, a gondolkodásmód hasonulásának. Vallom, hogy a 21. század biológiája jobban fog hasonlítani a 20. század fizikájára, kémiájára, műszaki tudományára, mint az akkori biológiára. Ahogy *Falus András* szölt a szívémből: „A biológia most kezdődik. . .” A biotudományok ugyanis szemünk láttára és csodálatára lépnek át az anyaggyűjtés-

rendszerezés-korrelációkeresés rendkívül fontos és sikeres korszakából abba a korszakba, amelyre a kémia 20. század közepi metamorfózisa a legjobb példa – amely a kvantumfizika inkorporálásával kezdődött, és a fizika jelentős szeletének teljes beolvasztásával folytatódott. Abban hiszek tehát, hogy a következő évtizedben a biotudományok is átveszik azt a gondolkodásmódot, ami az említett természettudományok 20. századi sikereinek kulcsa volt. Elektronfelhők, a Schrödinger-egyenlet, termodinamikai elveken nyugvó hajtóerők (*driving force*) veszik át az antropomorf képek (hogyan írtam fentebb? A „megengedheti magának”,

vagy az „alkalmazkodik a környezethez” megszokott formalizmusok stb.) szerepét. A *Mindentudás Egyetemének* a modern biológiával foglalkozó előadói mély szakmai tudással és a legkorszerűbb látásmóddal bizonyították mindezt.

A hazai – természettudós és műszaki – gárdának nagyon nagyok a feladatai, a felelőssége nem kevésbé. Reméljük, a lehetőségei is felnőhetnek mindehhez. Idehaza is.

Kulcsszavak: *anyagtudomány, Moore-törvény, ézékelők-beavatkozók forradalma, mikrotechnológia, nanotechnológia, hazai perspektívák*

IRODALOM

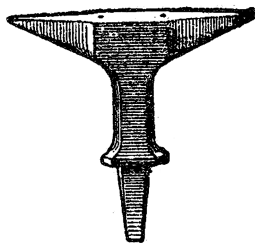
- Bíró László Péter – Bálint Zs. – Kertész K. – Vértesy Z. – Márk G. I. – Horváth Z. E. – Balázs J. – Méhn, D. – Kiricsi I. – Lousse, V. – Vigneron, J.-P. (2003): Role of Photonic-Crystal-Type Structures in the Thermal Regulation of a Lycaenid Butterfly Sister Species Pair. *Physical Review*. E 67021907-1.
- Ebbesen, Thomas W. – Lezec, H. J. – Ghaemi, H. F. – Thio, T. – Wolff, P. A. (1998): Extraordinary Opti-

cal Transmission through Sub-wavelength Hole Arrays. *Nature*. 391, 667–669.

Gyulai József (2005): A fizika és a műszaki fejlődés. *Fizikai Szemle*. 1.

Mojzes Imre (szerk.) (2001): *Fejezetek a magyar mikroelektronika történetéből*. Műegyetemi, Budapest

Mojzes Imre (szerk.) (2004): *A magyar mikroelektronikai ipar – múlt és jelen*. Műegyetemi, Budapest



JÁRMŰIRÁNYÍTÁS ÉS MENETSTABILIZÁLÁS

Palkovics László

a műszaki tudomány doktora, igazgató
Knorr-Bremse Fékrendszerek Rt. K+F Központ
laszlo.palkovics@knorr-bremse.com

Bevezetés

A közlekedés volumenére és összetételére vonatkozó európai előrejelzések mindegyike – kis eltérésekkel – azt mutatja, hogy az elkövetkező évtizedben jelentős növekedés várható. A közúti közlekedés volumene egyes becslések szerint 55-95 %-os mértékben növekedhet, aminek kezelése a jelenlegi közlekedési infrastruktúra állapota mellett egyre nehezebb. További problémát jelent ennek a növekedésnek az összetétele, hiszen jelentős mértékben növekszik az áruszállítás volumene, amelyben továbbra is a teherjárművek játsszák a legnagyobb szerepet. Ennek indoka a termelés struktúrájának változásában keresendő: mind a gyártó, mind a beszállító arra törekszik, hogy az adott áru minél rövidebb ideig legyen az ő kezelésében, csökkentve ezzel a gyártás költségeit

és természetesen a saját rizikóját. S bár emelkedik a kombinált szállítás jelentősége, rugalmassága miatt továbbra is a közúton történő célba juttatás marad a legjelentősebb.

Az 1. táblázat összefoglalja és értékeli azokat a lehetőségeket, amelyek potenciális alternatívát jelentenek e helyzet kezelésére. Nyilvánvalóan a közúton szállított anyagmennyiség csökkentése lenne a legkézenfekvőbb, hiszen egy vasúti mozdony motorjának a környezetre gyakorolt hatása nem több mint 3-4 teherautóé, azonban több százszoros mennyiséget képes elszállítani. Problémát a vasúti szállítás flexibilitása okoz. Természetesen fel lehetne gyorsítani a közúti infrastruktúra fejlesztését is, aminek egy sor pozitív hatása van (munkahelyteremtés, gazdaság növekedése), azonban ezt jelentős részben az államok finanszírozzák, emiatt lassú, valamint társadalmi tiltakozással jár

<i>Lehetőségek</i>	<i>Mellette szól</i>	<i>Ellene szól</i>
A közúti személy és teherforgalom csökkentése és más eszközök igénybevétele	Lényegesen kisebb környezeti hatás	Alacsonyabb flexibilitás
A közúti infrastruktúra fejlődése felgyorsul, intelligenssé válik	Erős gazdasági hatás (munkahelyek, stb.)	Lassú, társadalmi tiltakozással jár
A nem út jellegű közlekedési infrastruktúra fejlesztése	Azonnali hatás	Az adott problémát csak részben kezeli
A közlekedési sűrűség növelése (kisebb követési távolság, nagyobb megengedett sebesség)	Nincs infrastrukturális igénye	Jelentős mértékben csökkentheti a közlekedés biztonságát
A jármű megengedett terhelésének és méreteinek növelése	Jelentősen megnövekedett szállítási kapacitás	Az infrastruktúra terhelése megnő, vagy módosítást igényel

1. táblázat • A közlekedés volumenének kezelésére vonatkozó alternatívák

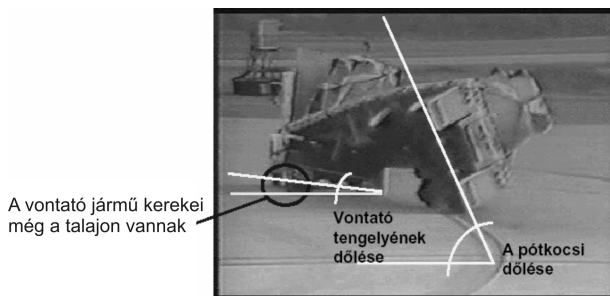
(például Németország nyugati felében újabb autópályák építése gyakorlatilag lehetetlen). Ami lényegesen ígéretesebbnek tűnik, az nem az út jellegű infrastruktúra, hanem az irányító rendszer fejlesztése, ami azonnali hatással járhat. Ide tartoznak például a navigációs rendszerek, amelyek lehetővé teszik a jármű tervezett útvonalának dinamikus módosítását. Természetesen ezek a megoldások csak bizonyos mértékben tudják kezelni a problémát, de másokkal együtt jelentős hatással bírhatnak. A járművek sebességének növelése, illetve a követési távolság csökkentése is megoldást jelent, hiszen így nő a közlekedési sűrűség, azonban vele párhuzamosan nő a balesetek bekövetkezési valószínűsége is. Hasonló módon a járművek terhelhetősége és méreteinek növelése is megoldást jelent, azonban ez problémákkal jár: növekszik az útterhelés, módosítani kell az infrastruktúrát. Az intelligens járműrendszerek ezekben az esetekben kínálhatnak megoldást, azaz bizonyos mértékben növelhető a közlekedési sűrűség úgy, hogy a közlekedési balesetek száma és az infrastruktúra terhelése nem feltétlenül növekszik.

A menetdinamikai szabályozó rendszerek alkalmazásának szükségessége

Mi okozza a problémát, miért nem képes a jármű vezetője az említett helyzetek kezelésére? Az 1. ábráról szemlélteti ezt a helyzetet: a szerelvény pótkocsija közel van a felboruláshoz,

míg a jármű vezetője ebből közvetlenül nem sokat érzékel. Bár ez egy kifejezetten valós helyzet, és a haszonjármű-balesetek jelentős részét éppen a felborulásos esetek teszik ki, hasonló módon képtelen a személyautó vezetője a kicsúszás vagy megpördülés határára lévő járműben érzékelni az adott helyzetet, mivel a jármű dinamikájáról nincs közvetlen információja. Az autóversenyzők a komány folyamatos mozgatásával próbálják kideríteni, mikor kerül a jármű a stabilitás határára, és amikor kell ennek megfelelően beavatkozniuk. A járművezetők többsége azonban nem versenyző. Az információ hiányán túl további problémát okoz, hogy még ha rendelkeznénk is a megfelelő mozgásállapot-visszacsatolással, a vezetőnek sem ideje, sem képessége, sem eszköze nincs a helyes beavatkozásra.

Miért? A járműről, annak környezetéből a vezető irányába nagy sebességgel áramlik az információ, amíg azonban ebből valamilyen tudatos reakció lesz, ez az áramlás lényegesen lelassul. Ehhez hozzáadódik az izmok reakcióideje, valamint ezek függése a vezető pillanatnyi állapotától, továbbá az a tény, hogy nem mindenről rendelkezik információval. Ezek együttesen eredményezik az adott helyzetben a nem megfelelő reakciót. Az intelligens járműrendszerek ezt a szabályozó kört nyitják fel, és akár a járműről, akár a jármű környezetéről gyűjtött információ alapján küldhetnek figyelmeztetést a veze-



1. ábra • Miért nem képes a vezető a stabilitás határára mozgó járművet irányítani?

tőnek, vagy avatkozhatnak be a jármű viselkedésébe, úgy is, hogy a vezető szándékát támogatják, de úgy is, hogy a vezetőt bizonyos időre felülbírálják, és annak szándékával ellentétes hatást fejtenek ki. Azt gondolom, hogy itt már érezhető az intelligens rendszerek alkalmazásának egyik központi problémája: valóban ki lehet küszöbölni a vezetőt az irányítási hurokból? Ennek a kérdésnek a megválaszolása kevésbé műszaki, sokkal inkább jogi és erkölcsi kérdés.

A menetdinamikai szabályozó rendszerek alkalmazásának feltételei

Hogy megértsük az intelligens járműrendszerekbe való beavatkozás lehetőségeit, röviden be kell mutatni, hogyan történik a jármű hagyományos irányítása, azaz hogyan vezetünk. Amikor a vezető a járművet irányítja, egy irányvektort fogalmaz meg, amit aztán a rendelkezésére álló kezelőszervek – kormánykerék, fékpedál, gázpedál, váltókar – segítségével közvetít az egyes, ma még diszkrétan irányított aktuátorok – a motor, a váltó, a kormánymű és a fékrendszer – irányába. Az ezek által kifejtett hatások – motornyomaték, kormányzási szög, váltó fokozat – eredményeképp a gumiabroncs és talaj közötti erők és nyomatékok a járművet bizonyos irányban elmozdítják. A vezető az

által képzelt irányvektorral összehasonlítva – ugyancsak diszkrét módon – korrigálja azt.

A 2. ábra egy mai járművezető–aktuátor információátviteli rendszerét mutatja. A vezető az adott aktuátorral az annak használatával kapcsolatos szándékát közvetlenül közli, azaz a nyomatékigényét a gázpedál lenyomásával, illetve a váltó megfelelő fokozatba kapcsolásával, az irányra vonatkozó igényét a kormány elforgatásával, illetve a lassulásra vonatkozó szándékát a fékpedál lenyomásával. A kapcsolat a vezető és az adott aktuátor között direkt, az esetek jelentős részében mechanikus, illetve pneumatikus vagy hidraulikus. Természetesen az egyes aktuátorok már közvetlenül is kommunikálnak egymással, példaként a kipörgésgátlót lehetne említeni, amikor a rendszer a nagy nyomaték hatására kipörgő kereket érzékel, nemcsak a féken keresztül avatkozik be, hanem a motor nyomatékát is automatikusan csökkenti. Ahhoz, hogy a korábban említett intelligens rendszerek működni tudjanak, szükség van az egyes aktuátorok vezetőtől független működtetésére is, aminek megoldása csak elektronikusan történhet. A menetdinamikai szabályozó rendszerek szempontjából legfontosabb elemek az elektronikus motor, a váltó, a kormány, a felfüggesztés és a fékrendszerirányítási lehetőség. Az elektronikus



2. ábra • A jármű diszkrét irányító rendszere

motor irányítási – a *power-by-wire* – rendszer a tetszőleges, gázpedálállástól független nyomatékigény kielégítését teszi lehetővé, a kormányrendszerbe történő elektronikus beavatkozás – angolul *steer-by-wire* – bizonyos feltételek mellett az autonóm kormányzást, az elektronikus fékrendszer – *brake-by-wire* – az autonóm fékezést biztosítja, hasonlóan a váltó elektronizálása a megfelelő fokozat kiválasztását, illetve a felfüggesztés jellemzői is módosíthatók.

Az elektronikus fékrendszer, illetve amit ma ezen értünk, haszonjárművekben 1996 óta szériefelszereltségnek számít, személygépkocsikban most kezd tipikussá válni. A rendszer az irányítása szempontjából valóban „*brake-by-wire*”, hiszen a vezető lassulásra vonatkozó igényét egy redundáns szenzorral mérjük, majd egy sor más jellemző alapján a központi vezérlőegység kiszámítja, hogy az adott keréken milyen fékezési nyomatékot kell megvalósítani, és a kerékhez közeli elektropneumatikus, hidraulikus, vagy a későbbiekben elektromechanikus aktuátor azt végrehajtja. Ilyen értelemben nincs közvetlen (mechanikus, pneumatikus) kapcsolat a fékpedál és a kerékfék között, és az eddigi tapasztalatok alapján ezek a rendszerek magas megbízhatósággal működnek. Ami miatt mégis minden jármű fel van szerelve hidraulikus vagy pneumatikus *back-up* rendszerrel, azt a vevői igény és bizonyos fokú bizalmatlanság indokolja, azonban ez a rendszer a fékezési folyamatban csak akkor vesz részt, ha az elektronikus rendszer meghibásodott.

A kormányrendszer a járműdinamikára és a jármű irányíthatóságra gyakorolt szempontból a másik leglényegesebb, elektronikusan irányítható alrendszer. A hagyományos kormányrendszerek esetén a vezető kormánykeréken kifejtett, kormányzásra vonatkozó szándékát mechanikus szerkezettel visszük át a jármű kormányzott kerekeire, és a jármű tengelyterhelésétől függően biz-

tosítunk a vezető számára ráségítést. Hagyományosan ez hidraulikus rendszerrel történik, aminek az irányíthatósága nehézkes, valamint drága. Emiatt egy sor, a jármű kormányzását javító funkció megvalósítása problémába ütközik. Ez indokolja azt, hogy alapvetően személy-, de hamarosan haszonjárművekben is alkalmazásra kerülnek az elektromos motorral támogatott kormányrendszerek. A rendszer méri a vezető által kifejtett kormányzási nyomatékot, és ennek, valamint további járműjellemzők függvényében fejt ki ráségítő nyomatékot. Ha a kormánykereket a kormányszerkezettel összekötő rudat elvágjuk, a rendszer továbbra is alkalmas kormányzásra, azaz a rendszer egy valódi elektronikus kormány – *steer-by-wire* – rendszerre válik. Az ún. nyomaték-ráségítéses elektronikus kormányrendszer egy sor funkcióval szolgál, amelyek könnyítik a kormányzást és javítják a kormányzási érzést. Ilyen például a sebességtől függő ráségítő nyomaték, ami kis sebességnél nagy, a sebesség növekedésével csökken, vagy másik előnye a sebességfüggő kormányviszátérítés. Az elektronikus kormányráségítés másik típusánál a kormányzási áttételt lehet változtatni, azaz a rendszer hozzáad vagy elvesz a vezető által kívánt kormányzóerőhöz. Ezt a tulajdonságát a fékrendszer alapú menetdinamikai szabályozóval történő integrációnál használják ki.

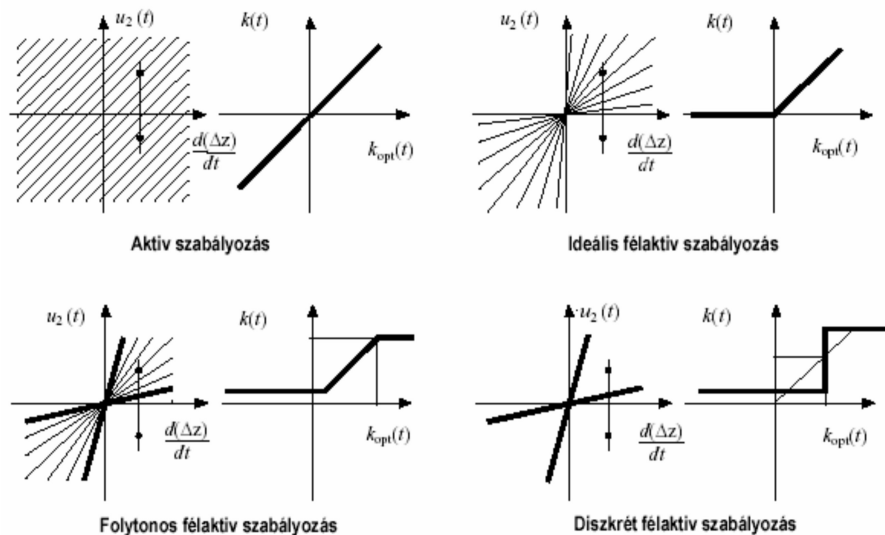
A *drive-by-wire* rendszer következő eleme az automatizált váltó, amely közvetlen mechanikus kapcsolat nélkül működtethető már ma is. Amit lényeges megjegyezni, hogy a váltó nem tekinthető biztonságkritikus járműrendszernek, ezért az egykörös elektronikus architektúra kielégíti a rendelkezésre állás követelményeit. Az elektronika meghibásodása esetén rendszerint elérhető egy ún. *limp-home* funkció, azaz a váltó egy olyan módba kapcsol, ahol biztonsággal elhagyható a meghibásodás helyszíne, és elérhető a legközelebbi autójavító.

A felfüggesztés szabályozásának több módja létezik, mint az a 3. ábrán látható. Aktív felfüggesztésirányításról beszélünk akkor, amikor a járműtest és a kerék mozgás-állapotától független erőt tudunk kifejteni, azaz szabályozott módon mind energiát vihetünk a rendszerbe, mind energiát disszipálhatunk. Az aktív felfüggesztéssel mind a dinamikus tengelyterhelés, mind a lengéskényelem egyidejűleg befolyásolható, azonban a gyakorlati megvalósítása – elsősorban az energiaigénye miatt – nem minden esetben egyszerű. Ez indokolja, hogy szériában a lengéscsillapító-szabályozáson alapuló ún. félaktív felfüggesztés van elterjedőben. Itt a szabályozás alapelve az, hogy ha az erő ellentétes irányú azzal, amit az optimalitás kritériuma alapján ki kellene fejtenünk, akkor a kis csillapítási állapotba kapcsolunk, ha megegyezik, akkor pedig vagy beállítjuk azt, vagy a legnagyobb erőt próbáljuk kifejteni. Ez a típusú szabályozás viszonylag egyszerű, mivel szabályozott módon disszipál energiát.

Menetdinamikai szabályozórendszerek

A menetdinamikai szabályozórendszerek a járműre szerelt szenzorok jelei alapján működnek, azonban működésükhöz nincs szükség a vezető közvetlen beavatkozására, hanem a kialakult és az általuk optimálisnak ítélt mozgásállapot közti különbség hatására jönnek működésbe. Ilyen értelemben már tekinthetők autonóm rendszereknek, azonban közös jellemzőjük, hogy a vezetőt nem bírálják felül, hanem támogatják az általa meghatározott irány követésében. Ide tartoznak azok a menetdinamikai szabályozó-rendszerek, amelyek az előző részben bemutatott elektronikus aktuátorokat felhasználva befolyásolják a jármű dinamikáját. A menetdinamikai szabályozórendszereket két csoportba lehet osztani: az egyik a jármű síkbeli – tehát az út síkjában történő – dinamikáját befolyásolja, míg a másik az út síkjától eltérő, dőléses, bólintási mozgásokat tudja megváltoztatni.

A menetdinamikai szabályozórendszerek közös tulajdonsága, mint az a 4. ábrán látha-



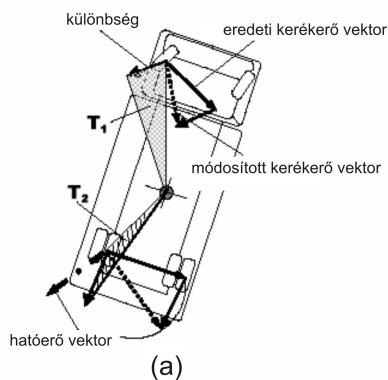
3. ábra • Felfüggesztésirányítási stratégiák

tó, hogy a jármű és a talaj közötti erővektor irányát és nagyságát módosítják. Ha a 4. a ábrán látható modell mellső tengelyének bal első kereke erővektorát tekintjük, látható, hogy amennyiben a hátsó tengelyen lévő kereken fellépő oldalerő lecsökken, akkor a mellső tengelyen látható nagy oldalirányú erő a járművet megperdíti a súlyponti tengelye körül, és a jármű kiperdül. Hasonló esetet idézhetünk elő, ha alacsony tapadású úton kanyarodás közben behúzzuk a kéziféket, a jármű kiperdül. Logikusan adódik a következtetés, hogy ebben az esetben a mellső tengelyen lévő kerékre ható oldalirányú erő csökkentésével a helyzet kezelhető lenne. A vezetők azonban nincs erre lehetősége, a menetdinamikai szabályozó-rendszer viszont éppen ezt teszi: a korábban bemutatott elektronikus fékrendszeren keresztül tudja fékezni ezt a kereket, és ezzel olyan, a sátrózott területtel arányos nyomatékot képes kifejteni, ami a járművet stabilizálja.

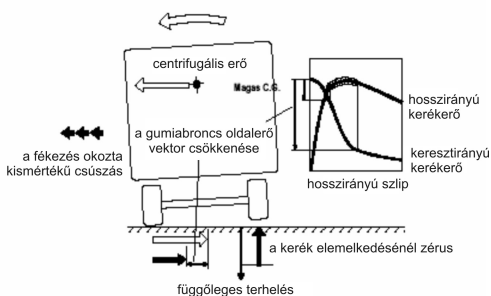
Hasonló elven működik a jármű borulását felismerő és megakadályozó rendszer, ami szintén a kerékerő vektorok manipulációján alapszik, mint azt a 4.b ábra mutatja. Magas súlypontú járművek (SUV, haszonjárművek) esetén a túl nagy kanyarsebesség ahhoz vezet, hogy a centrifugális erő és a keréken oldalirányban fellépő kerékerő alkotta

adódik a következtetés, hogy ezen erőpár nyomatékának csökkentésével a felborulás elkerülhető. Mint az ábrán látható, az adott oldali kerék blokkolásával (illetve magas szlip tartományba történő fékezésével) az oldalirányú erő jelentősen csökken. Eközben természetesen csökken a jármű sebessége is, ami a centrifugális erő csökkenéséhez vezetve stabilizálja a jármű mozgását.

A menetdinamikai szabályozórendszer tervezésével szembeni alapvető követelmény, hogy ez a rendszer a vezetőknek a kormánykeréken keresztül kifejezett szándékát (mivel a rendszer más bemenettel nem rendelkezik) kövesse, azaz egy alkalmasan definiált referencia- vagy virtuális járműmodellből kiszámítjuk az adott kormányzóhoz és az aktuális sebességhez tartozó legyezési szögsebességet, és amennyiben a járművön mért érték ettől bizonyos határon túl eltér, a fék- vagy a kormányrendszeren keresztül beavatkozunk. A fentiek azt is jelentik, hogy a rendszer minden esetben végrehajtja a vezető támogatását, tehát ha az rosszul kormányoz, a rendszer az utat szegélyező árok irányába is segíteni fogja. Még egy fontos jellemzője van ezeknek a rendszereknek: ún. *fail silent* jellegűek, azaz amennyiben a rendszer hibát észlel (nem plauzibilis szenzorjel, a beavatkozás hatásossága csök-



(a)



(b)

4. ábra • (a) síkbeli irányítás; (b) dőlés- és bólintásszabályozás

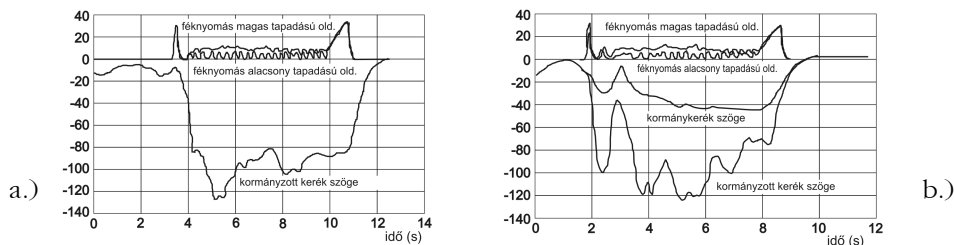
ken aktuátorhiba miatt), akkor biztonságosan kikapcsol. Ami nem történhet meg, és ezt garantálja a rendszer bonyolult biztonsági szoftver része: a beavatkozás nem a vezető által kívánt irányban történik.

A fékrendszer alapú menetdinamikai szabályozó működése egyszerű: a túlkormányzottá váló – azaz a vezető ellenkormányzása ellenére kanyarodó – jármű esetén a kanyar szerinti külső mellső kerék és a pótkocsi megfékezésével a jármű viselkedése stabilizálható, míg az alulkormányzottá váló jármű a vezető elkormányzása ellenére tovább egyenesen haladna, azonban a kanyar oldali belső kerék egyoldalú fékezésével olyan nyomatékot tudunk kifejteni, amely a járművet a kanyar irányába forgatja.

Mint korábban már említettük, az elektromos kormány (mind a nyomaték, mind a szög rásegítésű, illetve a teljesen elektronikus, back-up nélkül) lehetőséget biztosít a jármű dinamikájának aktív befolyásolására a kormányon keresztül is. A következő generációs menetdinamikai szabályozórendszerek a fékrendszereken kívül a kormányba is be tudnak avatkozni annak érdekében, hogy a jármű viselkedését stabilizálják. A filmfelvétel ennek egy megvalósítását mutatja: a vezető folyamatos gázadással állandó sugarú körön próbál kanyarodni. Hagyományos rendszer esetében a növekvő sebesség miatt a jármű kiperdülne, a vezető ellenkormányzással és gázelvétellel tudhatja azt kompenzálni, bár ez jelentős gyakorlatot igényel. Az elektronikus kormány alapú menetdinamikai szabályozórendszer érzékeli ezt a helyzetet, és ellenkormányzással valamint gázelvétellel a járművet a kívánt irányba kormányozza. Amit fontos itt megjegyezni: bár a kormánykerék (azaz a vezető irányra vonatkozó szándékát kifejező jel) másik irányban áll, mint a kormányzott kerekek, ez a rendszer sem bírálja felül a vezetőt, hiszen a jármű abba az irányba halad, amerre a vezető kívánja. Ezt a helyzetet mutatja az 5. ábra.

A kormány és fékrendszer alapú beavatkozás további lehetőségeket kínál. Az ABS – blokkolásgátló – rendszer tervezése egy sor kompromisszumot tartalmaz, ezek egyike az osztott tapadású felületen (azaz az egyik oldali kerekek alatti tapadás lényegesen különbözik a másiktól) történő fékezés. A két követelmény, amit ki kell elégíteni, nevezetesen a fékút és a vezető kormányzási korrekciója, egymással ellentétben állnak. Ha csökkenteni akarjuk az utóbbit, az ún. *select low* stratégiát kellene alkalmaznunk, azaz mindkét oldalt az alacsonyabb tapadású oldalon elérhető fékerővel fékezzük, ez esetben ugyan nem keletkezik nyomaték, azaz a vezetőnek nem kell azt kompenzálnia. Ebben az esetben azonban a fékút lesz hosszabb, hiszen nem használjuk ki maximálisan a nagyobb tapadású oldalon elérhető fékerőt. A másik lehetőség, hogy a járművet a nagyobb tapadású oldalon elérhető fékerővel fékezzük, ekkor természetesen a fékút csökken, azonban a vezetőnek jelentősen többet kell – ha tud egyáltalán – kompenzálnia. Az ABS e két követelmény közötti kompromisszumos helyzetet eredményezi. Amennyiben azonban a fenti helyzetben az elektronikus kormányon történő beavatkozással már a fékezés kezdeti szakaszában tudjuk a fellépő helyzetet irányítani, a fellépő kiperdítő nyomaték lényegesen kisebb lesz, és nagyobb fékerőkülönbséget engedhetünk meg.

Az 5.a ábra a hagyományos járművel történő fékezést mutatja. Látható, hogy az adott manőver a vezetőtől több mint 120 fokos ellenkormányzást igényel, és emiatt az alacsony és magas tapadású oldal között kisebb fékerőkülönbség engedhető meg. Az elektronikus kormánnyal történő beavatkozással a vezetőtől kívánt kormányzási beavatkozás a harmadára csökken, miközben a kormányzott kerekek természetesen a korábbihoz hasonló nagyságrendben kormányzódnak, és az adott manőver alatt a fékerőkülönbség nagyobb lehet, ami a fékút közel 10 %-os



5. ábra • (a) hagyományos ABS és (b) elektronikus kormányval történő beavatkozás

csökkenését eredményezi, ahogy az 5. ábrán látható.

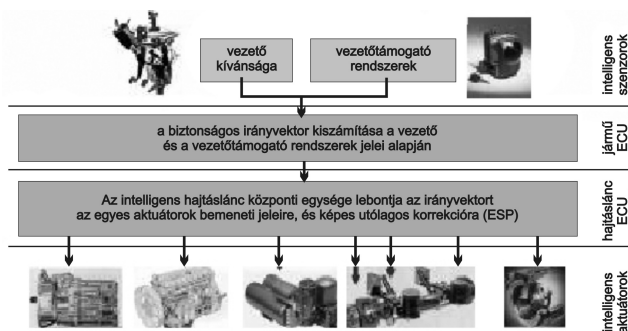
Eza példa jól mutatja, hogy az elektronikus rendszerek alkalmas integrálásával hogyan növelhető a hatásosságuk.

Összefoglalás

Jelen cikkben alapvetően a jármű oldal- és dőlésstabilitásának irányítását emeltük ki, ugyanis ezen rendszerek önállóan, azaz csak a jármű mozgásállapotáról információval rendelkezve avatkoznak be, és – nagyon fontos kiemelni – a vezető szándékát támogatva, nem pedig helyette döntve. A járművet irányító rendszerek tárgykörébe tartoznak a jármű hosszirányú dinamikáját befolyásoló rendszerek, mint az adaptív sebességtartó berendezés vagy annak továbbfejlesztett változata, az automata vészfékezési rendszer, azonban ezek már nemcsak a jármű jellemzői alapján avatkoznak be, hanem információt is gyűjtenek a jármű közvetlen környezetéről

is. Másik jellemzőjük, hogy e rendszerek a vezető közvetlen szándékától függetlenül is képesek beavatkozni, illetve a vezetőt teljes mértékben felülbírállhatják (például az automatikus vészfékrendszer), ilyen értelemben nem tartoznak a jelen cikkben leírt rendszerek körébe, külön tárgyalást igényelnek.

Fontos azonban megemlíteni, hogy ezek a rendszerek is igénylik platformként az első fejezetekben leírt, elektronikusan szabályozott mechatronikus alrendszereket (kormány, váltó, fék) és a menetdinamikai szabályozórendszereket is, mivel ezek képesek a jármű kívánt iránytól való eltérését korrigálni. A 6. ábra mutatja a járműrendszerek irányításának új struktúráját, ahol a döntéshozatali, főlerendelt irányítási és a végrehajtási alárendelt szint elválik. A kommunikáció tartalma a két szint között a korábban már említett irányvektor, amely a vezető szándékából és a környezetből/ről információval rendelkező szenzorok jeleiből áll össze. A

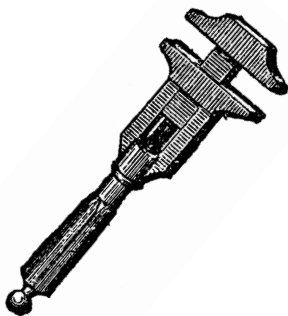


6. ábra • Az intelligens járműirányítás szintjei

végrehajtó szint az aktuátorain keresztül megfelelő beavatkozással ezt követi, illetve amennyiben eltérés lép fel, a reaktív rendszerein keresztül (ezek a menetdinamikai szabályozórendszerek) beavatkozik. Ez az architektúra szükséges ahhoz, hogy bármi-

lyen jövőbeni intelligens rendszer működhessen.

Kulcsszavak: *elektronikus alrendszerek, szabályozott járműdinamika, stabilitás, autonóm beavatkozás, rendszerintegráció*



A BALATON VÍZPÓTLÁSA: LEHETÜNK-E ELŐVIGYÁZATOSAK?

Somlyódy László

az MTA rendes tagja, egyetemi tanár
BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék
somlyody@vkkt.bme.hu

Honti Márk

tudományos segédmunkatárs
MTA Vízgazdálkodási Kutatócsoport
honti@vkkt.bme.hu

Bevezetés

A víz problematikus közeg: erőforrás, gazdasági értékkel bíró élvezeti és használati cikk, sokak számára üzlet, kockázati tényező, súlyos konfliktusok kiváltója, nemzeti kincs, a természeti szépség forrása, művészek inspirálója. A víz egyúttal az emberi butaság és a nem fenntartható fejlődés áldozata: a legkülönbözőbb szennyezések globalizálódó elterjedése miatt a vizet sokan a XXI. század fejlődése egyik meghatározó tényezőjének tekintik. A sok víz és a kevés víz egyaránt baj. Jelen dolgozatunk a Balaton példáján – a tápanyag-feldúsulás és az éghajlatváltozás lehetséges hatásaival együtt – utóbbit boncolgatja, és azt a kérdést teszi fel, a tudomány eredményeinek felhasználásával lehetséges-e okos stratégia kidolgozása.

A Balaton Közép-Európa legnagyobb sekély tava és az egyik legfontosabb turisztikai célpont Magyarországon. A tó hatalmas felülete (596 km²) ellenére igen sekély, átlagmélysége csupán 3,2 m. Az ötvenes évek elejétől a növényi tápanyagterhelés (nitrogén és foszfor) növekedése miatt mesterséges, ember által okozott eutrofizálódás (leegyszerűsítve alga-feldúsulás) következett be. 1983-ra a tó már a legkedvezőtlenebb,

hipertróf állapotba került (Somlyódy – van Straten, 1986). Ekkor átfogó programot fogadtak el, mely a vízminőség javítását a foszforterhelés átgondolt csökkentésével tervezte megvalósítani. Napjainkra a tó külső terhelése mintegy felére zsugorodott, és a trofitása is jelentősen javult. A vízminőség a korai hetvenes évek állapotának megfelelő (ún. mezotróf), és a korábban jellemző fitoplankton-társulások is újrászerveződtek (Padisák – Reynolds, 1998). Az ökoszisztéma regenerálódása meglepően gyors volt, aminek valószínű oka – a tó üledékének magas CaCO₃ tartalma miatt – a belső, üledékből származó tápanyagterhelés vártnál alacsonyabb szintje (Istvánovics – Somlyódy, 2001). A gyors helyreállítás azt mutatja, hogy a tó fokozottan érzékeny a tápanyagterhelés változásaira, amit a jövőbeli beavatkozások tervezésénél figyelembe kell venni.

A tó egyetlen kifolyással rendelkezik, amelyet egy – a XIX. század második felében épült – zsilip zár el, amellyel a vízállás szabályozható. A zsilip létesítésekor a tó vízszintjét mintegy három méterrel csökkentették, ami a vízfelszín jelentős összezsugorodásával járt. Az elmúlt száz év adatai alapján a tó vízmérlege pozitív: a vízfelület párolgása nagyjából megegyezik a vízgyűjtőről érkező

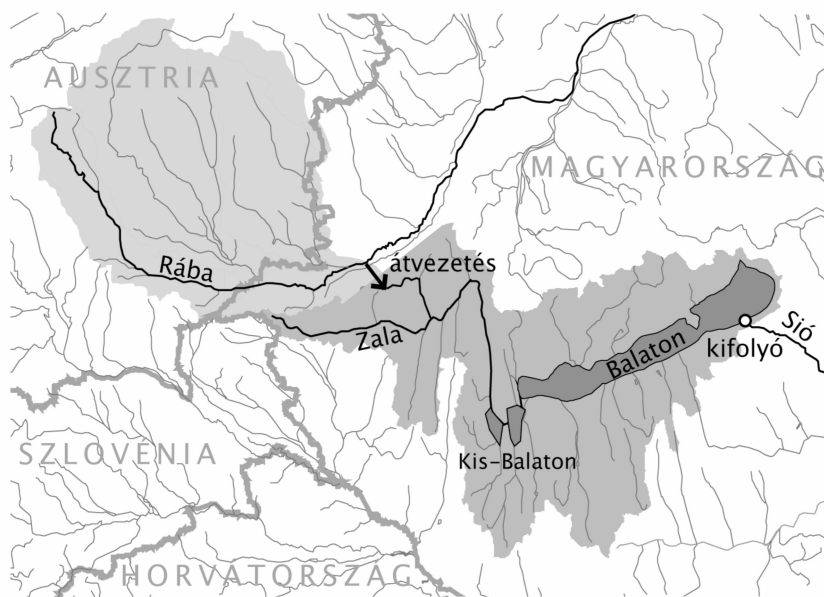
hozzáfolyással, a szokásos leeresztés (600 mm/év) pedig a vízfelületre hulló közvetlen csapadék mértékével. Ennek ellenére a múltban jelentős vízszíngadozások történtek a természetes éghajlati változékonyság miatt (Bendeffy – V. Nagy, 1969).

2000 és 2003 között súlyos szárazság sújtotta a vízgyűjtőt. Ezalatt a vízszint majd 70 centimétert süllyedt, ami az elmúlt ötven év legalacsonyabb vízállásaihoz vezetett. A tó elvesztette térfogatának ötödét. A változás különösen a déli, sekély parti zónában volt szembeötlő, ahol a víz visszahúzódott a kiépített partoktól, és nagy kiterjedésű iszapos területek kerültek szárazra. A vízmérleg vizsgálata kimutatta, hogy az apadás azért következett be, mert a vízgyűjtőn szélsőségesen kevés csapadék hullott. Emiatt a tó vízutánpótlása (a vízfelszínre hulló csapadék és hozzáfolyás a vízgyűjtőről) a párolgás szintje alá esett, ami még zárt zsílíp mellett is a vízszint apadásához vezetett. A társadalom aggódva figyelte a folyamatot, és felmerült az idegen vízgyűjtőről való vízpótlás lehetősége.

A VITUKI Rt. megvizsgálta a vízpótlás különböző lehetséges változatait (VITUKI, 2002), azonban elsősorban technikai és gazdasági szempontok alapján. A legolcsóbb változatnak a közeli Rába-folyóból a Balatont tápláló Zalába történő vízatvezetés bizonyult (1. ábra), amelynél legfeljebb 7 m³/s kapacitást ajánlottak (370 mm/év a tó vízszintjére vetítve). Ez közelítően megduplázná a Zala vízhozamát, azonban semmilyen negatív környezeti hatást nem vettek számításba.

Módszertan

Felismerve a probléma bonyolultságát, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium átfogó elemzést kért (Somlyódy, 2005), amelyet a továbbiakban vázlatosan ismertetünk. A legfontosabb kérdés az volt: valóban szükség van-e a vízpótlásra? Cselekedjünk vagy ne? Milyen szempontokat kell figyelembe venni a döntésnél? Az interdiszciplináris elemzést három pillére építettük: az EU Víz keretirányelvre (VKI), az elővigyázatosság elvére és az éghajlatváltozás lehetséges hatásainak



1. ábra • A Rába és a Balaton vízgyűjtője a tervezett átvezetés bejelölésével

figyelembe vételére. A VKI az EU 2000-ben jóváhagyott egységes vízpolitikája, amely vízgyűjtő-gazdálkodási tervek megvalósítása révén fő célként 2015-re a vizek jó ökológiai állapotának elérését tűzte ki.

A vízpótlás mellett szóló érvek jobbra az üdülés érdekeit tartották szem előtt: a vízszint csökkenésével a déli parton a fürdés és a vitorlázás kényelmetlenné vált. Egyes helyeken a levegőre került üledék szagproblémákat okozott, és a sekély tocsogókban elszaporodó hínár is zavarta a fürdőzőket. Más szóval, az emberközpontú gondolkodás irányította a helyzet megítélését. Mi ezzel szemben – a VKI-nek megfelelően – ökológiai szemlélettel vizsgáltuk a kérdést. Alapelveként azt tekintettük, hogy a vízpótlást csak a tó vízszintcsökkenéssel romló ökológiai állapota indokolhatja. Mivel jelenleg a vízminőség javul (lásd később), a tervezett beavatkozás nem indokolt, és így az emberi és az ökológiai igények konfliktusban állnak egymással. A vízpótlás előfeltételeként megszabtuk, hogy az esetleges beavatkozás nem ronthatja egyetlen érintett víztér vagy „víztest” ökológiai állapotát sem. Ez alapján részletesen megvizsgáltuk a Rába-Balaton vízrendszer elemeire gyakorolt hatásokat, beleértve a vízigényeket, a vízárási és hidromorfológiai viszonyokat, a vízminőséget, az az ionösszetétel, a tápanyagterhelések és az ökoszisztémák változásait. Ezenfelül, egyik legfontosabb elemként, részletesen megvizsgáltuk a tó vízmérlegét. Fel fog-e töltődni a tó? Ha igen, akkor mennyi idő alatt? Mi az éghajlat potenciális változásának és változékonyságának szerepe? Kell-e a jövőben gyakrabban számítanunk hasonló szélsőséges eseményekre? A válaszok megtalálásához a vízmérleg vizsgálata alapján elkészítettük a vízmérleg-idősor ún. szintetikus generátorát, amely a megfigyelt nyolcvanvalahány év törvényszerűségeire építve lehetővé teszi sokkal hosszabb időszak (esetünkben ötezer év) lehetséges történéseinek elemzését.

A Balaton vízháztartására 1921 óta rendelkezünk havi felbontású adatokkal. A vízmérlegben a tó vízkészletváltozása (ΔK) leírható mint a hozzáfolyás (H), a közvetlen csapadék (CS), a párolgás (P), a leeresztés (L) és a vízhasználat (V) összege:

$$\Delta K = H + CS - P - L \pm V.$$

Az egyenlet minden tagjának mértékegysége vízszint mm/év. A vízhasználat lehet pozitív, illetve negatív is, attól függően, hogy a vízkivételek és szennyvízbevezetések különbsége hogyan alakul. A fenti egyenlet átrendezhető a természetes és az ember által befolyásolt tényezők különválasztásával. A természetes vízkészletváltozás ($\Delta K_T = H + CS - P$) bevezetésével:

$$\Delta K = \Delta K_T - L \pm V.$$

Éghajlatként bizonyos időjárási paraméterek (hőmérséklet, csapadék stb.) eloszlásainak halmazát értelmeztük. Sztochasztikus természetükönél fogva ezen paraméterek jelentős változékonyságot mutathatnak úgy, hogy eloszlásuk nem változik, vagyis ugyanahhoz az éghajlathoz tartoznak. Az éghajlatváltozást a paraméter-eloszlások megváltozásaként definiáltuk, amit például a megfigyelésekben jelentkező trendekkel lehet tetten érni. Ha a változékonyság nagy és a változás sebessége a megfigyelési időszak hosszához mérten kicsi, akkor a változékonyság elfedi a trendet, és megnehezíti annak észlelését. Más szóval az éghajlatváltozás felismerése igen nehéz feladat, és rendszerint különböző módszerek együttes alkalmazását igényli.

A Thomas–Fiering-modellt (Thomas–Fiering, 1962) használtuk a havi ΔK_T adatsor leírására. A modell elsőfokú autoregresszív típusba tartozik, és képes periodikus idősorok szimulációjára. Használata ΔK_T generátorként kétféle haszonnal járt:

1. Lehetséges volt a megfigyelési időszaknál hosszabb idősorok szimulációja és a

valóságban előfordultnál több szélsőséges esemény tanulmányozása;

2. A feltételezett éghajlatváltozási forgatókönyv vízmérlegre gyakorolt hatását is megvizsgálhattuk.

A generátor bizonytalanságát is megbecsültük. Feltettük a legalapvetőbb kérdést: Hogyan ismerhetők fel a figyelmeztető jelek még idejében? A kockázatok becslése kevés esemény alapján igen bizonytalan. Felismerhetőek-e már az éghajlatváltozás jelei? További statisztikai próbákat végeztünk annak eldöntésére, hogy a 2000-től 2003-ig tartó száraz időszak vajon a változó éghajlat egyértelmű bizonyítéka volt-e vagy sem.

A vizsgálatot részben az elővigyázatossági elvre (EEA, 2002) építettük. Ebben az esetben az elővigyázatosság legalább kétféle szempontot jelenthet:

1. A Balaton nagyon sekély tó, és emiatt igen érzékeny az éghajlati hatásokra. Ha a várható éghajlatváltozás veszélyezteti a jelenlegi ökológiai állapotot, akkor megelőző cselekvésre van szükség: biztosítanunk kell a vízszint fenntartását külső források bevonásával (elővigyázatos cselekvés);

2. Ha a külső vízgyűjtőről való vízpótlás kockázatai meghaladják az éghajlatváltozás okozta veszélyeket, akkor a vízpótlást el kell vetnünk, és más megoldást kell találnunk („elővigyázatos nem-cselekvés”).

Minden megállapításunk természetesen jelenlegi ismereteinkre épül. Azonban a jövőben tartósabb és alacsonyabb vízszintek is kialakulhatnak, mint eddig, és nem tudhatjuk, hogy mekkora (és egyáltalán létezik-e) az a kritikus alacsony vízállás, amelynél a tó ökológiai állapota – különösen a partközeli zónában – leromolhat. Tehát ezt a bizonytalan mértékű kockázatot kell összevetnünk a vízpótlás veszélyeivel, ami valóban igen nehéz feladat. Ha a jövőbeni körülmények bizonytalanok, akkor még az elővigyázatossági elv sem tud egyértelmű útmutatást adni.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A vízpótlás hatásai és szükségessége

A következőkben összefoglaljuk a Rába–Balaton vízátvezetés becsült hatásait a víz „útjának” megfelelő sorrendben, a Rábától a

Rába	Meg nem felelés az EU VKI-nek (mindenhol) Kevés szabad készlet, a Zalához hasonló vízjárás Átmeneti vízminőségi gondok
Zala	A „hagyományos” vízminőség megváltozik A foszfterhelés növekszik
Kis-Balaton	Felső-tározó: foszfterhelés növekszik (a visszatartás közelítően változatlan) Alsó-tározó: bizonytalan foszforvisszatartás A kioldódó karbonát növeli a belső foszfterhelést Megkerülő csatornára van szükség a nyáron várhatóan növekvő tápanyagterhelés megakadályozására
Balaton	Foszfterhelés növekszik A nyári vízpótlás a terhelés növekedése miatt nem lehetséges A kioldódó karbonát növeli a belső foszfterhelést Növekedő alga biomassa Invazív fajok és visszafordíthatatlan ökológiai folyamatok lehetséges megjelenése

1. táblázat • A vízpótlás kockázatai vízterenként

Balatonig (1. táblázat).

Éves szinten a Rába a Balaton vízpótlásához elegendő felesleges vízzel rendelkezik. Azonban a tavat tápláló vízfolyások és a Rába vízjárása hasonló, tehát valószínűtlen, hogy a felesleges kapacitás a tó vízhiányos időszakaiban rendelkezésre áll. Reálisan az éves átlagos vízpótlási készlet 2 és 4 m³/s közötti. A tó vízszintjét így évente 10, illetve 20 cm-rel lehetne megnövelni. Ezen túl, mivel a vízpótlás június és augusztus között vízminőségi okok miatt nem tanácsos, az elérhető vízszintemelkedés az említettél valamivel alacsonyabb. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a vízpótlás nem elég hatásos eszköz az alacsony vízállások megakadályozására. A Rába-vízgyűjtő jövőbeni gazdasági fejlődése és a várható klímaváltozás az ismertett felesleges vízkészletet csökkentheti, ami a vízpótlás hatékonyságát tovább rontja. A beavatkozás amúgy az érintett vízrendszer minden elemére negatív hidromorfológiai hatást gyakorolna, valamint az ökológiai vízigények jövőbeni – a VKI-vel harmonizáló – meghatározása is rendkívül bizonytalan.

A Rábán a vízpótlás vízkivétele csökkentené az alvízen bevezetett szennyvizek hígulását, és így ott némileg rontaná a vízminőséget. A Zala foszforterhelése növekedne, hiszen a Rába összes foszfor- (ÖP) koncentrációja valamivel magasabb. Az oldott szervetlen szénkoncentráció a Rába vizében sokkal alacsonyabb, mint a Balatonban és az azt tápláló vízfolyásokban (140, illetve 350 g/m³). Az átvezetett víz tehát jelentős mennyiségű karbonátot oldana ki a Kis-Balaton és a Balaton üledékeiből, csökkentve az adszorpció kapacitást. Ez megnövelné a tározó és a tó belső foszforterhelését, valamint az előbbi nyomán a tó külső foszforterhelését is. A vízpótlás egyéb káros következményekkel is járna. Jelenleg a Zala vízhozama június és augusztus között olyan alacsony, hogy a Kis-Balaton kifolyó zsilipjét ebben az időszakban lezárják, így a Zalából a vegetációs időszak

nagy részében nem jut külső terhelés a tóba. A zsilip megnyitása a nyári vízpótlás miatt „beöblítené” a tározó tápanyagokban gazdag vizét a Balatonba, és magasabb alga biomassa növekedését idézné elő. Ezt a problémát („elővigyázatosan”) csak egy, a tározót megkerülő csatorna létesítésével lehetne megoldani.

A tó vízminősége a külső terhelés csökkentése után igen gyorsan javult. 1994 óta még a leginkább szennyezett Keszthelyi-medence is csak a mezo-eutróf kategóriába tartozik az OECD-besorolás szerint. A helyzet a szárazság alatt sem változott, az alacsony vízállás ellenére a vízminőség továbbra is jó maradt. Ezenfelül a partvédő művektől vízszahúzódó víz hosszú természetes partszakaszokat hozott létre, ahol új élőhelyek keletkeztek, és növekedett az élőlények sokfélesége. A parti ökoszisztéma alkalmazkodott a vízszint ingadozásaihoz, azonban az emberek inkább az állandóságot kedvelik.

Bár az alacsony vízállás 2000 és 2003 között nem okozott ökológiai problémát, viszont tartós, illetve tovább apadó alacsony vízszint esetén néhány kialakulhatott volna. A sekélyebb – és ezért jobban átmelegedő – vízoszlop kedvező a kékalgák számára. Sekély vízben az üledék könnyebben felkeveredik, így a víz alatti fényviszonyok romlanak, valamint megnő a belső tápanyagterhelés. Ezek a változások fokozott kékalga-dominanciát és némileg nagyobb alga biomasszát eredményezhetnének. 60–80 mg Chl-a/m³ koncentrációnál magasabb alga biomassa azonban a jelenlegi külső terhelés mellett nem valószínű. A magasabb trofikus szinteken némi szerkezeti változás lehetséges, mivel a magasabb víz hőmérséklet növeli a vízi állatok stresszérzékenységét.

A vízpótlás minden érintett vízgyűjtőt jelentős ökológiai kockázatnak tenne ki: az összekötés megkönnyítené néhány vízi élőlény terjedését, amelyek egyébként igen nehezen jutnának el a másik víztestbe. Az ilyen

inváziók és következményeik előrejelezhetetlenek és megakadályozhatatlanok, ha a kapcsolat már létrejött. Összefoglalva a tó jelenlegi állapota és a vízpótláshoz köthető kockázatok mind a nem-cselekvés stratégiáját igazolják.

Vízmérleg és éghajlatváltozás

A vízmérleg összes komponensére trendvizsgálatot végeztünk a Wilcoxon-próbával (Wilcoxon, 1945). Megbízható trendet egyik esetben sem tudtunk kimutatni, ezért az adatsort a „jelenlegi” éghajlatot jellemző homogén mintaként kezeltük. Bármilyen éghajlatváltozást ezzel a referencia-éghajlattal hasonlítottunk össze. Várható éghajlatváltozási forgatókönyvként Nováky Bélának a Balaton vízgyűjtőre szóló „előrejelzéseit” (Nováky, 2003) használtuk. A várható forgatókönyv szerint az éghajlat a következő évtizedekben valószínűen mediterrán jellegűvé válik:

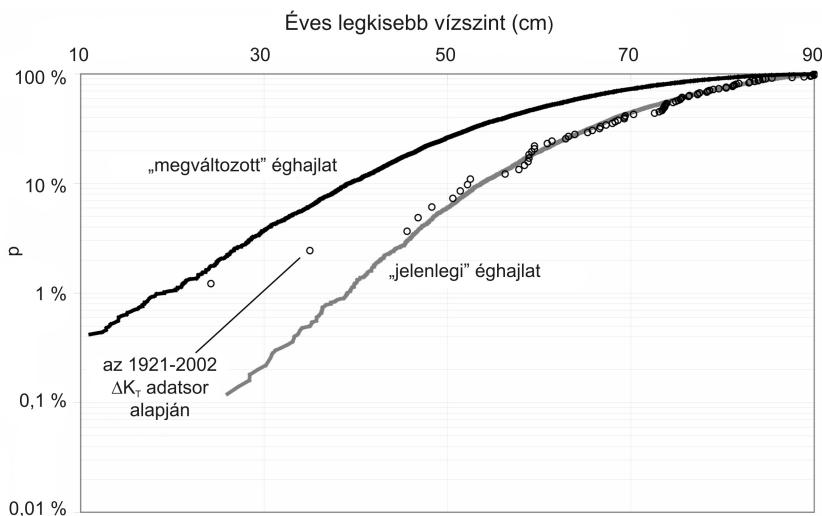
- Az átlaghőmérséklet 1,5, illetve 0,5 °C-kal emelkedik a téli és a nyári félévben. Ez a párolgás növekedését okozza.

- A csapadék a teljes vízgyűjtőn 5 %-kal nő a téli, 15 %-kal csökken a nyári félévben. Ez közvetlenül befolyásolja a tó felületére hulló csapadék (CS) mennyiségét, és közvetetten csökkenti a vízgyűjtőről történő hozzáfolyást (H). Ez utóbbi számításánál lineáris csapadéklefolyás kapcsolatot feltételeztünk.

- A változékonyságban bekövetkező változás teljesen bizonytalan, ezért az éghajlatváltozás esetében is a jelenlegi változékonyságot feltételeztünk.

Ezek a változások jellemzik a feltételezett „megváltozott” éghajlatot, ami a „jelenlegi” éghajlattól a paraméterek várható értékeiben különbözik, de a változékonysága ugyanakkora (lásd korábban is).

A havi ΔK_r adatsor a Wald-Wolfowitz-próba (Wald-Wolfowitz, 1948) alapján nem bizonyult véletlenszerűnek. Az adatok spektrum-analízise egyértelműen kimutatta az éves periodicitást. Ezek, és a viszonylag nagy, egylépéses autokoreláció (0,6) lehetővé tették a Thomas-Fiering ARMA-modell alkalmazását. A modellt sikeresen alkalmaztuk az 1921 és 2002 közötti adatsorra. A



2. ábra • Az éves legalacsonyabb vízszint tapasztalati eloszlása a „jelenlegi” és a „megváltozott” éghajlat alatt. A pontok az 1921 és 2002 közötti ΔK_r adatsor alapján kapott eloszlást ábrázolják. Mindhárom esetben a 90 cm feletti leeresztés stratégiáját alkalmaztuk.

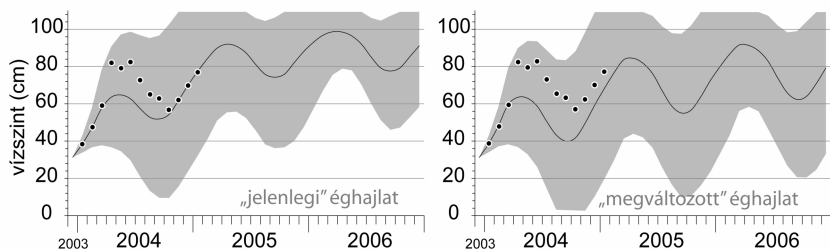
maradéktag a Wald-Wolfowitz-próba alapján véletlenszerű volt. Az eredeti modellben apró módosítást hajtottunk végre, a maradéktag eloszlását az adatok alapján normálról Γ eloszlásra változtattuk. Ez teljesen szokásos hidrológiai adatsorok esetében. A modell mint generátor, a szimulációk során megfelelően reprodukálta a ΔK_t megfigyelt eloszlását, így a további vizsgálatokra alkalmasnak bizonyult.

A generátorral Monte-Carlo-szimulációkat végeztünk mind a „jelenlegi”, mind a „megváltozott” éghajlat feltételezésével. A tó vízszintjére gyakorolt hatások összehasonlításához egyszerűsített, referencia vízszint-szabályozási sémát használtunk: egyetlen szabályozási szint volt (a gyakorlat kettővel operál, lásd később), amely felett minden vizet leeresztettünk. Az eredmények szerint (2. ábra) a tó vízmérlege az éghajlatváltozás után is pozitív marad. Ez nem meglepő, ha felidézünk, hogy a vízgyűjtő a lecsapolás előtt sokkal nagyobb területű tavat is képes volt fenntartani, és hogy az éghajlat megváltozásának mértéke a természetes változékonysághoz képest nem túl jelentős. A vízmérleg többlete átlagosan +580-ról 440 mm/évre csökken, de a tó továbbra is messze lesz az egyensúlyi állapottól (amikor nincs kifolyás). Az éghajlatváltozás ΔK_t mindhárom elemét hátrányosan befolyásolja, valamint egy nagyságrenddel növeli az ala-

csony vízállások előfordulási valószínűségét, a jelenlegi néhány száz évente egy alkalomról néhány évtizedenként egy alkalomra. Azonban a 2000 és 2003 között megfigyelt aszályos periódus még a „megváltozott” éghajlat alatt is kivételesnek számít ($p=0,4\%$). A szimulációk kimutatták (3. ábra), hogy a tó a megfigyelt legalacsonyabb vízállás mellett is nagy bizonyossággal feltöltődik, átlagosan 13 hónap alatt a „jelenlegi” és 25 hónap alatt a „megváltozott” éghajlat esetében. 80 %-os biztonsággal a feltöltődés ideje a „jelenlegi” éghajlat esetében 4 és 26 hónap közé tehető, míg a „megváltozott” éghajlatnál 4 és 40 hónap közé. A további vízszintcsökkenés esélye minden esetben elenyésző volt.

A vízszintszabályozási rendszer feltűlvizsgálata

Ahogy a múlt század második felében a tó üdülési célú hasznosítása egyre fontosabbá vált, a szabályozás fő céljává a vízszintingadozások lehető legkisebbre csökkentése vált. Figyelembe véve ezt a szempontot és az árvizek megelőzését, mintegy négy évtizeddel ezelőtt évszakosan változó alsó és felső szabályozási szinteket vezettek be. Az alsó szint alatt tilos a leeresztés, a felső felett kötelező. Vizsgálataink kimutatták, hogy a vízszint regenerálódása után a leeresztő zsilip és a Sió-csatorna vízszállító kapacitásának megnövelése, valamint az alsó szabályozási



3. ábra • Az éghajlatváltozás hatása a vízszint regenerálódására. Az előrejelzések 2003 decemberétől indulnak, mindegyik ezerötszáz szimuláción alapul. A szürke sáv a 80 %-os konfidencia intervallumot, a fekete pontok az azóta megvalósult vízállásokat jelölik.

szint eltörlése lehetővé tenné a jelenleginél magasabb vízszint tartását a tóban, amivel az aszályos időszakokban mintegy 20 cm-rel magasabb minimum vízszint érhető el. Ezenfelül megvizsgáltuk a vízpótlás hatékonyságát is. Gazdasági okok és a vízpótláshoz köthető problémák minimalizálása miatt egy küszöb vízszintet jelöltünk ki, amelynek alulmúlása esetén „kapcsolna be” a vízpótló rendszer. A társadalom reakcióit elemezve a küszöbszintet 50 cm-es vízállásnak állítottuk be, amely az alsó szabályozási szint legalsó pontja alatt található 20 cm-rel. A szimulációk kimutatták, hogy a vízpótlás a jelenleg elérhető kapacitással nem elég hatékony az aszályos időszakok okozta alacsony vízállások megakadályozásában vagy regenerálásában. Üdülési szempontból előnyösebb lenne a helyi beavatkozásokra (kotrás, hínár eltávolítása a strandokon) koncentrálni, mint a vízszint stabilizációjára vízpótlással. Általánosan elmondható, hogy szerencsésebb lenne az igényeinket a természetes állapothoz igazítani, mint fordítva.

Felismerési probléma

Két statisztikai próbát végeztünk, hogy eldönthessük, a 2000 és 2003 közötti aszályos időszak az éghajlatváltozásra figyelmeztető jel volt-e, vagy sem:

1. Az első próba szekvenciális döntési módszeren alapult, annak eldöntésére, hogy a megfigyelt események a „jelenlegi” vagy a „megváltozott” éghajlatnak megfelelő eloszlásokhoz illeszkednek-e nagyobb valószínűséggel. A 2000-től 2002-ig megfigyelt adatok alapján a próba nem tudott dönteni a két éghajlat között, azonban a 2003. év jelentős ΔK_T deficitje alapján a „megváltozott” éghajlat mellett foglalt állást.

2. A ΔK_T generátort az 1921–2002 adatsor alapján készítettük. Mivel a megfigyelési idősor statisztikai szempontból meglehetősen rövid, ezért a ΔK_T eloszlások becslése a ritkább események tartományában megle-

hetősen pontatlan. A második próba részeként meghatároztuk a generátor ebből eredő bizonytalanságát, és a kapott konfidencia intervallum szélességét összevetettük az éghajlatváltozás okozta eltérésekkel. Meghatároztuk azt a ΔK_T értéket, amely alatt a bizonytalanság meghaladja az éghajlatváltozás hatását. A próba alapján a +385 mm/év alatti ΔK_T értékek (tehát minden negatív is!) alkotják ezt a tartományt, ahol nem tudjuk eldönteni, hogy az éghajlat változott-e meg, vagy csak a modellünk volt túl pontatlan.

A szekvenciális döntési eljárás alapján azt mondhatnánk, hogy az aszályos időszak az éghajlatváltozás figyelmeztető jele volt, azonban második próbánk szerint az előbbi döntést olyan adatok alapján hoztuk meg, amikor a pontatlanság túl nagy az éghajlatváltozás megalapozott felismeréséhez. Ebben a helyzetben tehát nem tudunk egyértelmű következtetést levonni. Az egyetlen követhető stratégia a megfigyelések folytatása, amely azonban nehezen elfogadható a döntéshozók számára. Továbbá, jelenlegi feltételezéseink (tudniillik az aszály az éghajlatváltozásra utaló jelzés) későbbi statisztikai megerősítése az azt az érzetet keltené, hogy ismételten nem sikerült észrevennünk a korai figyelmeztető jeleket. Ezek az ellentmondások megvilágítják, hogy a szélsőséges események észleléséből nagyon nehéz figyelmeztető jeleket felismerni, bár ezek a közfelfogás szerint egyértelműen valamilyen változásra utalnak.

Bizonytalanságok

A tanulmány elkészítése során számtalan bizonytalansági forrást (például vízigények, főleg vízkészletek, ökológiai következmények) kellett kezelnünk. Modellünk kimenetének bizonytalansága megegyezett a kiindulási adatokéval, hiszen a modell pontosan reprodukálta a megfigyelt havi ΔK_T eloszlásokat. A bizonytalanság a ritka események (például az aszályos időszakok) esetében viszonylag

nagy, mivel a (rövid) megfigyelési időszakban csak néhány ilyen esemény történt, ezért a valószínűségük becslése pontatlan. Ezt kimutatta a fentebb ismertetett 2. tesztünk is, amely kiderítette, hogy szélsőséges események alapján nem tudjuk az éghajlatváltozást felismerni.

A legnagyobb bizonytalanság azonban az, hogy – bár vizsgálataink az éghajlatváltozás hatásait kutatták – az éghajlatváltozásnak sem nagyságát, sem időbeli lefolyását nem ismerjük pontosan. Mi az úgynevezett „mediterrán” forgatókönyvet használtuk, azonban ez is csak egy feltételezés. Az ebből eredő bizonytalanság meghatározásához vizsgálatainkat elvégeztük kétszeres mértékű éghajlatváltozás esetére is. Ez az előrejelzések szerintkevésbé valószínű, azonban a „legrosszabb eset” forgatókönyveként elfogadható volt. Az eredmények némileg kedvezőtlenebbek, azonban természetükben hasonlóak lettek, mint a várható éghajlatváltozás feltételezésével számítottak.

Vizsgálataink szerint a vízpótlás még az éghajlatváltozás bekövetkezése esetén sem szükségszerű, mivel a Balaton vízháztartási problémáit nem tudná megoldani. Ismereink hiányosságai miatt azonban nem állíthatjuk teljes bizonyossággal, hogy a vízpótlás a jövőben is elvetendő megoldás marad. Az viszont teljesen bizonyos, hogy a megállapításainkat terhelő bizonytalanság nehezen elfogadható a döntéshozók számára.

Következtetések

- Átfogó elemzésünk kimutatta, hogy a Balaton ökológiai állapota nem indokolta a vízpótlást. A vízminőség a 2000-től 2003-ig tartó aszályos időszak alatt végig jó volt. A nyílt vízben a vízszintcsökkenés nem okozott észrevehető minőségi változást, a parti zónában pedig ökológiai szempontból kedvező folyamatok zajlottak le, amelyek növelték a sokféleséget.
- Az éghajlatváltozás bizonytalan hatásai csak évtizedek alatt észlelhetők, ezért most még

nem tudunk elővigyázatosan cselekedni ebben a kérdésben. Ugyanakkor a hosszan tartó alacsony vízállás káros ökológiai következményekkel járhat, amelyeket jelenlegi tudásunkkal nem tudunk előre jelezni. Tehát két bizonytalan eseményt kell egyszerre elővigyázatosan kezelnünk, ami feloldhatatlan helyzetet teremt. Követelhetünk további méréseket, sejtéseink tudományos bizonyítását, de végül lehet, hogy kénytelenek leszünk elfogadni egy kiterjedésében talán kisebb, de ökológiailag egészséges tavat mint egy mestersegesen fenntartott „űszómedencét”. A választásnak számtalan etikai, társadalmi és politikai következménye lesz.

- A vízpótlás megítélésénél csak a rábai változatot értékeltük, ahol a fölös készletek korlátozottak. Így a megfelelő vízszintszabályozás nem garantálható, valamint különféle ökológiai kockázatoknak tenné ki az érintett víztesteket (Rába, az átvezetés vízfolyásai, Zala, Kis-Balaton, Balaton). Ezek a kockázatok bármilyen külső vízgyűjtő (Dráva, Mura stb.) esetében fennállnak.
- A sztochasztikus vízháztartási modellel nem sikerült az éghajlatváltozás vízmérlegre gyakorolt hatásait kimutatni, azonban alkalmazásával jobban megértettük a szélsőséges eseményeket. A tő különösen sebezhető az éghajlati változásokkal szemben: a feltételezett forgatókönyvben 2035-re a 2000 és 2003 közötti alacsony vízállás gyakorisága egy nagyságrenddel megnövekszik. Ennek oka az, hogy az éghajlatváltozás a természetes készletváltozás mindhárom tagját (csapadék, hozzáfolyás és párolgás) hátrányosan befolyásolja.
- A 2003 decemberétől indított szimulációk kimutatták, hogy a tó nagy valószínűséggel újra feltöltődik (be is következett), a további apadás esélye elenyésző. A pozitív vízmérleg határozza meg a vízszint alakulását, ami az éghajlatváltozással sem lesz deficit.

- A vízszint regenerálódása után a leeresztő zsilip és a Sió-csatorna kapacitásának bővítése lehetővé tenné az alsó szabályozási szint eltörlését, amivel a jelenleginél mintegy 20 cm-rel magasabb vízállások lennének elérhetőek.
- Az egyetlen elővigyázatos cselekedet a külső tápanyagterhelés további csökkentése; ez megeremtené a lehetőséget a jövőben az éghajlatváltozás miatt szükséges vízpótláshoz a vízminőség rontása nélkül. Azon-

ban ez sem tudja kizárni a vízpótlás miatti inváziók okozta ökológiai kockázatot.

- A szélsőséges szárazság és a közvélemény reakciója felszínre hoztak egy igen fontos kérdést: Lehetséges-e az elővigyázatos (nem-)cselekvés, ha az ütközik a társadalom kívánságaival, vagy ezek az esetek a késői felismerések számát gyarapítják?

Kulcsszavak: *elővigyázatosság, vízpótlás, éghajlatváltozás, vízmérleg, bizonytalanság*

IRODALOM

Bendefy László – V. Nagy Imre (1969): *A Balaton évszázados partvonalváltozásai*. Műszaki, Budapest

EEA (2002): *Late Lessons from Early Warnings: The Precautionary Principle 1896-2000*. Environmental Issue Report No. 22, Copenhagen.

Istvánovics Vera – Somlyódy László (2001): Factors Influencing Lake Recovery from Eutrophication – The Case of Basin 1 of Lake Balaton. *Water Research*. 35, 3, 729–735.

Nováky Béla (2003): *A Balaton vízpótlása és az éghajlat*. (kézirat)

Padisák Judit – Reynolds, Colin S. (1998): Selection of Phytoplankton Associations in Lake Balaton, Hungary, in Response Eutrophication and Restoration Measures, with Special Reference to Cyanoprokaryotes. *Hydrobiologia*. 384, 41–53.

Somlyódy László – van Straten, Gerrit (eds.) (1986): *Mod-*

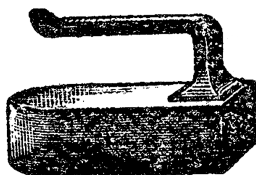
eling and Managing Shallow Lake Eutrophication. With application to Lake Balaton. Springer, Berlin
Somlyódy László (2005): A balatoni vízpótlás szükségessége: Tenni vagy nem tenni? *Vízügyi Közlemények*. (sajtó alatt)

Thomas, Harold A. – Fiering, Myron B. (1962). Mathematical Synthesis of Stream Flow Sequences for the Analysis of River Basins by Simulation. In: Maas, Arthur – Hufschmidt, M. M. – Dorfman, R. – Thomas, H. A. – Marglin, S. A. – Fair, G. M. (eds.): *Design of Water Resources*. Harvard University Press, Cambridge MA, USA.

VITUKI (2002): *A Balaton vízpótlásának lehetőségei*. Jelentés (kézirat), VITUKI Rt., Budapest

Wilcoxon, Frank (1945): Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics* 1, 80–83.

Wald, Abraham – Wolfowitz, Jacob (1948). Optimum Character of the Sequential Probability Ratio Test. *The Annals of Mathematical Statistics*. 19, 326–339.



EMBER ÉS GÉP – KEZET FOGUNK VAGY KEZET RÁZUNK?

Stépán Gábor

az MTA levelező tagja, egyetemi tanár, BME Műszaki Mechanika Tanszék
stepan@mm.bme.hu

Az 1980-as években gazdasági hetilapunk gépészmérnök énemet megragadó címlappal jelent meg; *Szorít az idő* – volt az ábra fölé írva. Az egész címoldalt kitöltő képen két egymásnak feszülő, szkanderező kart lehetett látni, a vállaktól az egymással szembe forduló, összekapaszkodó kézfejekig, a könyökök a játék szabályai szerint asztallapra támaszkodva. Az ábrán az volt különleges, hogy míg az egyik kar egy izmos emberé, a másik egy akkor még különös, kifinomult bonyolult robotkar volt, csuklókkal, meghajtókkal, érzékelőkkel és a hozzájuk tartozó vezetékekkel, kábelekkkel, elektronikus alkatrészekkel. A címlap jól fejezte ki a műszaki, technikai fejlődésnek a gazdasági életre ható szorítását, nekem azonban más miatt is tetszett. Robotokról akkor már sokat lehetett hallani tudományos folyóiratokban, konferenciákon, és azoknak a mesterséges intelligenciához kapcsolódó, a tudományos-fantasztikus irodalmat régóta foglalkoztató „képességei” mellett a kép itt egy másik, filozófiai (intellektuális) szempontból sokkal kevésbé érdekesnek tűnő feladatra utalt. Az ember értelmének és az általa létrehozott gépnek kölcsönzött „tudás” sokat elemzett kapcsolata, együttműködése, néha harca után az ember és a gép fizikai kapcsolata vált a robotika gépészmérnökök számára mindmáig feladatot adó tudományos, szakmai kihívásává. A robotok kezdeti látványos mozgása, sikeres, pontos és fáradhatatlan működése gyártósorokon elfedte nem szakér-

tők számára azokat a gondokat, anomáliákat, amelyeket ezeknek a gépeknek a környezetükkel való érintkezése jelent, azon belül is különösen az emberrel.

Bevezetés

Mindmáig akciófilmek hatásvadász, atavisztikus félelmeket közvetítő része a nálunk összehasonlíthatatlanul nagyobb fizikai erővel rendelkező állatokkal, illetve tudományos-fantasztikus filmekben már gyakran gépekkel szembeni, reménytelennek tűnő harc. A robotok meghajtó egységeik erejével könnyen összezúzzák a környezetükben lévő tárgyakat, élőlényeket – velük szemben csak több-kevesebb értelmi fölényünkre támaszkodhatunk. Nem csoda, hogy a robotok



1. ábra • Kezet fogunk vagy kezet rázunk?

munkaterében, működésükkor általában tilos embernek tartózkodnia, a robotosított gyártósorokat többnyire rácsokkal zárják el avatatlan látogatóktól, és az egyetemi kísérleti laboratóriumokban bekövetkezett baleseteket a bulvársajtó gyakran tálalja a „megtámadta a robot a tervezőjét” címszalaggal.

Az Európai Unió 5. Kutatási Keretprogramja keretében magyar kutatók vezették azt a gépészmérnökökből és orvosokból álló nemzetközi kutató-fejlesztő csoportot, amelyik gyógytornáztató robotokat fejlesztett. A RehaRob (Rehabilitation Robotics) projekt eredményeként sikeresen megvalósított rendszer – a FizioRobot projekt további támogatásával – jelenleg már klinikai kipróbálás szakaszában van. Nemzetközi robotkonferenciákon a látványosnak mondható robotos gyógytornakísérletekről készült videófelvételek ugyanolyan sikert aratnak, mint a nemzetközi úrrállomásra fejlesztett CanadArm robotkar vagy más, a napisajtóban is gyakran megjelenő, például orvosi műtéteket végző, injekciót adó robotrendszerek. Mi a titka a sikemek? Az, hogy miközben a robot könnyen tör-zúz, érezhetően nehéz feladat pontosan, meghatározott erővel, biztonságosan megérinteni dolgokat, különösen a sérülékeny élőlényeket.

A RehaRob projekt ismertetése ürügyén röviden összefoglaljuk a feladat nehézségének mechanikai gyökereit, az elméleti kutatásoknak a gépészeti fejlesztő munkára gyakorolt hatását és annak várható eredményeit, elsősorban az orvostudomány fejlődéséhez biztosított műszaki háttér vonatkozásában.

Digitális pozíció- és erőszabályozás robotokon

Robotok megjelenését régóta jósolta a tudományos-fantasztikus irodalom. Hogy ez mégis csak az 1970-es években következett be, arra a számítástechnika fejlődése ad magyarázatot. Ekkor jelentek meg és váltak a mérnöki kutatások számára is elérhetővé a digitális számítástechnikai eszközök. Ezek-

nek programját könnyű volt változtatni, kísérletezni velük, illetve a szabályozástechnika addigra már kialakult módszereinek kombinálásával a robotokat a különböző feladatokhoz, környezetükhöz látszólag jól alkalmazkodó intelligens gépekké lehetett fejleszteni. Az alapgondolat ennyi idő távlatából visszatekintve egyszerűnek tűnik: a robotok megfogói, az azokban lévő szerszámok, megmunkáló eszközök előírt pozíciókba, előírt pályák mentén mozgathatók a klasszikus, csupán mechanikus elemeket tartalmazó gépekhez hasonlóan. Az első egyszerű szabályozókkal az elektromos, nagyobb erők esetén hidraulikus meghajtó egységek rugalmas és csillapító gépelemeket utánoztak, akkor is már egyfajta virtuális valóságot kialakítva. Nagy előnye ezeknek a robotoknak a klasszikus, csak mechanikus elemeket tartalmazó gépekkel, mechanizmusokkal szemben, hogy könnyen változtathatjuk programjaikat, azokon keresztül pedig a virtuális, imitált szerkezetek mechanikai tulajdonságait. Mindehhez nem kell lemenünk a műhelybe, hogy újalkatrészeket barkácsoljunk, a számítógép klaviatúráján keresztül érzük el ugyanazt az eredményt.

A digitális technika tehát egyértelműen teret nyert, annak ellenére, hogy a robotok mindmáig nagyon drága gépek, alkalmazásuk csak akkor kifizetődő, ha valóban kihasználjuk programozhatóságukat, ha sok, eltérő feladatra alkalmazhatóak. Az első ipari alkalmazások a szerelő- és gyártósorokon azonban jórészt csak olyan feladatokat oldottak meg, ahol a robot nem igazán érintkezett a munkadarabokkal. Például festettek a robotokkal, ahol csupán közel kellett menni a tárgyakhoz, de hegesztés esetén is sokszor elegendő volt csupán kellően közel lenni hozzájuk. A szerelősorokon, ahol munkadarabokat meg is kellett fogni, fel kellett emelni, már komoly gond volt a megfelelő erő alkalmazása az érintkezéskor – és ezt az első ilyen robotokon (lásd például a híres SCARA)

mechanikusan próbálták megoldani. A robot nevében szereplő SC (selective compliance) is arra utal, hogy a robotnak nagyon eltérő mechanikai merevsége (pontosabban, szó szerint fordítva, lágyasága) volt a különböző térbeli irányokban. Természetesen éppen a tárgyak megfogásának általában vízszintes síkjában volt a szerkezet lágyabb, ennek megfelelően pozicionálása ott pontatlanabb, míg arra merőlegesen merevebb, pontosabb.

A robotokon az érintkezési erők vonatkozásában említett mechanikus megoldások oka az volt, hogy a szabályozórendszerek számára a kontakterő egyébként viszonylag pontosan mérhető jelének alkalmazása nem volt biztonságos, és ez általánosságban még ma sincs megoldva. A piacon kapható robotokat csak pályákra, pozíciókra lehet programozni. Az erőszabályozásra képes robotok megjelenése még mindig várat magára, még akkor is, amikor egy-egy partikuláris célfeladatra a kérdést sikeresen oldják meg. Úgy mondják, ablaktisztító robotok azért nincsenek még, mert ott bizony nagyon nem mindegy, mekkora az érintkezési erő. Ha túl kicsi, az ablak piszkos marad, ha túl nagy, betörik.

Az 1980-as évek díjazott amerikai robotos versenyfeladatai között szerepelt az, amikor a robotnak asztalt kell terítenie egy romantikus vacsorához. Tudjon a robot borosüveget bontani (a dugóhúzáshoz nagy erő kell), aztán gyufát gyújtani (ehhez pontos, de kis erő szükséges), majd gyújtson azzal gyertyát is (ehhez megfelelő pozicionálási pontosság kell). Természetesen ezzel párhuzamosan megjelentek az ipari feladatok: a robot polírozzon (Raibert – Craig, 1983; Steven – Hewitt, 1987) fúrjon-faragjon, húzzon, nyomjon adott erővel, közvetítse erővisszajelzéssel az érintkezési erőket a manipulátorokat távirányítással kezelő személy kezére (Whitney, 1987; Stépán et al., 1990). Ez utóbbi terület ma különösen nagy kutatási kapacitásokat

köt le, elsősorban az internetes alkalmazások reménye miatt: távolról tapinthatunk meg majd árucikkeket egy virtuális boltban, képzeletben megemelve érezhetjük azok súlyát, megsimítva tapinthatjuk felszínét – nem is beszélve a virtuális erősport játékok, edzőgépek fejlesztésének kérdéseiről.

A következőkben arról szólnunk, mi okozza a fejlesztések számára kutatási szempontból az egyik legnehezebb feladatot, miért veszélyes robotok emberekkel való fizikai érintkezése.

Dinamikus instabilitás digitálisan szabályozott gépeken

Mi is az a jelenség, amit a sikerorientált fejlesztési beszámolók, kutatási eredmények bemutatói, videofelvételek, ismeretterjesztő riportok nem említenek, és amit a kutatók annyiszor tapasztalnak elkeseredetten laboratóriumaikban? Az, hogy a robotok könnyen elvesztik stabilitásukat. Ez a jelenség pozíciószabályozás esetén ismert probléma, viszonylag könnyen kezelhető, de erőszabályozás esetén mindmáig gondot okoz, azzal a nemzetközi szakirodalom több-kevesebb folyamatosággal mindmáig foglalkozik (Natale, 2003; Baeten – Schutter, 2003; Stépán, 2001).

Ráadásul robotok esetén nem is az a statikus értelemben vett instabilitás jelentkezik, amit akkor tapasztalunk, amikor egy asztallapra állított ceruza eldőlt, hanem az, amikor rezgések keletkeznek. Mint amilyen az akadozó csúszások jelenségébe sorolt ajtónyikorgás, vagy a vontatott kerekek táncolása az áruházi bevásárlókocsikon, a villanyoszlopok rezgése erős szélben – ezeket a gépészmérnökök öngerjesztett rezgéseknek nevezik. Azért instabilitási jelenségek, mert az ilyen esetekben a szerkezetek külső periodikus gerjesztő hatás, külső rezgés nélkül, mintegy önmaguktól rezegnek be.

Ennek a dinamikus instabilitásnak minden esetben más fizikai oka van. A digitálisan

szabályozott gépek esetén ez az ok pontosan a digitális jellegben keresendő. Azaz éppen az okozza a problémát, ami legfontosabb előnyük a robotoknak a klasszikus gépekkel szemben. A digitális szabályozás ugyanis a következő módon működik: a számítógép megkapja a robot pozícióját, sebességét, illetve adott esetben a kontakterőket jellemző, mért paramétereket a szenzoroktól, azokat feldolgozza, számol velük, majd kiadja a megfelelő utasítást a meghajtó egységek erősítői felé. Természetesen mire a megfelelő utasítás megérkezik, addigra a robot már kisé eltérő pozícióban lesz, más sebességgel, a szabályozó jelek kiszámításához használtaktól kissé eltérő érintkezési erőkkkel. A késés nagyon kicsi, sokszor zérusnak tekinthető, a másodperc tizede, százada..., ma néha már csak ezrede. Mégis, a kis időkéés reciprokának megfelelő mintavételezési frekvenciáktól sokszor nagyságrendileg is eltérő, kisfrekvenciás rezgések keletkezhetnek, elsősorban az erőszabályozáshoz kapcsolódóan.

A rezgések hasonlóak például a Parkinson-kóros emberek remegéséhez. Valóban, az embereken tapasztalt rezgési jelenségek mögött is ilyen, bár számértékben jelentősebb időkéések vannak, azokat pedig reflexeink lassúságával hozhatjuk kapcsolatba (Enikov – Stépán, 1998; Stépán – Kollár, 2000). Ezért remegünk egyensúlyozáskor. Ezért látjuk magunk előtt Ernst Hemingway *Az öreg halász és a tenger* című regényében Santiagót remegő kézzel szkanderezni a havannai kocsmában hosszú órákon át. A legtöbb nyelvben a kézfogást kézrázásnak is mondják, utalva annak általában dinamikus, rezgési jellegére.

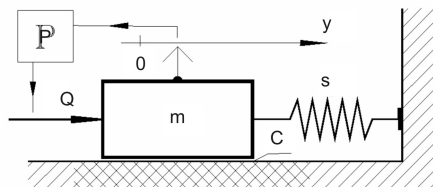
Ha egy pohár vizet kell átadnunk valakinek, a legkritikusabb pillanatok, amikor a víz könnyen kilötyten, éppen azok, amikor mind a ketten még nagy erővel szorítjuk a poharat, megzavarva egymást az erő mértékének szabályozásában. A remegések oka a két szabályozórendszer időkéésében rejlik,



2. ábra • Instabilitás egymás kikerülésekor, szűk folyosón

ami nem tud stabil módon megbirkózni az ismeretlen merevségű másik rendszerrel. Hasonló a helyzet ahhoz, amikor szűk folyosón futunk össze valakivel, hol erre, hol arra próbálva kikerülni egymást (2. ábra). Néha már-már nevetséges ide-oda lépkedésbe kezdünk: mire balról kerülnénk meg, a másik is arra mozdul, mire jobbról, a másik is arra mozdul, és reflexeink késése nem engedi, hogy végre kikeveredjünk a helyzetből. Sok esetben pedig éppen a kivárás, reagálásunk késésének növelése segít.

A 3. ábra mutatja azt a legegyszerűbb mechanikai modellt, ami a klasszikus newtoni mechanika analitikus megoldási módszereivel is végigszámolható. Az itt csupán egy szabadsági fokú, vízszintesen elmozduló testet úgy próbáljuk a rugón keresztül a merev falnak nyomni, hogy közben ott előírt erő keletkezzék. A rugó deformációjának mérésével küldünk jelet a digitális szabályozórendszernek, ami az f mintavételezési frekvenciának megfelelő késéssel reagál Q erővel a meghajtón keresztül. A newtoni mozgásegyenletek matematikai stabilitási vizsgálata a 4. ábra szerinti stabilitási térképet adja, ahol a vonalkázott területek utalnak a stabil



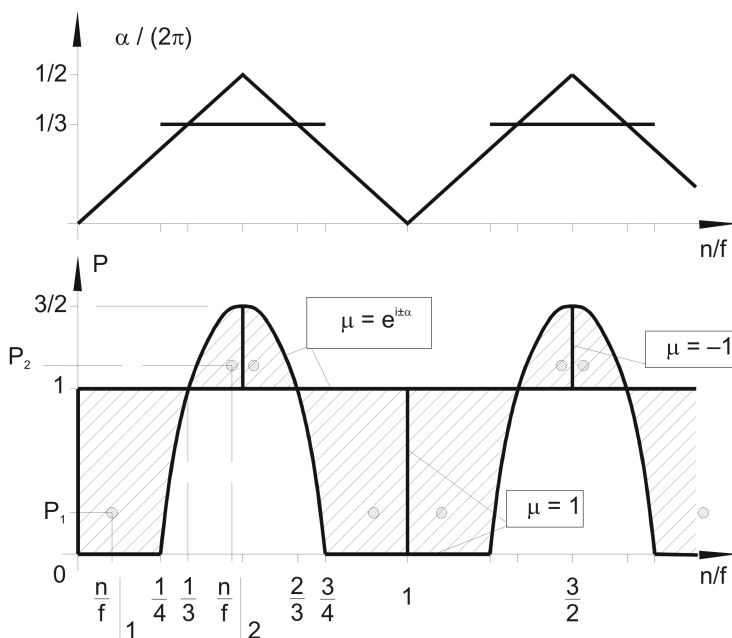
3. ábra • Erőszabályozás mechanikai modellje

működésre. A térkép vízszintes tengelyén a szabályozatlan tömeg-rugó rendszer n sajátfrekvenciájának és a digitális szabályozás f frekvenciájának hányadosa látható, míg a függőleges tengelyen a szabályozás P erősítési tényezője van.

A térkép ilyen egyszerű rendszer esetén is jelentkező viszonylagos bonyolultsága mutatja, hogy óvatosan kell bánnunk a szabályozás erősségével, és azt növelni csak pontosan hangolt frekvenciaarányok esetén lehet. Azaz nem mindegy, hogy a különböző merevségű és így eltérő sajátfrekvenciájú tárgyakat, környezetet milyen mintavételezési frekvenciájú digitális szabályozóval érintjük meg. A stabilitási térkép feletti diagram jól mutatja, hogy a stabilitás elvesztésekor meglepően alacsony a f frekvenciájú rezgések keletkezhetnek a rendszerben meglévő egyéb karakterisztikus frekvenciákhoz képest, melyek a mintavételezési frekvencia 0-50 %-a között változhatnak.

A fenti modell jól használható volt például a turbinalapátok polírozására fejlesztett robotokon (Steven – Hewitt, 1987; Stépán et al., 1990). Ott is rezgési gondokat jelentett, hogy a számprofil keresztmetszetű turbinalapátnak a felületére merőleges merevsége erősen változik a profil mentén, miközben a polírozó szerszámot vezető robotkar végigcsúszik ezen a felületen. Márpedig a rezgő robot nem tud pontosan előírt érintkezési erőt biztosítani.

Már a nyolcvanas évek végén sokszor lehetett persze hallani szakmai vitákban, hogy a mikroprocesszorok sebességének közismert rohamos növekedésével a mintavételezéshez kapcsolódó időkésés által okozott stabilitási problémák el fognak tűnni. Nem így történt. Meglepő módon az ipari robotok mintavételezési ideje ma néha még nagyobb is, mint volt mondjuk tizenöt éve. Mindennek az az oka, hogy a robotok szabályozórendszere egyre kifinomultabb, és ezzel együtt egyre bonyolultabb lesz,



4. ábra • Erőszabályozás stabilitási térképe

azokat egyre magasabb szintű programnyelveken írják, mindig felhasználva a mára több száz kutatóévnyi munkával elkészített eddigi rutinokat. A memóriakapacitás és a processzorok sebességének növekedését tehát elhasználják a robotok egyre bonyolultabb vezérlő szoftverei.

Ezek után összefoglaljuk a RehaRob gyógytornáztató rendszer fejlesztésének néhány olyan problémáját, melynek megoldása egyedülállóvá tette a rendszert.

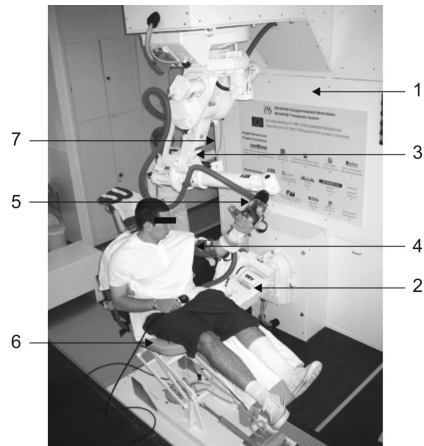
RehaRob – a rehabilitációs robot

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszéke kezdeményezte és vezette (*dr. Arz Gusztáv* és *Tóth András* nevének kiemelésével) azt az EU 5. Keretprogramban elnyert projektet, melyben a BME-ről a Műszaki Mechanikai Tanszék vett még részt, hazai partner volt az Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet (OORI), külföldi egyetemi partner volt a bolgár Ruszei Egyetem, a brit University of Cardiff, míg a számos ipari partner között az orvosi műszereket gyártó és fejlesztő német Zebris GmbH, illetve a robotokat szállító svéd központú, de hazánkban is megjelenő ABB emelhető ki (ABB, 2005). A projekt 2000-ben indult, 2003-ban sikerrel zárult, azóta a Fizio-Robot projekt keretében folyik a rendszer klinikai vizsgálata, tesztelése.

A rendszer célja, hogy segítse az agyvérzést elszenvedett betegek rehabilitációját a gyakran görcsös végtagok intenzív mozgásterápiájával, gyógytornáztatásával. A RehaRob esetében, ahogy ezt az 5. ábra mutatja, az alkart és a felkart egy-egy hat szabadsági fokú robotkar tudja mozgatni, megfelelő ortéziseken keresztül. A rendszer fejlesztésekor sok vitát váltott ki az ipari robotok alkalmazásának terve. Ezt a projekt vezetői azzal indokolták, hogy csak így lesz remény a rendszer esetleges kereskedelmi forgalmazására, piacra bevezetésére, miközben például a szkeptikus brit kollégák szerint

az ipari robotok jelentős holtideje, mintavételezési ideje lehetetlenné teszi a feladat megoldását, a robotokat is saját magunknak kellett volna fejlesztenünk. Ez viszont nem lett volna megvalósítható ilyen rövid idő alatt, korlátozott kutatói kapacitással és legfőképpen a betegekkel való érintkezés miatt megkövetelt megbízhatósággal.

Természetesen lehetetlen volna egy ilyen rövid ismertető keretében kitérni mindazokra a részfeladatokra, kisebb-nagyobb műszaki problémákra, melyeket a három év alatt a nagylétszámú nemzetközi kutatócsoport megoldott. Önkényesen említjük meg a robotok által elvégezhető gyakorlatok összeállításának feladatát (Kocsis et al., 2000), a robotok kiválasztását azok munkaterének megtervezésével (Tóth et al., 2001), a robotok tartószerkezetének tervezését és a beteget tartó négy szabadsági fokú mozgatható kezelőágy építését (Tóth et al., 2003), a robotok mozgásának szinkronizálását és azok pályavezérlő rendszerét felhasználó ún. külsőköri erőszabályozás kialakítását (Kovács et al., 2002), a robotok gyógytornáztató szakemberek segítségével



5. ábra • A RehaRob: 1 – állvány, 2 – IRB 140 ipari robot, 3 IRB – 1400H ipari robot, 4 – felkar ortézis, 5 – alkar ortézis, 6 – kezelőágy, 7 – kezelő panel

történő betanításának megoldását az említett erőszabályzással (Fazekas et al., 2003).

Ahogy ezt a bevezetőben ismertettük, az eredetileg csak pályák követésére tervezett robotvezérlők jelentős mintavételezési idővel dolgoztak, ami a legkritikusabb esetekben elérte a 0,1 másodpercet is. A vezérlés egyébként nagyon korszerű pályageneráló algoritmusai további 0,4 másodperces holtidőt is eredményeztek, ami valóban kritikussá tette a külsőköri erőszabályozás stabilis megvalósítását. Hiába voltak az emberi és a robotkar közötti ortézisen elhelyezett hat szabadsági fokú erőmérők jelei 1 kHz frekvenciával mintavételezve, az alacsony frekvenciás (kb. 0,5 Hz-es) rezgések az első kísérletek során ugyanúgy jelentkeztek az ember (itt az ortézt mozgató gyógytornász) és a robot fizikai kapcsolatában, mint két ember kézfogásakor. A szerkezeti elemek merevségének megfelelő megválasztásával, az egyébként egyszerű külsőköri erőszabályozási paramétereknek a fenti mechanikai modellek elméleti vizsgálatára és sok-sok kísérleti munkára építő gondos beállításával sikerült a rezgési problémákat elfogadható szintre szorítani.

A rendszer természetesen egyelőre drága, betanítása nehézkes, szakértői rendszere fejlesztendő, szabályozása, „reflexei” tovább javítandók. A robot azonban türelmesen, kitaróan, az előírt sebességgel, lassan és fáradhatatlanul ismétli a betanított mozdulatokat. Az első klinikai eredmények biztatóak: a három hónapos klinikai teszt alatt a tizenkét kezelt beteg összesen mintegy 120 órányi gyógytornáztatásban részesült. A működéskorban biztonsági probléma nem merült fel, a

tizenkét beteg állapotában pedig 5-25 %-os javulást sikerült elérni empirikus és mozgás-analizáló rendszerrel mért indexeikben. A rendszer teljesíti az *EU Medical Device Directive* (1993) szigorú biztonsági követelményeit.

Kitekintés

Mi várható a következő évtizedben? Nehéz megjósolni. Természetesen töretlenül fognak fejlődni a műtéteket segítő robotok, amelyek azonban továbbra is drágák lesznek, kivételes körülmények között alkalmazzák majd őket. Várhatóan széles körben fognak terjedni a RehaRobhoz hasonló gyógytornáztató, masszírozó gépek. A következő egy-két éven belül az ilyen rendszerek fejlesztése nálunk is olyan állapotba jut, hogy befektetők vizsgálhatják annak eladhatóságát, a mérnökök pedig próbálják majd gyártásának költségeit olyan szintre szorítani, ami már megtérülést ígér. Ebben a folyamatban kulcsfontosságú lesz például az, ami már a RehaRob projekt esetén is látható volt: a robotok fejlesztői az ilyen irányú robotértékesítések reményében komolyan nekiláttak a szabályozórendszer mintavételezési és holtidejének (a robot „reflexidejének”) csökkentéséhez, ezzel segítve az emberrel való érintkezéskor elengedhetetlen erőszabályozások biztonságos megvalósítását.

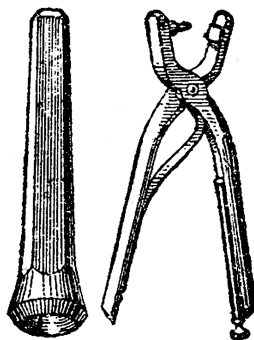
A RehaRob gyógytornáztató robothoz kapcsolódó kutatásokat támogatta a European Commission IST-1999-13109 projekt, az Egészségügyi Minisztérium ETT-073/2003 projekt, az OTKA T043368 projekt és a TÉT-BILAT CAN-1/03 projekt.

IRODALOM

- ABB (2004) <http://www.abb.hu/>
 Baeten, Johan – Schutter, Joris De (2003): *Integral Visual Servoing and Force Control*. Springer, Berlin
 Enikov, Eniko – Stépán Gábor (1998): Micro-chaotic Motion of Digitally Controlled Machines. *Journal of Vibration and Control*. **4**, 427–443.

- EU Medical Device Directive (1993) Council Directive 93/42/EEC of 14 June 1993 Concerning Medical Devices.
 Fazekas Gábor – Fehér M. – Stefanik Gy. – Boros Zs. – Tóth A. (2004): Robotok alkalmazása féloldali bénultak felső végtagi gyógytornáztatásában. *Orvosi Hetilap*. **145**, 1327–1331.

- Kocsis László – Tóth A. – Fazekas G. (2000): *Upper Limb Physiotherapy for Hemiparetic Using Industrial Robots*. Proceedings of the 22nd Neumann Symposium on Medical and Biological informatics (Veszprém, November 9–10, 2000) 32–36.
- Kovács László L. – Stépán G. – Jurák M. – Tóth A. (2002): Indirect Force Control Applied in Rehabilitation Robotics. Penninger Antal – Ziaja Gy. – Vörös G. (eds.): *Proceedings of the Third Conference on Mechanical Engineering*. May 30–31, 2002. Springer-Verlag, Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary, 853–857.
- Natale, Ciro (2003): *Interaction Control of Robot Manipulators*. Springer, Berlin
- Raibert, Marc H. – Craig, John J. (1981): Hybrid Position/Force Control for Computer Controlled Manipulators. ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, **102**, 125–133.
- Stépán Gábor – Steven A. – Maunder, L. (1990): Design Principles of Digitally Controlled Robots. Mechanism and Machine Theory, **25**, 515–527.
- Stépán Gábor – Kollár László (2000): Balancing with reflex delay. Mathematical and Computer Modeling, **31**, 199–205.
- Stépán Gábor (2001): Vibrations of Machines Subjected to Digital Force Control. International Journal of Solids and Structures, **38**, 2149–2159.
- Steven, A. – Hewitt, James R. (1987): Position and Force Control Applied to Robotic Polishing of Turbine Blades. Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Robotics (ICAR 1987, Versailles). 493–502.
- Tóth András – Arz G. – Varga Z. – Varga, P. (2001): Conceptual Design of an Upper Limb Physiotherapy System with Industrial Robots. Integration of Assistive Technology in the Information Age. Mounir Mokhtari (ed.): *Proceedings of the 7th International Conference on Rehabilitation Robotics*. Institut National des Telecommunications (INT) & INSERM (U.483), Evry, France, 25–27, April, 2001, IOS Press, Amsterdam, 109–116.
- Tóth András – Arz G. – Varga Z. – Varga P. – Papp J. (2003): *Layout Optimization of a Geometrically Complex Rehabilitation Robotic System through Virtual Physiotherapy*. *Proceedings of the 8th International Conference on Rehabilitation Robotics*. Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), Daejeon, Korea, 22–25 April, 2003, 68–71.
- Whitney, Daniel E. (1987): Historical Perspective and State of the Art in Robot Force Control. International Journal of Robotics Research, **6**, 3–14.



ENERGIAELLÁTÁS ÉS GLOBALIZÁCIÓ

Vajda György

az MTA rendes tagja

vajda@haea.gov.hu

A globalizáció szerepéről és működésének módjáról, arról, hogy minden milyen szövénnyesen függ össze mindennel, igen szemléletes képet kaptunk az 1973. évi olajkrízissel. A benzinhiány következtében Amerikában és Nyugat-Európában kialakult kaotikus helyzetet erőteljes adminisztratív intézkedésekkel néhány nap alatt sikerült rendezni, a világgazdaságra gyakorolt hatások azonban sok éven keresztül érvényesültek. A magas olajár általános drágulást eredményezett, ami recessziót, inflációt, munkanélküliséget vont maga után. A fejlett országok következetes gazdaságpolitikával és energiapolitikával néhány év alatt új egyensúlyt alakítottak ki. Az olajimportáló fejlődő országok azonban súlyosan eladósodtak, néhányan fizetéseketelenné váltak, egyeseknél a khatások máig is érvényesülnek. Magyarország gazdaságát – a korábbi feltételezésekkel szemben – a KGST-együttműködés nem védte meg, néhány év késéssel „begyűrűződött” a drágulás, és 1980 elejére a fizetéseketelenség határára sodródtunk. Említést érdemel, hogy a kilábalásban is jelentős volt az energetika szerepe, ugyanis a konvertibilis fizetési mérleg lyukait fűtőolajexporttal igyekeztünk betömni. E közben a kormány feszült izgalommal követte a Paksi Atomerőmű első blokkjának akkoriban zajló üzembe helyezését, mert annak üzembe lépésétől lehetett remélni – joggal –, hogy jelentős mennyiségű fűtőolaj szabadul fel a tőkés export árualap számára.

A globalizáció kialakulásában az energetika jelentős szerepet játszott, amit több körülmény támaszt alá. A világkereskedelem

legnagyobb tételét az energiahordozók jelentik. Az emberiség energiaszükségletének fedezésére hatalmas mennyiségű energiahordozót kell a fogyasztókhoz eljuttatni, a szállítási hálózat szinte beborítja az egész glóbuszt, a világ teljes áruforgalmának mintegy felét az energiahordozók teszik ki, mind a tengereken, mind a szárazföldön.



1. ábra • A kőolajforgalom főbb irányai

Az 1. ábra a kőolajforgalom főbb irányait és arányait szemlélteti. Mivel a Közel-Kéleten található a világ kőolajvagyonának kétharmada, a befolyás megszerzése vagy megőrzése az olajvagyonok felett gyakran okoz konfliktusokat, melyek nemritkán nyílt háborúkra is vezetnek. A nemzetközi kőolajvezetékeknek stratégiai jelentőségük is van, ezért nyomvonaluk kijelölése élénk diplomáciai és üzleti alkuk tárgya. Például a Kaszpi-tenger olaját Oroszországon keresztül vagy azt elkerülve vezessék, a keleti orosz vezeték Japán vagy Kína felé irányuljon, lehet-e Iránból Indiába Pakisztánon keresztül szállítani az olajat stb.?

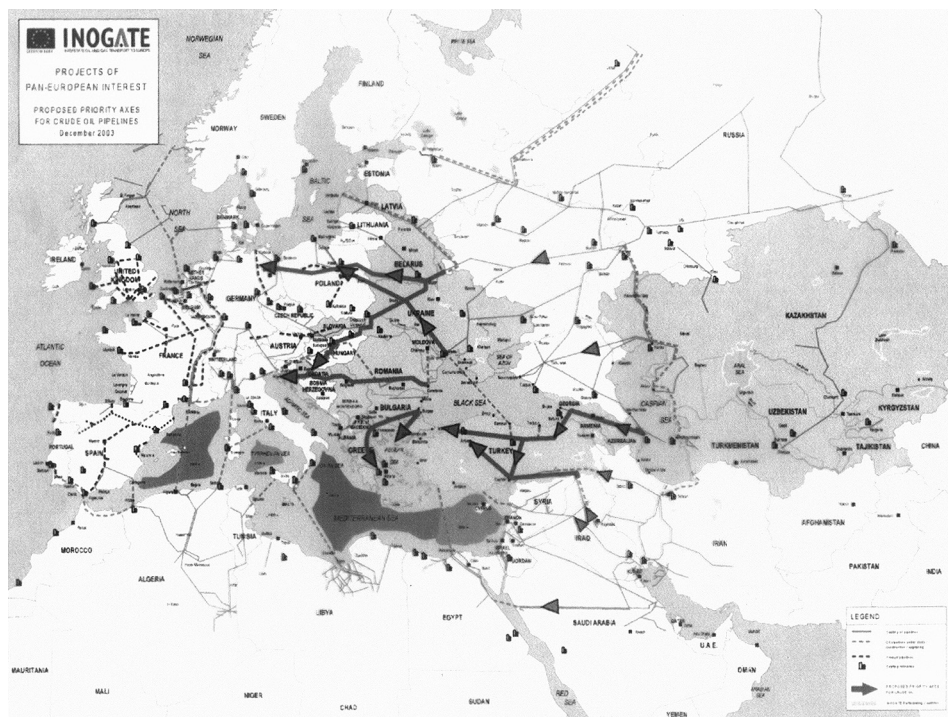


2. ábra • A földgázforgalom fontosabb útvonalai (billió m³/év)

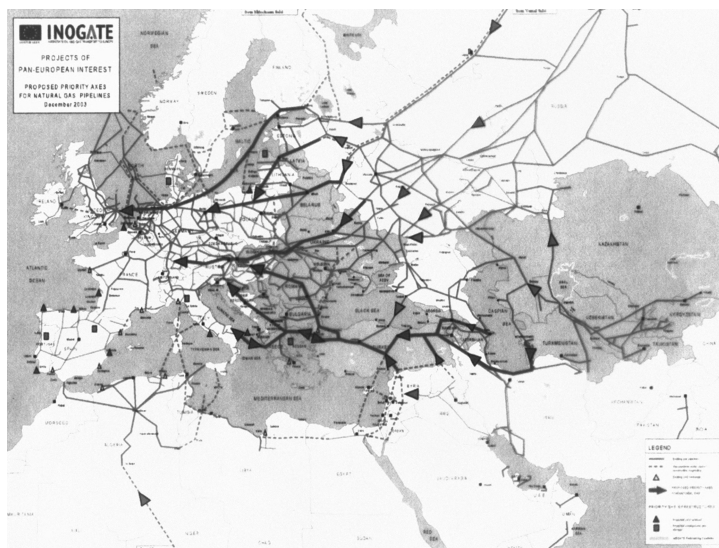
A 2. ábra a földgázforgalom helyzetét szemlélteti. Ebben növekvő szerepet játszik – főleg a Távol-Keleten – a cseppfolyósított földgáz szállítása tartályhajókban. A világvagygon 40%-a Oroszországban található, majd ennnyi a Közel-Keleten, s jelentősek az Észak-Afrikai források is.

A magyar energiaviszonyokat nagymértékben befolyásolja az Európa ellátását szolgáló

kőolaj- és földgázhálózat helyzete. A források (beleértve az olajkikötőket), valamint a kőolaj-finomítók között kifeszülő magisztrális kőolajhálózat a 3. ábrán látható, a működő vezetékeket teljes vonal, az épülő és tervezett vezetékeket szaggatott vonal jelzi. A bővítést egyrészt a forgalom növekedése, másrészt az ellátásbiztonság fokozása indokolja. Ezt szolgálják a létesülő tenger alatti csővezetékek Afrika és Dél-Európa között, valamint a Fekete-tengerben. Újabb magisztrális vezetékek létesülnek Szibériából, valamint a Kaszpi-tenger térségéből Európába. A Közel-Keletről a Szuézi-csatormán keresztül érkező tankhajókat esetleg bolgár és román kikötőkbe irányítják, hogy az onnan kiinduló csővezetékeken szállítsák nyugatra az olajat. Magyarország kőolajellátását a Volga menti Szamarából kiinduló magisztrális vezeték két leágazása szolgálja, ennek teljes értékű műszaki tartaléka a Krk szigetről induló Adria-vezeték.



3. ábra • Európa kőolajellátása



4. ábra • Európa földgázellátása

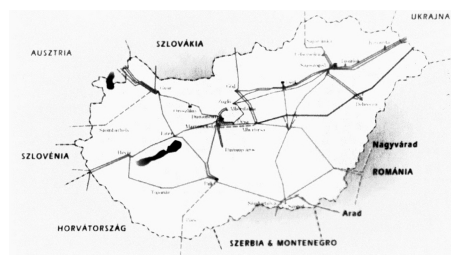
A földgázellátás rugalmatlanabb a kőolaj-ellátásnál, mert a vezetékek többnyire meghatározott szállításokat szolgálnak, ezért helyettesítésük körülményes. Az Európát ellátó, a fogyasztói súlypontokig vezető magisztrális hálózat a 4. ábrán látható. Több új vezeték épül az ázsiai és afrikai földgáz behozatalára, a rugalmasság növelésére pedig cseppfolyósított földgázt fogadó kikötők épülnek az európai tengerpartokon. Magyarország ellátása egy Szibériából kiinduló magisztrális vezetékről történik, az Ausztriával létesült vezetékkapcsolaton keresztül – a valós forgalmi viszonyokat figyelembe véve – csak orosz gáz reexportja tételezhető fel. Nagy távlatban a Közép-Ázsiából Törökországon és a Balkánon keresztül Ausztria felé irányuló csővezeték is szerephez juthat (Nabucco-terv).

A legszorosabb együttműködés a villamos energetika kontinenseket behálózó nagy rendszeregyesüléseiben valósul meg. A sarkkörtől Afrikáig és az Atlanti óceántól Kelet-Európa határáig terjedő európai UCTE¹-

¹ Union for Coordination of the Transport of Electricity, Szövetség a villamosenergia-szállítások koordinálására

rendszerben az országok hálózatait sok száz nagyfeszültségű távvezeték kapcsolja össze. Az együttműködésnek nagyon sok előnye van, az energiafeleslegek és -hiányok kiegyenlítése, a kisegítés üzemzavaroknál, az erőműtartalékok csökkenthetősége stb., még az időeltolódás is hasznosul, hiszen ennek következtében az eredő csúcsterhelés kisebb, mint a részrendszerek csúcsterhelésének összege. E nagy hálózat magyarországi mozaikszemét mutatja az 5. ábra, láthatóan minden szomszédunkkal van távvezetéki kapcsolatunk.

Az együttműködést nagyon szigorú előírások szabályozzák, például az áram változását jellemző 50 Hz-es periódus értéke-



5. ábra • A magyar alaphálózat

nek hajsálra ugyanakkorának kell lennie a rendszer minden pontján. Ehhez tökéletesen szinkronban kell forognia az együttműködő több ezer erőmű minden generátorának. Az UCTE vizsgálja, hogyan integrálhatók a Mediterrán gyűrű és a FÁK hálózatai (6. ábra).

A villamosenergia-rendszerek kialakításához jelentős volt a magyar hozzájárulás. Történelmileg az első kis hálózatok egyenárammal működtek. Az ellátott körzetek növelését a vezetékek menti feszültségcsökkenés korlátozta, ezért a forrástól távol fekvő fogyasztóknál a feszültség már nem volt elég az izzók működtetéséhez. Az elektrotechnika nagyjai – *Thomas Alva Edison*, *Werner Siemens* és mások – hevesen elutasították a Ganz gyár mérnökeinek (*Zipernowsky Károly*, *Déri Miksa*, *Bláthy Ottó Titusz*) javaslatát az egyenáram helyett váltakozó áram alkalmazására, mint felesleges bonyodalmakat okozó elképzelést. A transzformátorral azonban nemcsak a feszültség növelhető többszörösére, hanem ugyanilyen arányban csökken az áram is. Ezzel elhárult az akadály az átviteli távolság növelése előtt, a váltakozó áram kizárólagos szerephez jutott az energiaátvitelben. Az ellátási területek növekedésnek indultak, a két világháború között már országnyi területeket fogtak át, a második világháború után átlépték az országhatárokat – kialakult a nemzetközi együttműködés.

Minél bonyolultabb egy rendszer, annál több bizonytalanság terheli. Több kedvezőtlen körülmény szerencsétlen egybeesése következtében súlyos zavar is felléphet. A villamos energetikában a legsúlyosabb üzemzavar az 1963. évi New York-i nagy „blackout” volt, amikor a villamosenergia-ellátás Észak-Amerika keleti harmadában összeomlott, és 40 millió ember életkörülményei napokra ellehetetlenedtek. A következmények felérték egy súlyos természeti katasztrófával, az anyagi kár sok milliárd dollárra rúgott. Az üzemzavar negyven év elteltével – 2003-ban – megismétlődött, de az 55 millió



6. ábra • Az UCTE-hálózat bővítése

embert érintő következmények enyhébbek voltak, mert a létfontosságú intézmények (kórházak, repülőterek, katonai objektumok stb.) az 1963-as tapasztalatok alapján autonóm szükségáramforrásokat létesítettek az ellátási zavarok áthidalására. A közelmúltban több országban (például Olaszországban, Svédországban, az Egyesült Királyságban) is bekövetkeztek hasonló üzemzavarok.

Ellátási zavarok más energiafajtáknál is előfordulhatnak – nem csak műszaki eredetű –, legfeljebb nem olyan gyorsan alakulnak ki, mint a villamos energetikában, viszont jóval tovább tartanak. Ezt példázta az 1973-as olajkrízis, vagy 1987 telén a földgázvezetékek lefagyása. Magyarországon a legsúlyosabb helyzet 1952-1953 telén alakult ki, amikor a szén- és villamosenergia hiánya sorozatos ellátási zavarokat okozott, a mostoha életkörülmények súlyos gazdasági károkkal párosultak. A tapasztalatok nyomán világszerte az ellátásbiztonság vált az energiapolitika egyik legfontosabb követelményévé.

Az energiaellátás nemcsak műszakilag hálózta be a világot, hanem gazdaságilag is. Ez nem csak abban nyilvánul meg, hogy a világ gazdaság érzékenyen reagál a kőolaj tőzsdei árának minden rezdülésére, mert az befolyásolja az árakat, a konjunktúrát, a beruházási klímát. Az összefonódás szorosabb. A *Forbes Magazin*nak a világ legnagyobb vállalatairól készített listájában az első 500 helyezett mintegy 20%-ának főtevékenysége energiaszolgáltatás, és további 10% foglalkozik energetikai gépek és fogyasztóberendezések gyártásával. Vagyis a legnagyobbaknak majdnem hamaa az energetika területén

működik, ezek többsége hatalmas multinacionális társaság, érdekeltségekkel a világ minden táján. Ezek a vállalatok rendkívül nagy anyagi és szellemi erővel, kiterjedt nemzetközi háttérrel és sok évtizedes érdekérvényesítő tapasztalattal rendelkeznek, amire támaszkodva szándékaikat nemcsak a gazdaságban tudják érvényesíteni, hanem a politikában és az államigazgatásban is. A legtöbb vizsgált társaság forgalma meghaladja a magyar nemzeti jövedelmet, az élbolyban szereplőké többszörösen is.

De nem csak a multinacionális vállalatok alakítják a globalizációt, a globalizáció is visszahat rájuk. Egyrészt elindult a nagyok fúziója, az óriások még óriásabbakká váltak. Másrészt – a globalizáció folyamataként – megindult a nagy energetikai vállalatok tevékenységének a diverzifikációja. Az 1973. évi fejlemények csökkentették az olajvállalatok befolyását az olajvagyonok felett, tevékenységük súlypontját a feldolgozásra (beleértve a vegyipari hasznosítást) és az értékesítésre helyezték át. Ugyanakkor kiterjesztették a működésüket az energetika más területeire, a gázszolgáltatásra, a szén-technológiák, valamint a megújuló energiahasznosítás fejlesztésére. Egyesek érdeklődést mutattak más, hálózatszerűen működő szolgáltatások – pl. a víz- és csatornahálózat, a kommunikáció, a bankrendszer – iránt.

A gazdasági szféra nagy ereje fokozottabb állami szerepvállalást indokol a társadalmi érdekek érvényesítésében. Ebbe sok minden beletartozik, a fogyasztóvédelemtől a műszaki biztonságig, a piacfelügyelettől a környezetvédelemig.

Ebben a szövevényes energiavilágban kell hatékony energiapolitikát kialakítanunk és jól illeszkednünk a globalizáció viszonyaihoz. Az ellátásbiztonság feltételeinek megteremtése Magyarországon különösen éles kérdés, mivel energiaellátásunkban az import aránya 70 %, és tovább fog nőni. Az import pedig sérülékeny – politikai, gazdasági, műszaki,

időjárási stb. kockázatok terhelik. Sokak szerint az ellátásbiztonsággal a magyar kormánynak nem kell foglalkoznia, ha meg-szorulunk, az Európai Unió majd kisegít. Ez nem követhető gyakorlat, mert egyrészt az Unió elvárja, hogy minden tagország tartson rendet a saját portáján, és arra alapozva lehet kooperációt kialakítani. Másrészt az Unió Bizottságának legutóbb kiadott *Zöld Könyve* szerint az Unió egészének energetikai importfüggése a jelenlegi 50 %-ról néhány évtizeden belül 70 %-ra nő. Ezért a Bizottság magas szintű tanácskozást kezdeményez az ellátásbiztonságot növelő megoldások kialakítására, mind az EU egészére, mind a tagországok saját helyzetére.

Az 1. táblázata fontosabb lehetőségeket tekinti át az ellátásbiztonság erősítésére. Az energiahordozó készletek és az erőművi tartalékok fontosak, de csak átmeneti megoldást jelentenek üzemzavarok esetére.

Az import diverzifikálása folyékony szénhidrogének esetében megoldható, kőolajnál az Adria-vezeték, kőolajtermékeknel a hagyományos szállítási módok teszik lehetővé. Nem ilyen kedvező a helyzet a földgáz tekintetében – az orosz gáz csak sokkal drágábban lehetne helyettesíteni Norvégiából vagy Afrikából, de ehhez szállítóvezeték is kellene építeni. Gázfelhasználásunk gyorsan nőtt, elérte az összes energiafelhasználás 40 %-át (ilyen magas arány Európában csak a nagy földgázvagyonnal rendelkező Hollandiában van). A növekedés miatt kinőttük a szállítási infrastruktúrát, egy tartósan hideg télen, vagy az import zavaránál elképzelhetetlen a fűtési idény közepén a felhasználás korlátozása. Mivel földgázbázison fejlesztik a villamos energia közel 40 %-át, ott is ellátási zavarok lépnek fel. Nagy szükség lenne a magisztrális vezetékekről egy harmadik leágazásra az import növelhetőségéhez, továbbá a föld alatti gáz-tárolók kapacitásbővítésére, a téli csúcsigény biztonságos kielégítésére. E régen esedékes beruházások elmaradtak, mert az alacsonyra

tartalékok	import diverzifikálása	hazai források
folyékony üzemanyagok 3 hónap → 4 hónap földgáztermő előkészületben	szénhidrogének szállítási infrastruktúra: kőolaj – Adria vezeték kőolajtermékek – hagyományos szállítás földgáz – tárolás – új vezeték	ásványi energiahordozók külfejtésű lignit megújuló energiák biomassza nap geotermia
földgáz 60 nap		atomerőmű
erőműkapacitás UCTE követelmények	villamos energia kínálat határkeresztező vezetékek exportőr belső hálózata	energiatakarékosság

1. táblázat • Az ellátásbiztonság növelésének lehetőségei

szorított gázárak mellett nem képződött elég fejlesztési forrás. A kibontakozódást bonyolítja, hogy a MOL a bizonytalanságokkal terhelt gáz-üzletágtól szabadulni kíván, felét már eladta, a többire is opciója van a vevőnek.

Vannak gondok a villamosenergia-import diverzifikálásában is, annak ellenére, hogy jelentős határkeresztező távvezetési kapacitásokkal rendelkezünk. A nagy üzembazároknak az is a tapasztalata, hogy a távolsági szállítások kockázatát csak az csökkenti, ha egyrészt van tartós kínálat, másrészt rendelkezésre áll átviteli út a szomszédos országban a forrás és a határ között. E feltételek reálisan pár száz MW-ra korlátozzák a teljesítménymérlegben figyelembe vehető importot, pedig jóval többre lenne szükségünk. Ugyanis a következő egy-másfél évtizedben 5-6 GW-nyi új forrásra lesz szükségünk, kis részben az igények várható növekedésének fedezésére, legnagyobb részben a leállításkor kerülő erőművek pótlására. Ha az atomerőmű élettartam-hosszabbítása meghiúsul, annak pótlására további 2 GW-tal nő a forrásigény. Néhány erőművünket a környezetvédelmi követelmények miatt már selejtezni kellett, erőműparkunk legnagyobb része pedig fizikailag használatos el. Néhány száz MW-ot lehet remélni a hőszolgáltatásra épített kis erőművek kogenerációjától, nagy erőmű

építésére azonban hiányoznak a szándékok, mert az hazánkban gazdaságilag nem vonzó. A csapdahelyzetből két kiút lehetséges. Vagy sikerül beruházásra ösztönző klímát teremteni (költségfedező tarifák, kedvező hitelezési gyakorlat, ösztönző szabályozás), vagy a környező országokban épülő erőművekből fogunk drágán importálni. Persze az sem közömbös, hogy a Duna melyik oldalán épül erőmű, mert az munkahelyet, ipari beszállítást, adóbevételt, nemzeti jövedelmet jelent.

A táblázat harmadik oszlopa hazai forrásaink igénybevételéről szól. Sajnos mind ásványi, mind megújuló energiapotenciálunk csekély, az erőművek terén sem vigasztaló a helyzet. Az egyetlen eszköz az atomerőmű, ami azért növeli az ellátásbiztonságot, mert a reaktorokban négy-öt év alatt égetik ki a fűtőelemeket, és könnyen tárolható az erőműben további évekre elegendő friss üzemanyag. Ez nemcsak a villamosenergia-rendszert stabilizálja, hanem a tüzelőanyagok helyettesíthetősége révén növeli az energiaellátás többi szektorának biztonságát is. Az atomerőmű élettartam-hosszabbítása az ellátásbiztonság érdekében kulscs kérdés. Ennek járulékos haszna, hogy enyhíti a beruházási feszültséget, előmozdítja a kiotói követelmények teljesítését és a villamos energia fogyasztói árszínvonalának leszorítását.

Vannak olyan nézetek, hogy az ellátás-biztonsággal kapcsolatban nincs kormányzati feladat, azt rá kell bízni a piacra. Ez azonban nem járható út, ugyanis a piacnak csak rövid távra van eligazító ereje, az energiapolitikában viszont tartósan időálló megoldásokra van szükség, különös tekintettel az alapvető létesítmények építésének és üzemének nagy időállandóira. A piac viszont nagyon hasznos az operatív tevékenységek optimalizálására, ezért az Európai Unió erőteljesen törekszik az energiaellátás területén a piaci verseny meghonosítására. Ettől reméli az energiaárak leszorítását, ami egyik feltétele annak, hogy az európai ipar versenyképpé váljon az amerikai és japán iparral. A vezetékhez nem kötött energiaellátási módoknál már – többé-kevésbé – piaci viszonyok uralkodnak. Mi is megszoktuk a benzináraknak a kőolaj tőzsdei áráról, valamint a mediterrán piaci üzemanyagáraktól függő ingadozását.

A vezetékes ellátási módoknál világszerte mostanában alakítják ki a piaci viszonyokat. Az EU döntéseinek megfelelően 2004 végétől a nem háztartási fogyasztók számára a földgáz és a villamos energia piaca nyitott, ami azt jelenti, hogy szabadon választhatják meg, melyik szolgáltatótól vásárolják az energiát, az ár pedig megállapodás tárgya. A háztartási fogyasztók számára ezt a lehetőséget 2007 végéig kell kiterjeszteni, de jó néhány tagállamban a teljes piacnyitás már megvalósult.

A valódi verseny kialakulásához azonban kevés a piacnyitás deklarálása, annak még egyéb feltételei is vannak; a legfontosabbak a 2. táblázatban láthatók. Az államnak nem csupán a piaci szereplők jogait és kötelességeit kell meghatározni, hanem gondoskodnia kell a társadalmi érdekek érvényesüléséről, valamint azok teljesülését ellenőrző hatóságok működtetéséről is. Esetenként gazdasági szabályozás révén is érvényesítenek állami preferenciákat. Nem könnyű e szövevényes feladathalmaz konzisztens szabályozása. A Kalifornia-szindróma érzékeltette mekkora bajt okozhat, ha a szabályozás nem elég körültekintő. Emiatt ott nem volt érdemes bővíteni az erőműparkot, valamint az államok közötti gázvezetéseket, ezért a növekvő energiaigényt nem tudták kielégíteni, a villamosenergia-rendszer 2000-ben és 2001-ben sorozatosan összeomlott. A súlyos helyzet feloldására állami beavatkozásokra volt szükség.

A versenynek a kínálat is feltétele, egyelőre ennek nagyléptékű bővülésére nem építhetünk. A hazai forrásokban csak kis mértékben bízhatunk, az importot az előzőekben említett gondok terhelik. Egy időben sok reményt fűztek a kihasználatlan nyugat-európai erőművekhez, azonban ez elenyészett, mert az érintett országok igénybe vették saját szükségleteik kielégítésére. Most a várakozás a szomszédságunkban (Szlovákia, Románia, Ukrajna) épülő atomerőművek kihasználatlan kapacitásához fűződik.

szabályozás	kínálat	monopólium
a működés jogi keretei	szabad	hozzáférés a hálózathoz
társadalmi érdekérvényesítés	termelőkapacitások	szervezetek lebontása
hatósági felügyelet	importlehetőség	multinacionálisok
preferenciák	szabad hálózati	lehetőségei
állami szerepvállalás	kapacitások	funkciók elkülönítése
	határkeresztezők	árszabályozás
	exportörök belső	
	hálózata	

2. táblázat • A vezetékesenergia-piac működési feltételei

TULAJDONOS	E. ON	RWE	EDF* - GDF**	EGYÉB
villamosenergia-rendszer	ÉDÁSZ DÉDÁSZ TITÁSZ Debreceni erőmű	Budapesti Elektromos Művek ÉMÁSZ Mátrai Erőmű	Budapesti Erőmű DÉMÁSZ	Dunamenti Erőmű (Suez-Tractabel) Borsod (AES) Tiszapalkonya (AES) Tisza II (AES) EMA Power Pannonpower
földgázrendszer	KÖGÁZ DDGÁZ FŐGÁZ (17%) MOL gázüzletgázker. és tárolás	TIGÁZ FŐGÁZ (33 %)	ÉGÁZ DÉGÁZ	
egyéb	Fővárosi Vízművek			vidéki vízművek (Suez)

* Electricité de France ** Gas de France

3. táblázat • A magyar energiarendszer vállalatainak tulajdonosai

A hálózatok természetes monopolhelyzetét törvénnyel szüntetik meg, biztosítva a szabad hozzáférés lehetőségét minden termelő és fogyasztó számára. Nehezebb kérdés a vállalatok monopolhelyzetének kiktűszöbölése. Magyarországon a MOL és az MVM korábbi monopolhelyzetét alaposan megnyirbáltuk a trösztli szervezet felbontásával, majd az önállósult vállalatok privatizálásával. De az új tulajdonosok (3. táblázat) a világ legnagyobb vállalatai közé tartoznak, megvan tehát a veszélye, hogy a korábbi monopolhelyzetet oligopólium váltja fel. Rádásul ezek a társaságok nem nemzeti, hanem regionális léptékben gondolkodnak, mivel a

szomszédos országokban is rendelkeznek vállalatokkal. Egymás közötti kapcsolataik – amelyek nem is mindig nyilvánosak – tovább nehezítik a tisztánlátást. Nem könnyű az állam szerepe a valódi verseny kialakításában.

A piac meghonosítása szemléletváltozást is követel, hiszen a közüzemi szolgáltatás kereskedelmi tevékenységgé alakul, ami az energiát piaci áruként kezeli, az ellátási felelősséget pedig szerződéses megállapodás váltja fel.

Kulcsszavak: *energia, globalizáció, ellátás-biztonság, liberalizáció, energiahálózatok, energiapiac*

IRODALOM

- BP Statistical Review of World Energy (2004) <http://www.bp.com/centres/energy>
Comission of the European Communities (2000): *Green Paper Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply*. COM (2000), nov. 29. Brussels, 769.
IEA (2004): *World Energy Outlook 2003*. OECD/IEA, Paris
INOATE (2004): *Projects of Paneuropean Interests*. <http://www.inogate.org/html/maps/maps2.htm>

- MVM (2004): *A magyar villamosenergia-rendszer 2003 évi statisztikai adatai*. MVM Budapest
Szergényi István (2004): Európai energiapolitika a 21. század elején. *Energiagazdálkodás*. 45, 5, 3.
The World's Leading Companies, (2004) Forbes 2000. <http://www.forbes.com/2004/03/24/04f2000> land.html
UCTE (2004): Annual Report. Bruxelles
Vajda György (2004): *Energiaellátás ma és holnap*. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest

Vélemény, vita

A TÁRSADALOMTUDOMÁNYOK FEJLŐDÉSE ÉS AZ AKADÉMIAI OSZTÁLYSZERKEZET

Török Ádám

az MTA levelező tagja, a Veszprémi Egyetem és a BME egyetemi tanára,
az MTA-BDF Regionális Fejlődéstani és Mikrointegrációs Kutatócsoport vezetője,
az MTA IX. Osztályának elnöke.
torokadam@yahoo.com

Fejtörő: Adott egy ajtó, amely felé spanyolok, franciák, csehek és bolgárok egyszerre indulnak el. Az ajtón azonban rendre három-három francia és spanyol, illetve egy-egy cseh és bolgár jut át egy nyitási periódus alatt. Mi a jelenség oka?

Elképzelhető válaszok:

- A csehek és a bolgárok kövérebbek a franciáknál és a spanyoloknál.
- A franciák és a spanyolok közül sokkal többen akarnak bejutni, és jobban támogatják egymást.
- A hiba az ajtóban van.
- A hiba az ajtóhoz vezető útban van.

A tudomány szerkezeti felosztása tudományterületek és tudományágak között azért is elkerülhetetlen, mert a gyorsuló szakosodás miatt a tudományos kapacitások és eredmények egyre szűkebb körben hasonlíthatók össze egymással. Nem lehet közös mérőszámot találni például a matematikai és az irodalomtudományi kutatási erőforrásokra és eredményekre. A két tudomány kapacitásigénye ugyanis szerkezetileg és jellegében is eltér, a szokásos átfogó K+F mérőszámok (például a publikációs mutatók) pedig ilyen összeha-

sonlításban használhatatlanok az eredmények közlésének eltérő lehetőségei és a különböző értékelési elvek miatt. Az egyik tudományterületen például általában a folyóiratcikkeket, a másikon viszont a monográfiákat fogadják el inkább szakmai csúcsteljesítménynek.

A tudományközi összehasonlítás nehézségeit tetézi, hogy az interdiszciplináris kutatások gyorsan növekvő szerepe miatt nem lehet megbízhatóan megvonni a tudományterületek és a tudományágak közötti határokat. Az Egyesült Államok K+F-statisztikáiban például a pszichológia a természettudományok része, Magyarországon viszont a társadalomtudományok közé sorolják. Másik példa, hogy a magyar akadémiai szerkezetben az agrár-közgazdaságtan a mezőgazdasági, nem pedig a társadalomtudományok között szerepel, ami nemzetközi összehasonlításban ritka megoldás.

Nem meglepő tehát, hogy akár ugyanannak az országnak a tudománypolitikai, sőt oktatási rendszerében is többféle tudományterületi és tudományági felosztás létezhet egymás mellett. Szemléletes példákkal szolgál erre éppen Magyarország, és ezek a természet- és a társadalomtudományok terü-

letén ugyancsak feltűnőek. Ne tekintsük véletlennek, hogy most az utóbbiakra fordítunk több figyelmet, ezt pedig bizonyos komoly aránytalanságok teszik indokoltá.

Felsőoktatás: Magyarországon nyolc egyetemen adnak állam- és jogtudományi diplomát. Ezek közül mindössze a győri Széchenyi István Egyetemen folyik közös karon a jogász- és a közgazdászképzés. Minden más egyetemen külön van a jogi és a gazdaságtudományi kar. A kari szerkezettől függetlenül a jogász és a közgazdász diploma az egész országban egymástól alapvetően különböző munkakörök ellátására jogosít.

Akkreditációs rendszer: a jog- és a gazdaságtudományok külön szakbizottságok alá tartoznak a Magyar Akkreditációs Bizottságban, s e szakbizottságok értékelési és minősítési követelményei eltérnek egymástól.

Magyar Tudományos Akadémia: az akadémiai osztályszerkezetben a jog- és a gazdaságtudományok ugyanabba az osztályba tartoznak. A magyar akadémiai struktúra ugyanakkor három nagy tudományterület ismer. Az élő és az élettelen természettudományok mellett a társadalomtudományokat egy csoportként kezeli, így nem veszi figyelembe az úgynevezett szellemtudományok („*humanities*”) és a kifejezés pontos értelmében vett társadalomtudományok közötti komoly tartalmi és módszerbeli különbségeket.¹ Ez a magyar akadémiai struktúra eltér a legtöbb külföldi tudományos akadémia struktúrájától is: „a politikum által nem módosított struktúrában működő nemzeti akadémiákon belül számuk és arányuk alapján a társadalomtudományok képviselői mintegy kétötödét vagy ennél is nagyobb hányadát alkotják az akadémia tagjainak”.²

Enyedi György hivatkozott cikkében meggyőzően érvel a szellemtudományok (vagy bölcsészeti tudományok) egyenjogúvá tétele s így a szó szoros értelmében vett

társadalomtudományoktól való különválasztása mellett az akadémiai struktúrában. Igen meggyőzően mutat rá arra, hogy „A Magyar Tudományos Akadémia (...) az elmúlt hosszú története során igyekezett fokozatosan figyelembe venni a tudományterületek bővülését, új diszciplínák befogadását. Ez a társadalomtudományok esetében már hosszú ideje elmaradt” (Enyedi, 2004, 1382.).

A társadalomtudományok eddigénél jóval markánsabb különválasztásának azonban nem csupán a szellemtudományok régóta esedékes egyenjogúsítása, ugyanakkor a társadalomtudományok körének tartalmukkal összhangban álló szűkítése adna értelmet. Azért is érdemes elgondolkodni róla, mert a jelenlegi formájában 1993 óta fennálló, de alapjaiban az ötvenes évek eleje óta létező akadémiai tudományterületi és osztálystruktúra kedvezőtlen és indokolatlan szerkezeti folyamatokat tett és tesz lehetővé.

A szellemtudományok és a társadalomtudományok együttes súlya a Magyar Tudományos Akadémián meglepően csekély, ha a számítást a taglétszám alapján végezzük. Ez nemcsak jelentős szerkezeti torzulásokat okoz, hanem előre is vetíti a ma még társadalomtudományoknak nevezett terület folyamatos és tartós háttérbe szorulását, később akár egyes tudományok Akadémián belüli eltűnését is. Az alábbiakban ennek a háttérbe szorulási folyamatnak az áttekintése a cél abban a reményben, hogy az MTA vezetése és tagsága talán fontosságának megfelelően kezd foglalkozni az Akadémia struktúrájának és fejlődésének ezzel az alapvető és megkevlhetetlen problémájával.

Az áttekintésben különös súllyal szerepel az MTA IX. (Gazdaság- és Jogtudományok) Osztálya azért, mert ennek összetételét és problémáit ismerem részletesebben. Itt azonban korántsem csak egy osztály fejlődési kilátásairól, az ott képviselt tudományok jövőjéről van szó. Megmutatkozik itt, mint

¹ Ezekről a különbségekről részletesen: Enyedi, 2004.
² Hamza Gábor szíves közlése.

cseppben a tenger, hogy a Magyar Tudományos Akadémia talán már évtizedek óta nem szentelt olyan figyelmet a társadalomtudományok szerkezeti és módszertani fejlődésének, mint amilyen érdeklődéssel (és tettekkel is) követte a természettudományok körében végbement differenciálódást.

A társadalomtudományok visszaszorulása az MTA teljes osztálystruktúrájában

A Magyar Tudományos Akadémia tizenegy osztálya közül három ad helyet a társadalomtudósoknak. Neve szerint az I. Osztály a nyelv- és irodalomtudományokkal, a II. Osztály a filozófiai és történettudományokkal, a IX. Osztály pedig a gazdaság- és a jogtudományokkal foglalkozik. Egyik osztály neve sem teljes, hiszen nem tartalmazza mondjuk a néprajzot, a zenetudományt, a régészetet, a művészettörténetet, a pszichológiát, a szociológiát, a politológiát, a hadtudományt vagy a regionális tudományt, pedig mindegyik említett tudománynak van legalább egy akadémikus képviselője valamelyik társadalomtudományi osztályon.

Persze fölösleges és kezelhetetlen is lenne, ha az egyes társadalomtudományi osztályok neve öt-hat vagy még több szóból állna az ott reprezentált tudományok teljes skálájának felmutatása érdekében. Mégis érdekes felfigyelni arra, hogy az elnevezés és a tartalom közötti összhang hiánya sokkal kevésbé jellemző a nyolc természettudományos osztályra. Aligha cáfolható például (s most nem teljes felsorolás következik), hogy a III. osztály tagjai között csak vagy nagyon nagy többségben matematikusok, a V. Osztályon az orvostudományok képviselői, a VI. Osztályon pedig mérnökök végzettségű akadémikusok vannak, s a XI. Osztályt is zömme fizikusok alkotják.

A kétségtelenül gyors szakmai specializáció ellenére is biztosan igaz, hogy a tudományágakat összekapcsoló tudományos kommu-

nikáció s az egységes értékrend érvényesítése aránylag könnyű az azonos végzettségű osztálytagokat tömörítő természettudományi osztályokon. Ezzel szemben – vegyük most csak a doktori ügyeket – nem ritka az olyan, lényegében tartalmatlan szavazás a IX. Osztályon, ahol például közgazdászoknak kell véleményt mondaniuk jogász kutatók tudományos habitusáról, vagy fordítva. Ez szándékosan extrém példa, hiszen nyilvánvaló, hogy a jogász aránylag könnyen megítélheti a politikatudós, a közgazdász pedig a regionális kutató tudományos habitusát. Az esetek többségében azonban az osztálytagoknak jogászokról vagy közgazdászokról kell szavazniuk, és ez a tény bizony a tudományos minősítési eljárással kapcsolatban is felvethet komoly tartalmi kérdéseket.

A másik két társadalomtudományi osztályon valószínűleg ugyancsak előfordulnak hasonló esetek. A lényeg azonban most nem a példák minél meggyőzőbb felsorakoztatása, hanem annak bemutatása, hogy a tudományágak közötti heterogenitás problémája különösen súlyos a társadalomtudományi osztályokon. Az urológus és a szemész, a számelmélet és a geometer, vagy az optikával és kvantumelmélettel foglalkozó fizikus egyaránt ugyanazt az alapképzést kapta az egyetemen, tehát megérti a másik említett diszciplína nyelvét és nagy vonalakban a speciális problémáit is.

A közgazdász és a jogász, az irodalmár és a néprajzos azonban más-más diplomát kapott, azaz legfőljebb egyetemi tanulmányai legelején tanulta – és akkor is csak részben – ugyanazt. A modern közgazdaságtanban jól ismert aszimmetrikus információ problémája tehát különösen súlyos az Akadémia társadalomtudományi osztályain, és ez a körülmény sajnos nagyban megnehezíti az osztályok rendeltetésszerű működését.

Az aszimmetrikus információ kérdéskörének³ több kutatója (köztük Harsányi

³ A téma magyar nyelvű összefoglalása: Gömöri, 2001.

János, George Akerlof és Joseph Stiglitz) kapott eredményeiért Nobel-díjat. A magyar akadémiai osztályszerkezet szempontjából persze legfőljebb másodlagos, a nemzetközi tudományos fejlődésre tekintve azonban legalább egy futó gondolatot megérdemlő tény, hogy a fizikai és a kémiai Nobel-díjat egyaránt 1-1 magyar akadémiai tudományos osztály profiljának megfelelően osztják, az orvosi Nobel-díj pedig az MTA két osztályának (orvosi és biológiai tudományok) területén elért eredményeket ismeri el. A közgazdasági Nobel-díj ezzel szemben olyan eredményekért jár, amelyet mindössze egy akadémiai osztály nem egészen a felének a tevékenysége reprezentál Magyarországon.

Ez az összehasonlítás természetesen nem ad igazán hű képet, hiszen matematikai vagy agrártudományi, illetve műszaki és bölcsészettudományi kutatási eredményekkel aligha lehet Nobel-díjat szerezni (bár a fentebb csak jelzésszerűen felsorolt közgazdasági Nobel-díjasok között volt matematikus is). Annyi azonban tény, hogy a Nobel-díj mint a nemzetközi tudományos kiválóság egyik mércéje merőben más súlyok szerinti tudományterületi felosztáson alapul, mint az MTA osztályszerkezete, és ezen talán érdemes kicsit elgondolkodni.

A Magyar Tudományos Akadémián 2005 elején – a hármas tudományterületi felosztási rendszerben – három társadalomtudományi, három élő természettudományi (agrártudományi, orvostudományi és biológiai) és öt élettelen természettudományi (matematikai, műszaki tudományi, kémiai, földtudományi és fizikai) osztály van, bár az utóbbiak egy részének tagjai (például a gyógyszerészek, a biokémikusok, a biofizikusok vagy a paleontológusok) foglalkoznak élettudományi jellegű határterületekkel is. Így a természettudományokon belül az élő/élettelen választóvonal aligha olyan határozott, mint amelyet a társadalom- és a természettudományok között húzhatnánk.

A társadalomtudományi osztályok MTA-n belüli képviseleti súlya az osztályszerkezetet alapul véve mintegy 27 százalékos (3:11), míg a hármas felosztás szerint ennek 33 százalékosnak (1:3) kellene lennie. Ha egy pillanatra ismét felidézzük a jelenlegi elnevezés szerinti társadalomtudományok Enyedi György által javasolt kettéosztását bölcsészeti és szó szerint vett társadalomtudományokra, akkor már akár 50 százalékos képviseleti arány is számításba jöhetne. Ezt a variánszt azonban nyugodtan tekinthetjük teljesen utópisztikusnak a jelenlegi körülmények között, és így már nem is érdemes foglalkoznunk vele.

A társadalomtudományok akadémiai képviseleti aránya ugyanakkor valójában nem az osztályszerkezetben mutatkozik meg, hiszen a legtöbb alapvető fontosságú ügyben az akadémikusok testülete szavaz, és – a zökkenőmentesen működő előzetes egyeztetési mechanizmusok ellenére is – a nagy tudományterületek taglétszám szerinti szavazati arányai befolyásolhatják a fontos döntések irányát. Azért is lényeges a taglétszám szerinti képviseleti arányokra vetni egy pillantást, mert itt bizonyos értelemben *populációk dinamikájáról* is szó van. Ha bármelyik nagy tudományterület akadémikusait sajátos értelmezésben – és az udvariatságság legkisebb szándéka nélkül – egyfajta populációnak vagy közösségnek tekintjük, akkor beláthatjuk, hogy a csökkenő súlyú populációknak egyre kisebb az esélyük arra, hogy megfordítsák részarányuk stílyyedését.

Itt érdemes röviden érinteni a tudományágak közötti verseny kérdését. Ilyen verseny ugyanis folyik a világban és Magyarországon akkor is, ha nem szívesen veszünk tudomást róla. Így versenyelemzési kérdés, hogy miként alakulnak az erőviszonyok a nagy tudományterületek között. Ha mondjuk a kémiában gyorsabb fejlődés mutatható ki, mint a biológiában (illetve az egyikre támaszkodó iparágak gyorsabban korszerűsödnek, mint

a másik eredményeit felhasználó szektorok), akkor a kémiai kutatások finanszírozása hamarosan javulni fog a biológiai kutatások pénzellátásához képest. Ilyen erőviszony-eltolódásokat a világban többször is meg lehetett figyelni az elmúlt évtizedek alatt.

Például az amerikai egyetemi és más nem-vállalati K+F-ben a fő területek finanszírozási arányai nagyban megváltoztak 1973 és 1999 között. Az orvosi és a műszaki tudományokban K+F-re fordított összegek reálértéke ebben az időszakban csaknem négyszeresére nőtt az Egyesült Államokban, és a biológiai kutatásokra fordított összegek még mindig tekintélyes, két és félszeres mértékben bővültek. Az összes többi természettudományi terület (így a fizika, a környezettudomány, az informatika, a pszichológia⁴ és a matematika) viszont csak alig nagyobb mértékben jutott pénzhez az időszak végén, mint az elején (NSB, 2002, 5–15).

A társadalomtudományok finanszírozása élesen eltérő képet mutatott az Egyesült Államokban. Finanszírozásuk reálértéke mintegy 20%-kal csökkent 1973 és 1984 között, utána viszont 1999-re két és félszeresére nőtt. E trendváltozásban közelebből nem feltérképezett politikai tényezők játszhattak közre, hiszen a társadalomtudományi kutatások közvetlen jóléti hatásai (s így tulajdonképpen a gazdaság szereplői számára megmutakozó vonzerejük) sokkal nehezebben mérhetőek, mint a hasonló hatások a természettudományok területén.⁵ Emiatt pedig értelemszerűen csökkenhet a társadalomtudományok alkuereje, ami Magyarországon sem elhanyagolható folyamat. Mégis az idézett amerikai adatok a társadalomtudományok számottevő felértékelődését mutatják.

A tudományterületek taglétszám szerinti képviseleti arányainak időbeli alakulását az

MTA-n belül itt nem érdemes részleteznünk. Mindenképpen a társadalomtudományok jelentős pozícióvesztéséről árulkodik, hogy 2004 őszén mért együttes létszamarányuk mindössze 19 százalékos volt az MTA rendes és levelező tagjai között. Ez jóval alacsonyabb akár a 33, akár a 27 %-os (tudományterületi vagy pedig osztályszerkezeti arányok alapján feltételezett) hipotetikus részaránynál, és okait mindenképpen elemezni kell.

Szó sincs azonban arról, mintha itt „nem-kooperatív” *szándékokkal* vagy akár – a társadalomtudósok szempontjából értve – a másik oldal valamiféle „kiszorítási” *stratégiájával* kívánnám magyarázni ezt a visszaszorulási folyamatot. Itt sokkal inkább megmegevedett (s részben valójában egy több évtized előtti tudományszemléletet tükröző) struktúrákról van szó. Ezek a struktúrák jelenlegi alakjukban igen erősen megnehezítik a korrekciós szándékok érvényesülését akkor is, ha az ilyen szándékokat éppen olyan természettudósok fejezik ki, akik maguk sem tartják egészségesnek és hosszabb távon hasznosnak az akadémiai létszámszerkezet arányainak felborulását.

A társadalomtudományok lassú lemorzsolódása az MTA struktúráján belül reálisan nézve is több stratégiai veszéllyel is fenyeget. Az egyik veszély, hogy a társadalomtudósok reprezentációjának foka az Akadémia vezetésében is követi a taglétszámon belüli súlycsökkenésüket.

Lehet, sőt valószínű, hogy a természettudósok Akadémián belüli közössége sem tartja vagy tartaná egészségesnek a társadalomtudósok kiszorulását a vezetésből. Tény, hogy az MTA elnöke 2002-ig hat cikluson át mindig történész volt, azaz a társadalomtudományok legalább egyik ágának képvisellete hosszú időn át biztosítva volt a felső akadémiai vezetésben.⁶ Gyengülő szavazati súlyuk miatt azonban a társadalomtudósok csak egyre nehezebben tudják kezdeményezni

6 Erre a tényre Király Tibor hívta

⁴ Ezt az Egyesült Államokban a természet-, Európában viszont a társadalomtudományok közé sorolják.

⁵ Ilyen mérésre tett érdekes kísérletet Landry et

a vezetői pozíciók számukra kedvező elosztását. Így elfogadói pozícióba kerülhetnek, amelyben aligha tudnak követelni, viszont célszerű örömmel nyugtázniuk a nagy többség minden gesztusát, amellyel valamilyen fokú részvételt biztosít a kisebbségi jellegű csoportnak a vezetésben.

A másik, Akadémián belüli stratégiai veszély pedig kissé hasonló ahhoz, amit „önbeteljesítő jóslatoknak” szokás nevezni. Ha a társadalomtudományok képviselőinek részesedése tartósan csökken az MTA hazai tagságában (ez a folyamat pedig legalább a kilencvenes évek eleje óta kétségtelen), előbb-utóbb megfordulhat a magyarázat szokásos logikája.

Egy ideig még lehet azt mondani, hogy a folyamatnak szerkezeti okai vannak, amint ez a cikk is állítja, s akkor még úgy festhet a logikai lánc, hogy „a szerkezeti arányok romlása miatt csökken a társadalomtudományi területen dolgozó akadémikusok összesített produktuma”. Utána azonban előtérbe kerülhet a fordított érv: „arányuk törvénytzerűen csökken, hiszen összesített teljesítményük sem javul”. Feketén-fehéren fogalmazva ez annyit jelent, hogy romolhat a magyar társadalomtudományi kutatások megítélése pusztán – s most sajnos szükséges a pontosságra törekvő, de emiatt nehézkes fogalmazás – *ha és azért, amennyiben és mert az a látszat keletkezik, hogy az Akadémia egyre kevésbé értékeli a teljesítményüket.*

Végül egy harmadik, nemcsak az Akadémiát érintő stratégiai veszély ugyancsak megfontolást érdemel. Az úgynevezett Lisszaboni Stratégia alapján az Európai Unió, az EU-n belül pedig az összes mértékadó hazai politikai és szakmai tényező szándékai szerint Magyarország is törekvései középpontjába állítja a versenyképesség növelését. Ez nemcsak gazdasági, hanem sokkal szélesebb értelemben társadalmi versenyképességet is jelent, nemcsak sikeres innovációkat, hanem azok hatékony felhasználására és be-

építésére alkalmas társadalmi közeget is. Ezt a közeget pedig nehéz lesz kialakítani akkor, ha közben tovább romlik a társadalomtudományok képviselője a magyar tudomány csúcspontjában.

A belső osztályszerkezet problémái: egy „esettanulmány”

A rugalmatlanná vált struktúrák példaként most érdemes szemügyre venni a Gazdaság- és Jogtudományok Osztályának taglétszámalakulási folyamatait. A IX. Osztály az elmúlt 12-13 évben összesen körülbelül négy helyet veszített a tagválasztásokon (későbbi kompenzáció nélkül) azért, mert nem használta ki úgynevezett kvótáját.

Bővebben kifejtve ez annyit jelent, hogy a IX. Osztályról az akadémiai Közgyűlés, illetve az akadémikusok gyűlése ennyivel több levelező tagot választhatott volna, ha az Osztálynak sikerül a megfelelő számú jelöltet egyenként 50 százalék fölötti szavazati aránnyal ajánlania a Közgyűlés számára. Ez az ajánlás azonban rendre rosszabbul alakult a lehetségesnél. A IX. Osztály tagjainak csak négy jelöltet sikerült megszavazniuk egymás között akkor, amikor a Közgyűlés valószínűleg öt jelöltet is levelező taggá választott volna az Osztályon, és csupán hármat akkor, amikor négy jelöltnek is komoly esélye lett volna a Közgyűlésen.

Az Osztály taglétszámának a szükségesnél és lehetségesnél lassabb növekedése nem magyarázható a következő okokkal:

- a megegyezés hiánya a tudományterületek között;
- az alkalmasnak tartott jelöltek hiánya, sőt (a fentiekben jelzettek szerint);
- az elegendő kvóta, azaz a többi osztály együttműködési készségének a hiánya sem.

Az Osztályon belül megtörténtek az egyeztetések a tudományágak képviselői között, volt megfelelő számú alkalmas jelölt, és a többi osztály is nemegyszer elfogadta, hogy az Osztály

taglétszámát átlag fölötti ütemben kellene növelni. Látszólag minden feltétel adott volt ahhoz, hogy az Osztály tagjainak a pótlása (csúnya, de tartalmában mégis ideillő kifejezéssel „az Osztály feltöltése”) a szándékoknak megfelelő mértékű legyen. Mégsem így történt, s ennek okait ismét csak az adott struktúrákban, nem pedig az osztálytagok szavazási magatartásában kell keresnünk. Akkor is, ha első látásra magatartási tényezőket tapasztalunk – ezek mögött azonban ugyancsak szerkezeti okok érzékelhetők.

Az esélyek kihagyásának fő okai így a következők voltak:

- az egyes tudományágak képviselőinek információhiánya a más tudományágakban beterjesztett jelöltekről. Ennek az információhiánynak a fő és egyre erősödő oka az Osztály nagyfokú heterogenitása, tehát hogy a tagoknak sokszor olyan akadémikus- vagy doktorjelöltek habitusáról kell szavazniuk, akik munkásságának értékét valójában csak közvetett információkból tudják megítélni;
- az egyes tudományágak képviselőinek óvatossága azért, mert attól tartottak, hogy a többi tudományágból nem várt jelöltek is bekerülnek a levelező tagok közé. Ezért gyakran jellegzetes szavazói magatartás volt, hogy csak a saját tudományág képviselőire szavaztak, másokra nem („szétszavazás”). Így pedig a szavazatok száma az 50 százalékos küszöb körül koncentráldott ahelyett, hogy olyan célszerű, sokkal egyenletesebb eloszlást mutatott volna, amelyben viszonylag nagy hányad jóval átlépi a küszöböt, ugyancsak aránylag sokan pedig jócskán elmaradnak tőle;
- a szavazási mechanizmus merevsége (az Osztályon belüli végszavazás eredményének utólagos – még az Osztályon belüli – korrekciójára akkor sem volt lehetőség, ha a tagok többsége emellett foglalt állást. Ezt persze nemcsak merevségnek

tekinthetjük, hanem igen szigorúan és következetesen normakövető magatartásnak is, amire elsősorban éppen a jogász akadémikusok Osztályon belüli jelenléte a garancia.⁷

A tipikusnak mondható tagválasztási szavazások tehát úgy zajlottak az Osztályon, hogy a legtöbb (szavazati joggal bíró) akadémikus az Osztály szempontjából a rosszabbat választotta az úgynevezett *minimax* és *maximin* stratégiák közül. Az egyik stratégia magas nyereséményre irányul, és ott akár beéri a legalacsonyabbal, viszont aránylag nagy veszteséget is számításba vesz. A másik alacsony nyereséményre irányul, ott megcélozza a lehetséges legmagasabbat, viszont a veszteséget is minimalizálni kívánja.

Ilyen biztonsági stratégiával az osztálytagok többsége inkább arra törekedett tehát, hogy saját tudományágából a Közgyűlés elé kerüljön legalább egy jelölt, mint arra, hogy az Osztály taglétszáma a maximálisan lehetséges mértékben nőjön, ám éppen akkor esetleg a saját tudományága szempontjából kedvezőtlen megoszlásban. Ezt a stratégiai döntési variánszt pedig azért választották aránylag sokan, mert az Osztály erős tudományági tagoltsága miatt markánsan elválnak egymástól a tudományági és az osztályszintű érdekek (természetesen nemcsak a jogászok és a közgazdászok között, bár valóban ez a két legnagyobb létszámú csoport).

Az Osztály szükségesnél lassabb „feltöltésének” máris komoly következményei vannak. Az Osztály tagjai közül csupán ötven hatvan év alattiak, a hetven évnél fiatalabb tagok száma a tízet sem éri el, ami a különböző szakmai bizottságokban és egyéb feladatoknál aránytalanul nagy terhet ró az aktív korú tagokra. Az adott (de itt és most további részletezést már nem igénylő) kor-megoszlási helyzetben pedig sajnos ezt az

⁷ A szabályok precíz betartásán igen szakszerűen őrködő jogász akadémikusok viszont nincsenek jelen a többi akadémiai osztály tagválasztási eljárásában.

arányt 2007-ben már nem javítaná három új hatvan év alatti tag felvétele sem (amihez persze egyebek mellett az is kell, hogy akkor is legalább összesen harminchárom – 11×3 – új akadémiai levelező tagot lehessen majd megválasztani).

Az Osztály lassú „feltöltődésének” további káros hatása, hogy a levelező tagságra kétségtelenül alkalmas jelöltek várakozási ideje már kilenc-tizenkét évre nőtt, és sok valóban érdemes társadalomtudósnak esélye sincs a bekerülésre a jelenlegi osztálystruktúrában. Ilyen érvet persze bármelyik másik akadémiai osztály is hangoztathatna, de legtöbbjüknel a levelező tagságra alkalmas akadémiai doktorok csoportjából jóval gyorsabb volt az „átáramlás” az akadémikusok közé az elmúlt években, mint a jogászoknál és a közgazdászoknál.

Lássuk be: a mostani osztályszerkezetben évi átlagban egy orvos, fizikus, vegyész vagy matematikus válhat akadémiai levelező taggá. Ugyanez az arány egyharmad a közgazdászoknál és a jogászoknál, és csak mintegy egyhated vagy még alacsonyabb mondjuk a szociológusoknál. Mindez előrevetíti az akadémia évek, főleg évtizedek múlva várható új tagsági arányait. S akár azt is, hogy egy 2015-ös osztályulésen a IX. Osztályról csak tízen ülnek körül az asztalt, más osztályokon pedig ez a szám akár 40 is lehet úgy, hogy a hazai akadémikusok összlétszáma akkor sem haladja meg a 360 főt.

Mit javasolhatunk, és mit tehetünk?

A társadalomtudósok lassú, de folyamatos visszaszorulása az Akadémián belül tehát elsősorban strukturális kérdés. Így semmi értelme sem volna annak (eddig nem is történt ilyen), ha a rosszabb bekerülési esélyű társadalomtudományi akadémiai doktorok szerencsésebb helyzetű és jobb bekerülési perspektívájú természettudós kollégáiktól rossz néven vennék, hogy élnek kedvezőbb lehetőségeikkel. Azt viszont a természettu-

dományos osztályoknak volna célszerű belátniuk, hogy a társadalomtudományok Akadémián belüli marginalizálódása nemcsak ellentmondásban áll a 180 éves alapítói szándékokkal és e nemzeti intézmény eddigi történetének legnagyobb részével, hanem felidézheti az egész Akadémia szakmai és társadalmi leértékelődésének a veszélyét is. Mit lehet tehát tenni a felvázolt folyamat ellen?

Lehetségesek természetesen rövid távú taktikai lépések valódi stratégiai tartalom nélkül, ahogy ez a 2001-es tagválasztás idején is történt. A társadalomtudományok lemorzsolódási folyamatának átmeneti megállítására igen, tartós megfordítására azonban nem lenne alkalmas, ha a természettudományi osztályok egyetlen tagválasztáson lemondanának levelező taggá jelölési lehetőségeik egy részéről a társadalomtudományi osztályok javára. Ez kétségtelenül elegáns gesztus lenne, de nem nyújtana tartós megoldást. Érdemes itt egy pillanatra felidézni, mi történt e felajánlás után a 2001-es tagválasztáson. Akkor ugyanis a IX. Osztály öt levelező tagot jelölhetett volna a siker reményében, de az Osztály igen heterogén belső struktúrája, s így a már említett „szétszavazás” vagy biztonsági szavazási stratégia miatt csak négyet tudott előterjeszteni.

Hivatkozott cikkében Enyedi György más indokokat említ az akadémiai osztályszerkezet megváltoztatására, s egy negyedik, valóban társadalomtudományi osztály létrehozására, de középtávra ez valóban a jelenlegi helyzeten javító stratégiai megoldás lenne. Az utolsó hasonló esetben, a kilencvenes évek elején az akkori III., matematikai és fizikai osztály kettéválása gyorsan és zökkenőmentesen zajlott le. Igaz, azt a folyamatot számos természettudós támogatta, s így adott volt a szükséges szavazati többség. 2001-2002-ben azután történt egy kísérlet újabb társadalomtudományi osztály alakítására, de ezt a szándékot akkor a társadalomtudós akadémikusok többsége is elvetette.

Ma már tudjuk, hogy e mögött az álláspont mögött akkor zömmel taktikai megfontolások álltak. Például az, hogy sokan tartottak a kettéváló akadémiai osztályok túlzott meggyengülésétől, illetve attól, hogy több kisebb tudományág nem kerül majd a megfelelő osztályra. Akkor azonban még nem lehettek ismertek a 2004-es tagválasztások eredményei. Ott a három társadalomtudományi osztály három-három, összesen kilenc levelező tagi helyhez jutott, a nyolc természettudományos osztály pedig összesen 31-hez, ami csaknem négyes átlagot jelent. Persze a társadalomtudományi osztályok egy részében akkor is volt „szétzavazás”, ami ismét a nem megfelelő osztályszerkezetre irányította a figyelmet.

A hosszabb távú megoldást kereshetjük egyrészt a IX. Osztály kettéválasztásában, másrészt viszont érdemes lenne átgondolni a társadalomtudományi osztályok összességét a tudományági megoszlás szempontjából.

Nehezen indokolható állapot például, hogy a pszichológia a történettudománnyal egy osztályon van, elválasztva a szociológiától vagy éppen az élettudományoktól. Hasonlóképpen furcsa, hogy a politika- és a történettudomány képviselői más-más osztály tagjai. Elképzelhető, hogy a gazdaság- és szervezéstudományokat – például a regionális tudománnyal és a hadtudománnyal egy keretben – egy olyan akadémiai tudományos osztály foghatná össze, amely Gazdasági és Stratégiai Tudományok Osztálya néven működhetne.

Ez persze csak egy lehetőség arra az esetre, ha az akadémikusok többsége egyáltalán elfogadhatónak tartaná egy újabb társadalomtudományi osztály megalakítását – aminek az esélyeit most még egyáltalán nem láthatjuk tisztán. Kétségtelenül alapos előkészítésre van szükség ahhoz, hogy minden egyes

társadalom-, illetve szellemtudományi ág a hozzá közel álló tudományágakkal kerüljön egy osztályra. Azzal semmiképpen sem számolhatunk, hogy a belátható jövőben – a szellem- és társadalomtudományok sokszínűségének tükrözésére – négynél több ilyen osztály lesz az Akadémián. Így pedig eleve gondolnunk kell arra, hogy a jelenlegi osztályszerkezet egy osztállyal való bővítése még aligha eredményezhetne mindenki számára megnyugtató tudományági felosztást a jelenleg társadalomtudományinak nevezett területeken.

Gondolkodni lehetne más, talán radikálisabb szerkezeti javaslatokon is. Most ne is töprengjünk el azon, hogy az interdiszciplinaritás előretörése időszakában sokáig tartható-e egy, a hagyományos tudományági határokat nem is mindig sikerrel leképezni tudó osztályszerkezet. Inkább azt vethetnénk föl, hogy szűkebb körre szoruljanak vissza az osztályszerkezetet tükröző allokációs döntések (tehát például a források elosztásában ne legyen szempont a társadalomtudományi osztályok alacsony létszámaránya), és például éppen a tagválasztási ügyek más, a tényleges tudományági arányokat tükröző struktúra alapján dőljenek el. A jelenlegi osztályszerkezet azonban nemcsak eléggé merev, hanem igen erős is, így pedig kicsinek látszik az esély arra, hogy az osztályok közötti határokon valóban átívelő és tartósan fenn is maradó, valóban interdiszciplináris döntési struktúrák jöjjenek létre.

A szerző köszönettel tartozik Bélyácz Ivánnak, Enyedi Györgynek, Hamza Gábornak, Herczegh Gézánnak, Kádár Bélának, Király Tibornak, Pritz Pálnak, Sipos Aladárnak, Szabó Miklósnak és Szentés Tamásnak a cikk végső formába öntését segítő megjegyzéseiért; minden tévedésért csakis övé a felelősség.

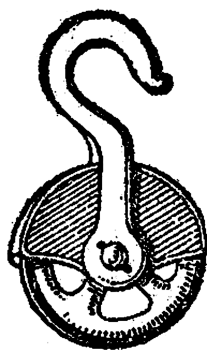
IRODALOM

Enyedi György (2004): A bölcsészeti és társadalomtudományok a Magyar Tudományos Akadémián. Magyar Tudomány. 12, 1382–1386.

Gömöni András (2001): *Információ és interakció. Bevezetés az információs aszimmetria közgazdasági elméletébe*. Typotex, Budapest, 213.

Landry, Réjean et al. (2001): Utilization of Social Science Research Knowledge in Canada. Research Policy. 30. 333–349.

NSB (2002): *Science and Engineering Indicators 2002*. Volume I. National Science Board, National Science Foundation, Arlington, VA.



PSZEUDODIALÓGUS A PLATÓNI AKADÉMIA KÉSEI IMITÁLÓJÁRÓL

PIMASZ KÉRDÉSEK AZ AKADÉMIÁRÓL ÉS FŐLEG AZ AKADÉMIKUSOKRÓL

A Török Ádám által főleg saját akadémiai osztályának problémájaként jelzett cikk az Akadémia, sőt az akadémiák veleszületett bajairól szól. (Ajánlott olvasmány: Anatole France, Coignard abbé véleményei, XIII. *Az Akadémiák*) A végső fokon megoldhatatlan alapkérdések a következők:

- egészséges dolog-e egy, a feudalizmus gondolkodásmódjában született és így antifeudális hierarchiát, rendiséget létrehozni, fenntartani egy posztpolgári, posztantipolgári (nem nevezném szocialistának) társadalomban?
- Van-e olyan mérce, amely a tudomány egészére érvényesen megjelöli e rendi elrendezésben a méltóságok helyeit?
- Ha van ilyen, akkor van-e (és ha van, akkor mi a) biztosíték arra, hogy e befolyásos helyzetbe hozott specialista kutatók szűkebb szakterületükön kívül is hasonlóan autentikusak?
- Mivel e rendi besorolás életfogytiglani (kivételesen egyedi módon a posztársadalomban), van-e biztosíték arra, hogy ez a kétes autenticitás ugyanolyan ragyogásban érvényesül abban az életkorban, amikor a normál halandók szellemi képességei és tájékozottsága hanyatlani szokott?
- E nagy autenticitását kiválasztott (túlnyomó többségében eredetileg hímnemű) rendi világ alkalmas-e arra, hogy a közismerten főleg fiatalkori sportnak tartott alkotó tudományos munka útjelzője, szervezője és elbírálója legyen?

Az általános nagy kérdésekhez járul az a helyi maradvány, hogy az Akadémia fél-állami szervezet, ennek megfelelő és az államihoz hasonlóan szervezett hivatallal, állami besorolású és autóhasználatú tisztségviselőkkel és az államhoz főleg a költségvetés meg egyéb személyi, szervezeti előnyök révén kötődő, sőt dörgölődő képzettség. (A képzettség szó a spontaneitás szerepének csekélységét jellemzi.)

Az ilyen pimasz beszédet persze csak egy olyan 80-1 éves akadémiai rendes/tagengedheti meg magának, aki bizonyos benne:

- mire itt ennek a pimaszságnak a hatására valami mozdul (nem mozdul, ez a mozdulatlanság mindenki racionális érdeke, és erről szól majd a többi), ő már nem lesz a kárvallottak állapotában, díszírhelyre végrendeletileg nem tart igényt;
- jelen szerző visszatérő mondata, hogy a dolgok úgy vannak rosszul, ahogy nekik lenniük kell; a jelen állapotnak van racionalitása, nemcsak történelmi, hanem mai, de az intézmény nagyon rászorul a szelíd progresszióra, s ez nem abban csúcsosodna ki, hogy a társadalomtudományok taglétszáma megszorodik, vagy egyik-másik osztály hasad úgy, hogy a reprezentáció jobban megfeleljen. Ja, minek is?

Bölcsebb válaszok

Itt persze az alapbajokhoz kell sorolni azt a mindenfelé alig változó helyzetet, hogy a

tudomány, sőt a tudományok kategorizálása a műzsák születése óta lassabban változik, mint ahogy a tudomány halad (hála Uranosz bölcsességének). (Milyen kár, hogy ez a műzsák születés nem ismétlődik rendszeresen.) Igen kétesek a diszciplináris kategorizálások még egy-egy korábban egységesnek tartott diszciplinán belül is, és a korábban élesen különböző diszciplinák között. A természet ugyanis, sőt benne az emberi is, nem követi a befolyási övezetekként kiharcolt és nagy szakszerűséggel megideologizált határkijelöléseket, hanem egységet alkot, mint ahogy ezt a görögség óta minden igaz gondolkodó belátta, és Goethe gyönyörűen versbe szedte. (*Epirrhema*, kötelező olvasmány, nem csak akadémikusoknak.)

Ezúton is üzenem a nálam szelídebb (neki még sok a vesztenivalója) Török Ádám kollégámnak, hogy a műszaki tudomány éppúgy nem egységes, mint a többi, határai bőven átnyúlnak mindenfelé (ez éppen az alkalmazás jellegéből fakadó tudományos különlegessége), egy hálózatelmélettel foglalkozó műszaki akadémikusnak fogalma sincs a faforgácsolás bonyolult mikéntjeiről.

Először tehát mondjuk el, miért tűrhetően jó a mai állapot, és miért csak óvatosan szabad hozzányúlni a valókhoz?

Szókratészi érvelés a mai Glaukón részére

A válaszok veleje a keletkezés óta folytonos. A polgári fejlődés (óh, szavak átka) szükségessé tette, hogy a tudománynak a társadalmon belül autonómiája legyen, azaz szabadabb fejlődési lehetősége, mint a társadalom egészének. Ez a követelmény bizonyos megköthetőséggel, ami elsősorban költségvetési jellegű, ma is fennáll. Akkor az uralkodótól és kegyuraktól meg az egyháztól, ma a politikától és az azt megtestesítő államtól, államideológiáktól.

Kell egy bizonyos autonómia, amelynek analógiáját a képviseleti rendszerek vitáiban érzékeljük, ez a tudományosan nem kép-

zett, a tudomány mechanizmusait végleg nem ismerő többségi nézetek döntési lehetőségének korlátozása, a még köztudatba nem beivódott újdonságok társadalmi védelme. Még az is hasonló, hogy a tudománynak hitelszerzés és az alkalmazhatóságok érdekében mindent meg kell tennie azért, hogy a köztudat köz-felvilágosodássá érjen, de ez bizony néha igénybe vesz néhány évszázadot is, addig pedig a tudomány, azaz az emberiség alapérdeke nem várhat.

Ha van érdekképviseleti szükséglet, az csak bizalom és tekintély alapján jöhet létre, hiszen a nép, bármilyen fenséges is, nem alkalmas a tudományok általános képviseletére, akkor a népszavazás itt még sokkal kevésbé lehet autentikus, mint a politikában, tehát szükség van képviselőkre.

E képviselőknek először maguknak kell valamiféle közösséget alakítaniuk (tudománypárt), ez az Akadémia.

A képviselők kiválasztásának kérdése következik. (Vegyék észre, jól követjük Platón *Államában* Szókratész magyarázatát az Adeimantossal és Glaukónnal folytatott párbeszédben! /II. könyv, 369b-től)

A tudományos értékek mérése nem oldható meg tökéletesen, hiszen a legnagyobb gondolatokat a kortársak sokszor csak késve ismerik fel, késve kapnak befogadást, igazolást. Az értékrendeket befolyásolják a korábbi időszakban kialakult, különböző nézetvilágokat (tudományos és nem-tudományos) valló csoportok. Ezért viszont nem lehet azt az elvet elvetni, hogy a kiválasztás a tudományon belül történjék, számolni kell bizonyos hibaszázalékkal, ami nem lehet egy kiválasztási rendszer teljes elvetésének érve, hanem csak arra utal, hogy a rendszerbe többfajta ellenőrzést kell beépíteni, több kiválasztási csatornát.

Maradnak tehát a mindig előkerülő és indokolt, a rendszeren belüli kérdések, amelyek provokáló tételeinkben szerepeltek, de már nem kérdőjelezzik meg az akadémiai

rendszer egészének létét, mint ahogy Szókratész is a rendszeren belül gondolkodik, sőt saját életét is alárendeli rendszere szer-
ves hibáinak. A mai Szókratész az eredeti
gondolatmenetben a hadsereg, és ezzel
a terjeszkedés szükségletét fordítaná le a
költségvetési támogatások és függőségek
mai posztulátumára. Innen az első követ-
keztetés:

*Az Akadémia nem az állam része, autonó-
miája nem költségvetési szerv*

Ha az Akadémia létét a tudomány autonó-
miája indokolja, akkor az akadémiai tagsá-
gokat és a testületi létet anyagilag és szerve-
zetileg is függetlenné kellene tenni az államtól.
A Royal Societyben tagdíjat kell fizetni, és nem
akadémikusi pótlék kegydíj jár a tagoknak.

Ez elmegy egy régóta jól működő, civil
államban, de nálunk még nem, vagyis nem
így lehet elvágni a láncokat. Kellene egy, a
pillanatnyi államtól független, de alkotmá-
nyosan jóváhagyott alapítvány, amely ele-
gendő tőkével és gazdasági ellenőrzéssel,
törvényes anyagi garanciákkal biztosítaná az
Akadémia tagjainak ésszerű és életfogytiglani
(ez az alapelvekből következik) létfeltételeit,
létfeltétel alatt értve az adott viszonyok kö-
zötti tisztas, független, vezető értelmiségi
életszínvonalat. Ez a mai viszonyok között
évi 50 és 100 ezer euro körül áll, ha figyelem-
be vesszük kollégáink nemzetközi helyzetét,
a magyar viszonyok szegényességét és a
tényleges szükségleteket.

Az Akadémia Alapítvány adminisztratív
költségének szerényességét az is biztosíthatná,
hogy azt a tagok által fizetett tagdíjból kellene
fizetni. Így talán a javasolt évi százezer eurós
jövedelem nem is tűnne olyan magasnak. Az
állami költségvetés fedezhetné az akadémiai
műemlékek és a könyvtár folyamatos költ-
ségeit, gyakorolva minden nagy nemzeti
örökség őrzésének hivatását. A kutatás finan-
szírozása ettől teljesen független társadalmi
feladat, az államot mint a társadalom fontos

szervezetét beleértve. A feltétlenül szükséges,
de a feladatokhoz mért és méltó apparátusról
a dolgozat végén szólok.

Az autonómiához tartozik, hogy az Aka-
démia tisztségviselői nem lehetnek állami
hivatalnokok, sem úgy, hogy ez, mint ma
még, a tisztségükkel együtt jár, és így helyez-
kednek el az állami ranglistán. Egy bíboros-
nak vagy főrabbinak egy modern államban
eszébe nem jut, hogy ő egy államtitkárral
legyen egy kalapban (ezért is különböző
a fejfedőjük), elég volt nekik a történelem
bemocskoló tapasztalata.

Az érem másik oldala (ha nem ugyanaz),
hogy az Akadémián a tagok nem politikai
pártcsoportokban döntenek el ügyeiket, ami
nem azt jelenti, hogy szigorúan az Akadé-
mián (az akadémiai tevékenységen) kívül,
mint egyéneknek ne lehessenek politikai
nézeteik és ezt – újra, mint egyének – ne
hozhassák nyilvánosságra. Ha viszont egy
akadémiai tag politikai közfunkciót vállal
– ami amúgy is lehetetlenné teszi az elmélyedt
tudományos munkát –, annak tartamára a
tagsága szüneteljen, a tag akadémiai jogait ne
gyakorolja, és a visszatérés is a közfunkció
befejezése után ésszerű idővel történjék
(egy-három év).

Megfontolandó, hogy a gazdasági élet
vezető funkcióiban a cselekvő szerepvállalást
hogyan értékeljük.

*Az osztályok ügye – szelíd orvosság
a szklerózis ellen*

Ha a külső függetlenség az autonómia kö-
vetkezetes megoldása révén valóban meg-
születik, következik a belső főbetegség, a
szklerózis szervezeti bajának szelíd orvoslása.
(Radikális orvoslás itt is több bajt okozhat,
mint a szelíd külső és belső véleményekkel
helyre tett és empátiával tűrt szklerózis.)

A betegség tünetei, mint azt Török Ádám
cikke is demonstrálja, leginkább az osztályok-
nál lelhetők fel. Az osztályok száma nem
szaporítandó, ezzel csak a bezártságokat

erősítenénk, az Akadémiát tennénk még áttekinthetlenebbé a tudomány ügyei és sajátos fejlődési problémái vonatkozásaiban. Az osztályok mindenhatósága azonban finoman oldandó, erre utalnak az osztályülések tartalmai is. Határoznak, szavaznak olyan kérdésekben, amelyekben csak egy részük kompetens, a többi csoportszimpátia alapján dől el.

Az osztályülések egyre kevésbé a tudományról szólnak, egyre többet adminisztratív teendőkről, amelyekben a tagok illetékessége is kérdéses. Hasznos lenne tehát ezt az álkompetenciát oszlatni, több szerepet adni azoknak az *ad hoc* és csak a feladat végrehajtására létrehozott bizottságoknak, amelyek valóban érdemi előterjesztést tudnak adni, az osztályülés plénuma legfeljebb az osztályvezetőség által kijelölt *ad hoc* bizottságról és annak határozatáról szólna, méghozzá csak indokolt felülbírálandók esetén.

Az osztályhatározat a tagjavaslatok vonatkozásában is lényegesen megszívlelendő, tanácsadó lenne, de a szervezet egésze ma a nagy rendszerek elméletéből is következően egyre alkalmasabbnak tűnő, erősebb centralizálás és ennél még erősebb, lokális autonómiák felé tolná el, azaz nagyobb hatásköre lenne a vezetői testületnek és szélesebb merítése a főleg nem állandó bizottságoknak. A centrális, de demokratikusan választott és ellenőrzött, stabilabb vezetés az alapelvek jobb érvényesítését segíti a szétszórtság elszűrőkítő, mindenáron kiegyenlítéseket konzerváló megosztottságaival szemben; a kiterjesztő, lokális autonómia a valós problémák és az új szereplők kompetensebb megjelenését. Ezek közül az alkotmányos ellenőrző testületek mellett a választásokat előkészítő (search committee) tudná az Akadémia egészének érdekeit figyelembe venni.

Mint minden nagy testületben, a végső döntést a közgyűlés hozza, annak azonban valódi vitaképes keretet kell biztosítani, mind létszámban, mind előkészületi és vitaidőben.

Választások és bizottságok (az örök és a hadsereg)

Újra a platóni-szókratészi érvelési folyamat követve, erősen következik a vezetők kiválasztásának tökéletesítése. Az Akadémia tisztségviselőinek álláspont-dokumentumot (statement) kellene készíteniök, ami publikálandó írás lenne, olyan, ami jellemzi a jelölt és a megválasztandó tisztségviselő gondolatainak eredetiségét, tisztaságát, szellemi rangját, stílus-színvonalát. Ezért ne is illessük a közönségessé vált pályázat szóval, más is lenne a rangja: részben önvallomás, önkép, pályakép, jövőkép. Olyanok legyenek, amelyeket a XXII. század tudománytörténésze jogos büszkeséggel és a nagy elődökre való hivatkozással idézhet. Volt ilyen a szép XIX. században!

Így több szerep jutna a már említett *ad hoc* bizottságoknak, változó tematikájú akadémiai metaorganizációknak, amelyek új diszciplináris irányokat, korosztályokat, képviselnének, érdemi vitákat gerjesztenének. Ugyanakkor óvó szemmel kellene vigyázni arra, hogy azok ne válhassanak sarlatánok, szenzációhajhászok, karrierlovagok fórumává, akik visszaélhetnek az Akadémia tekintélyével. Ezeknek a szervezeteknek a megítélésében erősebb jogot kellene adni az elnököknek és az Akadémia, az osztályok más vezetőinek, előírva az általuk valóban hitelesnek tekintett személyek többségét, a működés tartalmi és formai rendjét.

Az Akadémia és intézetei – az alapelvek

Nem javíthatjuk az Akadémia autonóm, testületi működését az akadémiai intézetek ügyének alkalmas megvitatása nélkül. Itt már nem segít bennünket az antik példa, de e szükséges és furcsán működő kapcsolat alapvető rendezésre szorul. Előjáróban alapvetőként és egyben a kritériumrendszer alapjaként is szögezzük le, hogy a valódi akadémiai

intézetekre a tudománynak és ezért a hazai fejlődésnek elengedhetetlen szüksége van, éppen a tudomány működési és elvi szabadsága miatt. Miközben a befolyási övezetek és korlátozott támogatások megőrzése és újrafelosztása miatt az Akadémia tagjai is kettős lélekkel tevékenykednek az egyetemek és az Akadémia között, a valós fejlődés egyre inkább követeli a független akadémiai jellegű kutatást, amely nem hánykolódik az egyetemi tömegoktatás és a változó minőségi elveken választott egyetemi-politikai vezetések hullámain. Ugyanakkor az Akadémia utánpótlásának és hatásmechanizmusának elengedhetetlen szüksége van cselekvő részvételre a minőségi képzésben. Ennek feltételeit alkotmányosan kellene rögzíteni, azaz mindenféle konjunktúráktól (politikai-eszmei és finanszírozási) függetlenül.

A mostani gazdasági intézkedések és a folytatás előrevezető ányéka tovább erősíti azt a meggyőződést, hogy sürgősen fel kell hagyni azzal az átmentésszerű magatartással, ami egy rövidke kemény időszakra arányosan visszafogja a kiadásokat, hogy minden, ami ma létezik, az valamilyen szinten megmaradjon a jobb időkre. Amire a jobb idők eljönnek, minden változni fog már, a körülmények, a diszciplínák, a módszerek és főleg a szereplők. Az átalakulást nem szabad arra az erőzóra sem bízni, amely gyorsan csökkenti a létszámokat, kihalással intézi el a változásokat, látszattevékenységgel helyettesíti az elértéktelenedő alaptévékenységet, az erkölcsi és szakmai degradálódás folyamatával végzi a maga kontraszelekciós munkáját.

Kritériumok és mobilitás

Az intézethálózat teljes megújulásra szorul. Újra leírom, hogy az akadémiai intézet címet nem kellene örökösnek tekinteni, hanem ötévenként megpályázandónak, korlátlan számú megújítási lehetőséggel. Ezek az intézetek csak akkor és olyan méretekben működjenek, ha valóban iskolák, azaz

- a.) olyan eredményeket mutatnak fel, amelyek a nemzetközi tudományos életben komolyan számon tartottak;
- b.) a magyar szellemi élet számára nélkülözhetetlenek;
- c.) lényeges, más értéket hordoznak, mint az egyetemi iskolák;
- d.) van néhány különösen karakterisztikus mesterük;
- e.) keretformában működnek, a ciklusonként bizonyító mesterek kivételével meghívott vendégekkel és főleg ösztöndíjas tanítványokkal;
- f.) fel tudnak mutatni az iskola által létrehozott, jellegzetes eredményeket, jelentős munkásságot bizonyított tanítványokat.

Elvekből még nem él meg a kutatás

Vagyongazdálkodási teendő annak felülvizsgálata, hogy mennyi a fenti struktúrához és az indokolt létszámhoz feltétlenül szükséges infrastruktúra, terület, épület, kiegészítő csoportok, adminisztráció, ingó vagyon. Több intézetben a csökkent kutatásra terhelik a változatlanul fenntartott vezetési és egyéb infrastrukturális terheket, ezzel lehetetlen anyagi terheléssel nyomasztva a kutatást. Még jellegzetesebb az a korábbi időszakból örökölt helyzet, hogy az egyszeri beruházásokhoz megtakarítják a jó használathoz szükséges járulékos feltételeket, nincs gondoskodás a karbantartásról és a technikai haladás és alapvető kutatási versenyfeltételek diktálta, növekvő költségű felújításokról.

Világosan szét kell választani a tevékenységeket, illetőleg egyértelműbb kapcsolódásokat kell megállapítani a szorosan vett akadémiai kutatás és a kiegészítő, profitorientált munka között. Nem azt kell ezzel megszüntetni, hogy ilyen pénzszerezés legyen, hiszen ez most elkerülhetetlen, de a tiszta kép is elengedhetetlen. Ezt segítené a Sárközy-féle költségvetési intézménybesorolás is.

Meg kell határozunk, hogy mennyi legyen az intézetfinanszírozás aránya az

egész támogatásban, lehetőleg kutatási jellegeként, ebből mekkora az infrastruktúra-támogatás, a személyi költségek, és mekkora legyen a témafinanszírozás súlya. Kutatási pályázatokkal és ösztöndíjakkal lenne érdemes kísérleteket kezdeni az akadémiai költségvetés irányvonalainak ilyen szempontok szerinti átalakítására, de nem megkötve az intézetvezetések kezét.

Az állami költségvetésben az akadémiai kutatásnak külön rovaton kell szerepelnie, ez nem a testületi autonómia, hanem az ország, azaz az adófizető állampolgárok jövőbiztosító, közös ügye. Így az akadémiai költségvetés állami beszámolási rendben, végső soron a parlament felügyelete alatt hasznosodik, a jelenlegi módon, de sokkal több figyelemráfordítással. Ebben megengedhető, sőt szükséges az Akadémia és tagjainak közös politikai fellépése.

Intézetvezetés és intézetfelügyelet

Az Akadémia testületi szerveinek és az intézetek felügyeletének mai, határozatlan viszonyainak megoldása az intézeti felügyelő tanácsok (Board) rendszeresítése lenne. A világon majdnem mindenütt így működnek a viszonylag vagy teljesen független állami, vállalati, alapítványi kutatóintézmények. A tanács jelölné az operatív igazgatót, határozná meg a menedzsment és tudományos vezetés viszonyát, az intézet nagysága és jellege függvényében felügyelné a tudományos munka színvonalát, javaslatokat tenne a fentebb részletezett állandóságok és változtatások vonatkozásaiban, de operatív hatásköre nem lenne.

A Tanácsot, annak elnökét az Akadémia vezetői neveznék ki, a megfelelő akadémiai testületek (osztályok, ad hoc bizottságok) javaslatait figyelembe véve. A SZTAKI-ban ez a felügyeleti rendszer, amelyben a Tanács tagjai az intézet vezetésétől függetlenített akadémikusok, negyedszázada hasznosan működik.

Az apparátusról igen röviden, de annál kategorikusabban

Radikális átalakításra szorul az Akadémia apparátusa. (Itt a radikalizmus indokolt.) A létszámok túl nagyok, az alkalmazottak egy jelentős része alkalmatlan, vagy nem az Akadémiának szenteli energiáit. Fontos feladatok, mint például az Akadémia kapcsolata a társadalommal, nincs kellőképpen lefedve, számos feudális hagyományú maradvány tovább él. A testületi és az igazgatási apparátus kapcsolatai az újabb irányelvek után sem kellőképpen rendezettek.

Utószó

A két-háromszáz Szókratésznak van rágni-valója még a bürokrácia elfogyasztása előtt. Egy kései *vámszedő* szkeptikus kötelességszerűen kételkedik saját téziseiben is, bár erősen hisz benne, mint remélhetőleg így vagy úgy a többi őrző társa a sajátjaiban. Üdv Török Ádámnak és a többi ébresztgető, közhasznú provokátornak!

Jó közgyűlést!

2005. március 27.

Vámos Tibor
egészen rendes öreg tag

„EJ, RÁÉRÜNK ARRA MÉG”?

Örülök Török Ádám tagtársunk vitacikkének, a szerkesztőség kérésére szívesen fűzök hozzá néhány adatot. Török kolléga tréfásnak szánt „fejtörővel” kezdi dolgozatát, indításként jómagam is idézhetném a jól ismert, régi pesti mondást: „egy újszülöttnek minden régi vicc új!”. Szinte vámi lehetett, hogy fiatalabb tagtársaink köréből újból felbukkan az évtizedek óta szüntelenül, újra és újra napirendre kerülő gond Akadémiánk szervezeti felépítéséről. Mondhatom: a gond jöttányit sem csillapodott az évtizedek alatt! Sőt, a tudományterületek differenciálódásával, új és új diszciplínák önállósodása révén még csak növekedett!

Jómagam harmincöt éve vagyok az Akadémia tagja, megszámloltam: velem együtt huszonötén vagyunk ennyi idő óta vagy valamivel régebben még élő tagjai tekintélyes testületünknek. Jól emlékezhetünk arra, hogy e viszonylag hosszú időszakban, ahogy magamban felidézhetem, legalább feltucatnyi alkalommal volt közgyűlési, elnökségi, sőt nyilvános sajtóvita tárgya a korszerűtlen akadémiai struktúra. És nem csak, nem elsősorban a tagválasztás és a taglétszám következtelenségei miatt, ahogy ezt a kérdést Török Ádám felveti. Hanem az ellehetetlenült, korszerűtlen, szinte működésképtelen, felduzzadt létszámú és egyben kiürült tartalmú osztályok, osztályülések miatt. A gondok felvetését egyszer sem követték tettek, legfeljebb a fizikusok és a matematikusok érték el közös osztályuk különválását. A pillanatnyi egyéni és csoportérdekek, az elemző tanulmányozás szándékának hiánya tolja egyre későbbre és későbbre egy korszerűbb, átláthatóbb akadémiai szerkezet iránti törekvéseket és konkrét intézkedéseket. E

hozzászólásomban csak a legutóbbi, 2000–2002. évi, félbemaradt próbálkozásra hívom fel főleg fiatalabb tagtársaim figyelmét:

1.) Az Akadémia 2000. májusi közgyűlésének határozata alapján Struktúra Bizottság (SB) alakult, amely már május 23-án megtartotta alakuló ülését. Elnöke Gergely János, társelnökei pedig Nagy Károly és Kulcsár Kálmán lettek (utóbbi tagtársunk Török kolléga osztályának tagja és volt osztályelnöke!). Ez az SB széleskörű konzultációt folytatott az osztályokkal, a területi bizottságokkal, a kutatóintézetek vezetőivel és más akadémiai vezetőkkal, illetve testületekkel. Az eszmecsere nemcsak a szerkezetre, de sok más fontos kérdésre, összesen kilenc(!) problémára terjedtek ki. Az SB első összefoglaló jelentését a 2001. novemberi közgyűlés elé terjesztette. A beérkezett vélemények között megtaláltam azt is, amelyet az akkori Tudósklub vezetőjeként én írtam. Ebből idézek: „Úgy vélem, hogy ez a célszerűtlen, szinte kezelhetetlen szerkezet *megérett a változtatásra!* Úgy gondolom, hogy ezt a változtatást nagyobb szerkezeti átalakítás nélkül, a ma is meglevő alapokon, a ma működő egységek *ésszerű* átcsoportosításával meg lehet valósítani. Az átcsoportosítás alapelvei: (a) a racionalitás felfordulás nélkül, (b) az adminisztratív létszám nem bővíthet, (c) rugalmasság, mobilitás a hivatal működésében, a most tapasztalható, 11 osztályirodán belüli sok „üresjárat” kiküszöbölése. Számomra régóta evidencia, hogy az egyetlen *természetesen adott* megoldás *a három tudományterületet reprezentáló 3 nagy egység szervezése!* Három ilyen nagyobb Osztály nem lenne kevésbé irányítható, mint a mai 11 különálló, mára már bántóan «ki-ürült»

gyengécske adminisztráció. Az Osztályok irodáinak mai apparátusa természetes módon tömöríthető a három nagy részlegbe, a titkárok egyelőre maradnának titkárok, az osztályelnökök az illetékes alelnök mellett *osztályelnök-helyettesek* lennének. A mai 11 Osztály adminisztratív személyi állománya könnyen átcsoportosítható a 3 nagyobb irodába, így módon a mai ún. Főosztályok is újabb, dinamikusabb szerepkört kapnának és a kialakítandó három nagyobb irodával fuzionálhatnának. [...] Az új, háromosztatú szerkezet azt vonná maga után, hogy a formális osztályülések frekvenciája csökkenne: félvenként 2-3 ülés elegendő lenne, ezek amolyan *kisebb közgyűlések*ké alakulnának, az érdemi munka már manapság is a bizottságokban zajlik... Ez a 3 új, nagyobb grémium az évi teljes közgyűlés(ek)e)t is nagyban tehermentesítené.”

2.) Az SB kérielt javaslatait a 2001. novemberi közgyűlés már tárgyalta, ebben a tervezetben az SB „három tudományterületi szekciót” javasolt létrehozni, ámbar csupán „koordinációs és konzultációs feladatok ellátására”. Az SB a „trifurkációs” elvet tehát vállalta, de gyakorlatilag visszavonult!

3.) A 2002. május 6-i közgyűlésen az SB zárójelentést tett, miután úgy vélte, hogy „jelenlegi összetételben munkáját befejezettnek tekinti”. Ebben a végső jelentésében az szerepel, hogy „a Köztisztviselők a javasolt három tudományterületi szekció létrehozásával nem ért egyet”. Ezért az SB „javaslatát nem terjeszti elő a 2002. májusi Közgyűlésen”. A visszavonulás újabb lépése!

4.) Végül: a 2002. májusi Közgyűlés az SB jelentését tudomásul vette, és *állást foglalt a*

munka új bizottsággal történő folytatása mellett (Akadémiai Értesítő. 2002. július 12.).

A fent említett 2002. májusi Közgyűlés óta három esztendő telt el. Mondanom sem kell, hogy a szóban forgó ügyben azóta semmi sem történt. Sem az említett Bizottság újjáalakulása, sem a szerkezeti átalakítás terén. Ezért is tartom időszerűnek és serkentő hatásúnak Török Ádám tagtársam írását, aki záró bekezdésében a következőket írja: „Gondolkodni lehetne más, talán radikálisabb szerkezeti javaslatokon is.”

Magam ma is kitartok a háromosztatú akadémiai struktúra célszerűsége mellett. Megvalómlom, e gondolat ápolásában engem semmiképpen sem a tudományok osztályozásának logikája vezetett és vezet, hiszen egy ilyen klasszifikáció manapság szinte reménytelen! Hová való a matematika? Hova tegyük a kognitív diszciplínákat (informatika, nyelvtudomány, pszichológia, agyelmélet stb.)?

Török Ádám más, találó példákat is felsorolt.

A „trifurkáció” nem más, csupán egy praktikusnak tűnő, ésszerű és logikus elgondolás. Igazodás a bevált alelnöki „triumvirátus” gyakorlatához, valamint az egykor még jól funkcionáló hármas MTA-főosztályi felosztás elvéhez! Persze a tagjelölés és -választás Török Ádám által fájlat gondjait nem orvosolná hirtelen, de egy kellően átgondolt társadalomtudományi tömb sokféle aránytalanság feloldása felé billentené a sokat próbált akadémiai arányokat. Mindenesetre jó lenne, ha a sorozatos nekigyürkőzéseket végre tettek váltanák fel! Avagy Pató Pál úrnak lenne igaza: „Ej, ráérünk arra még”?

Ádám György
rendes tag

A jövő tudósai

BEVEZETŐ

Tisztelt Olvasó!

A kutatók utánpótlásával – fiatal tudósokkal foglalkozó melléklet tizenegyedik számában Takács László az Eötvös József Collegiumról, Farkas Zsuzsanna és Vörös László az ELTE Bolyai Kollégiumáról, Dékány Anita és Léphaft Áron pedig a vajdasági kutató diák mozgalomról számol be.

Kérjük, ha a tehetséggondozással, a kutatói utánpótlással vagy az ifjú kutatókkal kapcsolatos témában bármilyen közérdeklődésre számot tartó mondanója lenne, keresse meg a melléklet szerkesztőjét, Csemely Pétert a csemely@puskin.sote.hu email címen.

Csemely Péter

az MTA doktora (Simmelweis Egyetem Orvosi
Vegyteni Intézet)
csemely@puskin.sote.hu

AZ EÖTVÖS JÓZSEF COLLEGIUM- RÓL

Eötvös Loránd 1895-ben hívta életre a párizsi École Normale Supérieure mintájára az Eötvös Collegiumot. Az intézménynek, amely előbb a Galamb utcában működött, majd 1910-től a Collegiumnak ma is otthont adó Ménesi úti épületben, az alapítók szándéka szerint a minőségi „tudós tanár”-képzés volt a célja. A Collegium sajátos oktatási struktúrájának és a falai közül kikerült jelentős középiskolai tanárok, tudósok és művészek eredményeinek köszönhetően hamarosan legendás intézménnyé vált, amiben jelentős szerepe volt a Collegium életéről beszámoló regényeknek is (Laczkó Géza: *Királyhágó*, Sötér István: *Fellegjárás*). Az Eötvös Collegiumban minden az oktatásról és a tudományos felkészülésről szólt. A fejtapogatáson kiválogatott hallgatók olyan épületben nyertek elhelyezést, amelyben a nagylelkű mecénásoknak köszönhetően kiváló szakkönyvtár várta őket teljes ellátás mellett.

Az intézmény 1948-ig működött folyamatosan, s bár fölöslátására csak 1950-ben került sor, ellehetetlenítése már Keresztury Dezső igazgatósága alatt elkezdődött.

A Ménesi úti épület 1950-től kezdve közönséges diákszallóként működött egészen 1956-ig, amikor Tóth Gábor igazgató kezdeményezésére elkezdődött az Eötvös Collegium újjászervezése. Bár a régi Collegiumot eredeti formájában föltámasztani nem lehetett, olyan intézményt mégis létre lehetett hozni, amely a körülmények engedte szabadságot kihasználva a lehető legteljesebb mértékig igyekszik megvalósítani az Eötvös Collegium oktatási eszményét. Az új Eötvös Collegium ezek alapján – hitünk szerint – méltó örököse az 1950-ben megszüntetett intézménynek.

Az Eötvös Collegium jelenleg az Eötvös Loránd Tudományegyetem egyik szervezeti egysége, szakkollégiuma, amelyben mintegy 115 hallgató lakik. A Collegium tagjai lehetnek az ELTE Bölcsészettudományi (BTK), Természettudományi (TTK) és Informatikai (ITK) Karainak azok a hallgatói, akik vagy egyetemi tanulmányaik kezdete előtt, vagy az első év befejezése után sikeres felvételi vizsgát tesznek a Collegium önálló felvételijén. Évente mintegy húsz-huszonkét bentlakó és tíz-tizenkét bejáró tag fölvételére van lehetőség. A felvettek karok szerinti megoszlási aránya a következő: 70 %-uk a BTK,

30%-uk a TTK és az ITK hallgatói. Ezen kívül lehetőséget biztosítunk arra, hogy néhányan azok közül is a Collegium bentlakó tagjai maradjanak, akik már befejezték graduális tanulmányaikat, és doktori képzésben vesznek részt. Ők teszik ki a bentlakó tagok 10%-át. Kiemelt feladatuk, hogy aktív szerepet vállaljanak a Collegiumban folyó oktatásban és tudományos képzésben, többségük oktat, mások egyéb tudományszervező feladatot látnak el posztgraduális tanulmányaik mellett.

Az Eötvös Collegium oktatási rendszerében kiemelt szerepet játszott a kiscsoportos szakmai képzés és munka, valamint a nyelvtanulás. Ezek a szempontok ma is meghatározóak, így a Collegiumban lehetőség van mind szakórák, mind nyelvórák látogatására. Ez egy-egy félévben több mint száz különféle kurzust jelent, s ezen órák túlnyomó többsége az egyetemi képzésbe is beleszámit. Szervezett keretek közt a Collegiumban jelenleg a következő nyelveket lehet tanulni: angol, francia, német, latin, ógörög, olasz, spanyol, orosz (s alkalmanként van svéd és japán nyelvvóra is. A francia nyelvi képzésben anyanyelvi lektor segít. A latin nyelv tanulása minden elsőéves bölcsészhallgatónak kötelező két féléven keresztül).

A szakos képzés alapját a 90-es évek elején életre hívott, s az évtizedben többé-kevésbé végleges formát nyert szakmai műhelyrendszer jelenti. Mivel a Collegium csak meghatározott bölcsészszakos hallgatókat vesz föl tagjai sorába, így az egy-egy szakhoz tartozó hallgatók műhelyt alkotnak, amelynek sajátos, önálló oktatási programja van. A Collegiumban jelenleg a következő műhelyek működnek: Magyar Műhely, Angol-amerikai Műhely, Francia Műhely, Bollók János Klasszika-filológiai Műhely, Germanisztika Műhely, Történelem Műhely, Filozófia Műhely, Matematika-fizika Műhely, Földrajz-Földtudomány Műhely, Informatika Műhely. (Bár működött Russzisztika Műhely

is, mivel az utóbbi időben nem volt orosz szakos főveléltető, ez a szakirány egyelőre szünetel.)

A szakmai műhelyek élén egy-egy műhelyvezető áll, aki összefogja a diákok munkáját, s szervezi a műhely tagjai számára az oktatási programot, elolvassa és értékeli a tagok által készített dolgozatokat, esszéket, tanulmányokat. Természetesen szoros kapcsolatot jelent az egy-egy műhelybe tartozó hallgatók között az is, hogy alsóbb és felsőbb évesek közös szemináriumokat látogatnak, s az idősebbek részint felügyelik, részint segítik a gólyák munkáját és tudományos orientálódását.

Az egyes műhelyeknek ezenkívül színes és sajátos programjaik vannak. Ilyenek például azok a különböző rendezvények, amelyeken az egy-egy műhelybe tartozó diákok tartanak előadásokat a szélesebb nyilvánosság számára, azaz a Collegium érdeklődő tagjai számára. Ilyenkor hol a természettudományi szakos hallgatók mutatják be népszerű formában szakterületük egy-egy részletproblémáját a bölcsészhallgatóknak (*dögész-est*), hol a bölcsészek teszik ugyanezt a természettudósok számára (*bölcsész-est*). Ebben is megmutatkozik tehát az a kettősség, ami az egyik jellemző sajátossága az Eötvös Collegiumnak, ami egyedülállónak teszi a hasonló intézmények közt, s ami egyben minden ellenkező divatiránnyal szemben megőrzendő, hiszen míg a legtöbb szak-kollégium az utóbbi évtizedekben egy-egy tudományterületre koncentrálnak szerveződték, az Eötvös Collegium a világ kétféle markáns értelmezésének, a bölcsész és a természettudományi világlátás szintézisét jelenti. A kétféle szemléletmód együttese inspiratív módon hat mindkét irányba.

Noha az Eötvös Collegium még csupán a kifutópályája, röptetője – amint azt néhányan megjegyzik – a későbbi tudósi vagy tanári működésnek, az egyetemi és tudományos képzés átalakulása magával hozta annak

igényét, hogy a hallgatók már egyetemi tanulmányaik idején bekapcsolódjanak tudományszakjuk szakmai vérkeringésébe. Mivel a szakmai műhelyekben folyó munka ehhez csak részben segíthet hozzá, a Collegium tagjai hét évvel ezelőtt úgy döntöttek, hogy a szakkollégiumokban tanuló és élő egyetemi polgárok számára megteremtik a tudományos megnyilvánulás collegiumi fórumát: az *Eötvös konferenciát*. A minden évben tavasszal tartott tudományos tanácskozást teljesen önállóan szervezik a diákok, akik az ország valamennyi szakkollégiumából várnak előadással vagy poszterrel jelentkező hallgatókat. A végső program kialakításában az előzetesen megkért tartalmi összefoglalók alapján a Collegium tagjaiból álló szervezőbizottság dönt. Az elmúlt évek konferenciáinak sikere elengedhetetlenné tette az elhangzott előadások egy részének írásos publikálását is. Így született meg a címevel a tudományos közéletbe bekapcsolódni vágyó ifjú kutatók törekvését kinyilvánító *Adsum* sorozat, amelyből idén már a harmadik lát napvilágot a VI. Eötvös konferencia anyagával.

Nagyon fontos ugyanakkor az is, hogy a Collegium tagjai ne csak társaik körében, tanáraik előtt, hanem a tudományos tevékenységükkel elismerést szerzett egykori collegisták közt is bemutatkozzanak. Ennek lehetőségét egy immár negyedik évébe lépő hagyománnyal kívántuk megteremteni. A tavaszi *Eötvös konferencia* párhuzamát minden ősszel olyan tudományos konferenciát szervezünk, amely témaválasztásában vagy magához az Eötvös Collegiumhoz, vagy a Collegium egy-egy jelentős életművet hátrahagyó tagjához kapcsolódik. 2002-ben így került megrendezésre az *Eötvös Collegium és a magyar irodalomtörténet* című konferencia, majd 2003-ban a Collegium több mint húsz évig latin szakvezető tanára és 1996 és 2000 között igazgatója, Bollók János emlékére rendezett konferencia, és 2004-ben a Keresztury-emlékévé keretében tartott tudó-

mányos tanácskozás, amelyen az előadók egyszerre emlékeztek meg az irodalmár, a költő, a kultúraszervező és igazgató Keresztury Dezsőről. E tudományos tanácskozások anyaga mind megjelent nyomtatásban is. És a hagyomány nem szakad meg idén sem. A Történetész Műhely szervezésében kerül sor szeptemberben a Szekfű Gyula halálának ötvenedik évfordulójára szervezett *Szekfű Gyula és nemzedéktársai a magyar történetírásban* című konferenciára, majd októberben a nagyszerű földrajztudósról, Mendöl Tiborról emlékezünk meg tudományos tanácskozás keretében.

A tudományos munkára való ösztönzést azonban nemcsak az e tudományos fórumokon való részvételnek a lehetősége jelenti, hanem azok a komoly anyagi jutalommal járó pályadíjak is, amelyek az elmúlt évtizedekben jöttek létre a Collegium tagjai számára. Ezek közül a legrégebbi az *Eötvös pályázat*, amely nyitott valamennyi tudományterület számára, de külön kategóriában szépirodalmi pályaművek is benyújthatók. A neolatin filológia és humanizmus kutatásának támogatására alapította Huszti József és Huszti Dénes családja a szintén a diákok támogatását és ösztönzését célul kitűző Huszti Alapítvány pályadíját, amely az utóbbi években – Huszti Dénes emlékének ápolásaképpen – természettudományi témájú tanulmányokat is kitüntet. A Collegium egykori tagja, Köpeczi Béla által alapított *Nagynyeddi diák-jutalom* a romanisztikai tanulmányokat folytatók támogatására jött létre. A Collegium által is támogatott külföldi tanulmányútra jelenleg két országba mehetnek diákjaink: Franciaországba és az Egyesült Államokba.

Nem szabad azonban arról sem megfeledkezni, hogy – még ha csak igen vázlatosan is, de – megvonnjuk a Collegiumban folyó tanulmányi és tudományos munka mérlegét. Szégyenkezni mindenestre nincs okunk. Bár pontos kimutatással nem rendelkezik

a Collegium, az azért biztonsággal állítható, hogy a 80-as és 90-es évek collegistáinak jelentős hányada szerzett tudományos fokozatot, jelenleg pedig egy-egy évfolyamnak mintegy a fele iratkozik be doktori iskolába. Köztársasági ösztöndíjban a hallgatók több mint tíz százaléka részesül egyidejűleg. Az OTDK különböző szekcióiban vagy a kari versenyeken kiváló eredményeket számosan érnek el, s hogy a munka gyümölcse a későbbi elismerésekben is megellelhető, azt az mutatja, hogy a bölcsész- és természettudományi szekció Bolyai-ösztöndíjasainak

mintegy harmada volt a Collegium tagja, s az eddig háromszor kiosztott akadémiai Talentum Díj kilenc díjazottja között két volt Eötvös-collegista van. Úgy tűnik, szerénytelenség nélkül állíthatjuk: minden nehézség és küszködés dacára az alapítója által célul tűzött és az elmúlt században a tagok nemzedékei által vállalt és vallott hivatását a XXI. században is betölti az Eötvös Collegium.

Takács László

a nyelvtudományok kandidátusa
igazgató, Eötvös József Collegium
takacs@eotvos.elte.hu

AZ ELTE BOLYAI KOLLÉGIUM

Az ország első természettudományos szak-kollégiuma létrehozásának gondolatát először Horváth Zalán professzor vetette fel. Németh Judit professzorasszony kitaró szervezőmunkája nyomán az ELTE Egyetemi Tanácsa Vékás Lajos rektor javaslatára 1992. szeptember 7-én megalapította a Bolyai Kollégiumot. A kollégiumot létrejöttétől az ELTE TTK hatvan professzorából és a magyar tudományos élet további kiemelkedő személyiségeiből álló tekintélyes testület, a Baráti Kör támogatja.

Az alapító igazgató, Kondor Imre 1999-ig látta el feladatát. Az Eötvös Collegium hagyományainak meghonosítása mellett az angliai kollégiumi rendszer és a francia ÉNS hálózat gyakorlatából is sok értéket hasznosított. Őt 1999 és 2004 között Galács András követte. A 2004. júliusi költözést követően az igazgatói feladatokat Patkós András vállalta, őt elődei továbbra is aktívan támogatják munkájában. A kollégium eddigi mindhárom igazgatója szakterülete nemzetközileg elismert professzora.

A kollégium elsődleges célja a természettudományos képzésben a kiemelkedő tehetségű hallgatók felkutatása, szakmai előmenetelük támogatása (ideális lakókörülmények, jól felszerelt könyvtár, segítőkész

szaktanárok, külföldi tanulmányutak, internet-hozzáférés stb.), valamint társadalmilag érzékeny értelmiség kinevelése. Az alapítók szándékai szerint a kollégium a szakmai fejlődés mellett különösen nagy figyelmet fordít más szakterületekkel, neves közéleti személyiségekkel való megismerkedésre. A kollégium az Eötvös Loránd alapította Eötvös Collegium eszményeit követi. A kollégiumnak jelenleg hatvan bentlakó és közel negyven külső tagja van.

A jelentkezők kétnapos felvételi eljárással juthatnak be a kollégiumba. Tapasztalat szerint az utánpótlás elsősorban a középiskolás tanulmányi versenyeken kimagaslóan szereplők közül, illetve a kutató diákok mozgalmából kerül ki. A Bolyai-kollégisták mintegy fele ért el a diákolimpiákon, illetve az OKTV-n dobogós helyezést, és ugyanennyien szerepeltek sikeresen az Országos Tudományos Diákköri Konferencián. A 2004/2005-ös tanévben az ELTE Természettudományi Kar köztársasági ösztöndíjasainak pontosan fele a Bolyai Kollégium tagja. Ezzel összhangban a kollégiumba való bekerülésnek és a tagság két évenként esedékes meghosszabbításának is komoly szakmai és tanulmányi feltételei vannak.

A kollégium 2004 nyarán az alapítás óta használt zuglói épületből a budai Nándorfejérvári útra költözött, ahol az eddig megszo-

kott színvonalú két-, illetve háromágyas szobák állnak rendelkezésre, melyekhez internetkapcsolattal ellátott tanulóhelyiségek is tartoznak. Az épület az ELTE látványosi campusától mindössze tizenöt-húsz percre található. A szakkollégiumok, az ugyanitt helyt kapott Társadalomtudományi Szakkollégiummal együtt, az épület felső két szintjét foglalják el. A tágas szemináriumi szobákban nemcsak a szakfoglalkozásokra, hanem a gazdag könyvtár anyagának olvasgatására is lehetőség nyílik. Az udvarban található sportpályák (tenisz-, foci-, kosárlabda- és röplabdapálya) közös rendezvények lebonyolítására is alkalmasak.

A kollégium céljainak elérését elsősorban a szakmai programok biztosítják. A kollégium szakmai tevékenysége hat tudományterületre terjed ki; a biológia, a fizika, a földtudományok, a kémia, a matematika, illetve az idei tanévtől kezdve – reagálva az ELTE Informatikai Karának megalakulására – az informatika. A kollégisták érdeklődését nagy tudású vezetők (két egyetemi tanár, négy docens) irányítják, és szakszemináriumi képzés keretében segítenek eligazodni az egyetem oktatási és kutatási útvesztőiben. A szakkollégiumokat vezető tanárok között az eltelt évtizedben számos kiemelkedő tudós vállalt tehetséggondozási feladatot, közülük többet azóta az MTA tagjává választott. Immár volt Bolyai-kollégista szaktanár is tevékenykedik a kollégiumban. Szemben más szakkollégiumokkal – ahol az egyetemi oktatással párhuzamos képzésre törekednek – a Bolyai Kollégiumban az egyetemi tanulmányokat kiegészítő képzést részesítik előnyben. A szemináriumok heti rendszerességgel kerülnek megrendezésre, és az összes évfolyamnak szólnak. A szemináriumok felépítése változatos, és nagyban a diákok érdeklődéséhez igazodik: körüljárhatnak egy témát egy félévben, vagy minden alkalommal különböző területekről esik szó, meghívott vendégek tartanak előadást, vagy

a diákok készülnek fel egy-egy témából. A szemináriumokra jellemző a családi légkör, a magas színvonal és az együttgondolkodás. Ez utóbbit jellemzi, hogy a tavaszi félévben az egyik szeminárium hallgatói közös tanulmánykötet kiadását tervezik.

A szemináriumokon kívül a kollégisták által kezdeményezett tanfolyamok is indulnak minden félévben, amelyek közül kiemelendő a nyelvtanfolyam és a társadalomtudományi kurzusok. A Bolyai Kollégium mindig nagy gondot fordított arra, hogy kiaknázza a különböző szakok és évfolyamok együttélésében rejlő lehetőségeket. A felsőbbévesek rendszeresen figyelemmel kísérik, támogatják és segítik ifjabb társaikat. Emellett a szenior kollégisták közül minden félévben többen indítanak szakmai ismeretterjesztő, továbbképző illetve nyelvi kurzusokat. A tavaszi félévben úgynevezett orientáló előadások keretében ismerkedhetnek meg az elsőévesek a természettudományi kutatómunkával, a tudományos diákköri tevékenységgel és a régi szakkollégiumi léttel.

A 2005/2006-os tanévtől kezdődően a kollégium többnapos, intenzív tudományos kurzus indítását is tervezi, melynek keretében egy-egy szakterület neves képviselője nyújt mélyebb betekintést kutatási tevékenységébe.

A legfontosabb nem szakmai program a heti rendszerességgel megrendezésre kerülő Kollégiumi Est, amelyet a meghívott előadók és az érdekes témák miatt más karok és egyetemek hallgatói is látogatnak. A meghívottak nemegyszer neves közéleti személyiségek, írók vagy a hazai ipar vezető képviselői, de természetesen gyakoriak a nemzetközileg elismert vegyészek, fizikusok, matematikusok, biológusok és földtudományi előadók. Ezek az előadások mindenkinek szólnak, így lehetőséget teremtenek arra, hogy a teljes kollégiumi közösség együtt legyen. A kollégiumok közös épülete nyújtotta új lehetőségeket kihasználva az ELTE Tár-

sadalomtudományi Szakkollégiumával már több közös előadás került megrendezésre. „Örömmel fogadtam el meghívásukat, és boldogan távozom, mert megragadott, a „laikus” hallgatóság odaadó figyelme egy tőlük távol eső és nem is könnyű témakörben. Sok sikert kívánok a jövőben is ennek a hallgatói tudományos műhelynek.” – írta a vendégkönyvbe Boros László, az ELTE Társadalomtudományi Kar Európai Tanulmányok Tanszékének vezetője. Vendégek voltak többek között: Hámosi József, Szabad János, Meskó Attila, Faludy György, Csillag István, Lovász László, Sebestyén Márta, Lugosi Lugo László és Göncz Árpád. Természetesen a Baráti Kör professzorai is rendszeres előadók, továbbá több oktatási miniszter is ellátogatott a kollégiumba egy-egy eszmecserére a szakkollégiumi mozgalmról és értékekről.

A szakkollégiumi mozgalom fontos alappillérei az erős és demokratikus önkormányzatiság és az önszerveződő kezdeményezések. A *Kollégiumi Estek* előadássorozat szervezésével járó feladatokat a hallgatói önkormányzat látja el, de teljes egészében a hallgatók szervezik a kollégium évente megrendezésre kerülő szakmai fórumát, a *Bolyai Konferenciát*. A konferencia 2005. április 2-án immáron tizedik alkalommal kerül megrendezésre. Az egynapos rendezvény keretében különböző szakkollégiumok tagjai tartanak előadásokat a természettudomány, a társadalomtudomány és a bölcsészet témakörében. Az első konferencia szervezőit az a szándék vezérelte, hogy egy olyan szakkollégiumi találkozót keltsenek életre, amelyen az ország szakkollégiumainak diákjai megismerhetik egymás érdeklődési körét. A kezdeményezés nagy sikert aratott, amit bizonyít évről évre a résztvevők magas száma és az, hogy azóta a Bolyai példáját más szakkollégiumok is követték sikeres rendezvényekkel (*Eötvös konferencia, Korányi Frigyes tudományos fórum*). A Bolyai Konferencia szoros szakmai együttműködé-

sek és baráti kapcsolatok kialakítására is szolgál; vendégeink közül többen nemcsak a későbbi konferenciákra jönnek el, hanem a közösségi programjainkban is szívesen részt vesznek. „A kollégium már a konferencia 1996-ban történt megindításakor magasra tette a mércét. A szakkollégiumok történetében akkor ez egy előzmények nélküli kísérlet volt, amely mára valóságos „sikersorozattá” nőtte ki magát. Kezdetől fogva mintaadó szerepet töltött be, ennek hatására más szakkollégiumok is megrendezték saját konferenciájukat. A Bolyai konferencia előkelő rangot vívott ki magának, és a mai napig az egyik legfontosabb szakmai fórum maradt.” – fogalmazott Masát Ádám, egy visszatérő előadó 2003 tavaszán a szervezőknek írt levelében.

A Bolyai Kollégium alakulása óta eltelt majd' másfél évtizedes sikeres működése bebizonyította, hogy a természettudományos elitképzésben szükség van egy olyan tudományos műhelyre, ahol a tehetségeket összegyűjtik, és a különböző tudományterületek találkozásából származó serkentő hatások elősegítik számukra a tudományos életben való későbbi helytállást. A 2004. júliusi költözés jelentősen megváltoztatta a kollégium életét, ám az új kihívásokra és veszélyekre a kollégium válaszként megújítva folytatta magas színvonalú szakmai munkáját, az elődök céljainak és elvárásainak megfelelően megőrizte stimuláló hatását a tudományos elitképzésében. A Bolyai Kollégium iránt érdeklődőknek ajánljuk a www.bolyai.elte.hu honlap meglátogatását.

Farkas Zsuzsanna

V. éves geográfushallgató
ELTE Bolyai Kollégium
bok@bolyai.elte.hu

Vörös László

IV. éves alkalmazott matematikus hallgató
ELTE Bolyai Kollégium
focilaci@bolyai.elte.hu

TEHETSÉGEN INNEN – HATÁRON TÚL: A VAJDASÁGI KUTATÓ DIÁK MOZGALOM KÉT ÉVE

Az Interkulturális Ifjúsági Központ független nonprofit ifjúsági szervezet. Az ifjúsági központot tíz fiatal hozta létre 2001-ben, Újvidéken. A szervezet egyik fő tevékenységként a tanácskozásokat, szaktanfolyamokat és a szakképzés más formáinak támogatását, szervezését jelölte meg.

Intézményes, tudományos tevékenység Vajdaságban csak a nagyobb városokban folyik. A vidéki fiatalok kutatási lehetőségei korlátozottak, így csak azok kapcsolódhatnak be a tudományos élet vérkeringésébe, akik valamely felsőoktatási intézménybe nyernek felvételt, ehhez azonban ebben a régióban elengedhetetlen a komoly anyagi háttér. A Kutató Diák Mozgalom lehetőséget ad a felzárkózásra azoknak a középiskolásoknak, akik valamely szempontból tehetségesebbek az átlagnál, további cél, hogy a minél fiatalabb nemzedéknek felébressze az érdeklődését a tudományok és a kutatómunka iránt. A folyamatba fontos a tanárok bekapcsolódása is, egyrészt, hogy motiválják a tanulókat is az ilyen irányú szervezett tevékenységre, másrészt ők fedezhetik fel a fiatal tehetségeket. A diákok bevonása a tudományos munkába jelentősen függ a környezetükben dolgozó tanárok hozzáállásától illetve az azonos korosztály szerepvállalásától. Azokban az iskolákban, amelyekben nem működik műszaki vagy hasonló szakcsoport, nem alakul ki a kezdeményezőkézség.

A Kutató Diák Mozgalom a vajdasági kutató diákok hálózatát építette ki, amely kiterjed a határon túlra, és kötődik a környező országok hasonló munkájához. A Vajdasági Kutató Diák Mozgalom párhuzamosan foglalkozik a középiskolás diákokkal és az egyetemi hallgatókkal. Nagy figyelmet

fordít arra is, hogy a mozgalom munkájába bekapcsolódott diákok a középiskola befejezte után is tovább folytassák tudományos kutatásaikat.

A rendelkezésre álló keretektől a mozgalom a következő tevékenységekre helyezte a hangsúlyt:

- *A vajdasági mentorlista összeállítása.* A mentorlista összeállítása az egyetemi tanárok, szaktanárok, laboratóriumban dolgozó kutatók megkeresését és felkérését jelenti a fiatalokkal való foglalkozásra. Itt a hozzájáruló professzorok, tanárok adatait gyűjtjük össze és rendszerezzük. A lista tartalmazza a tanár elérhetőségeit, kutatási területeit és a kutatási intézmény adatait, így ezekhez közvetlen egyetemi kapcsolat nélkül is hozzájuthatnak a diákok.
- *Állandó internetes kapcsolattartás.* Az állandó internetes kapcsolattartás a diákoknak friss hírek, információk közlését, a tanároknak pedig hasznos adatok, pályázati lehetőségek továbbküldését teszi lehetővé. Az év elején újítottuk meg internetes honlapunkat, amelyen a pályázatokon és más felhívásokon túl részletesebb tartalom válik elérhetővé a mozgalom munkájáról, valamint egy fórumot indítunk, mely elsősorban a kutatómunka felgyorsítását szolgálja.
- *Ismeretterjesztő előadások.* Az ismeretterjesztő előadások eddig öt vajdasági város középiskolai tagozatain, valamint az ifjúsági központ konferenciatermében kerültek megrendezésre. A népszerűsítő előadásokat középiskolai és egyetemi tanárok tartották. A szervezésbe olyan diákokat vontunk be, akik már részt vettek Tudományos Diákköri Konferenciákon. Az előadások fő célja a tudomány, valamint a tudományos kutatás népszerűsítése. A diákok emellett közvetlenül a tanároktól kaphatnak információkat a kutatási lehetőségekről, a tudományos munkáról, a mentorokról, illetve magáról a TDK-ről.

- *Kutató Diákokért Napok.* A Kutató Diákokért Napokat a vajdasági ifjúsági fesztiválok mellérendezvényeként szerveztük meg. Az ilyen rendezvények kötetlen karaktere, mint például a Nyári Ifjúsági Játékoké, kitűnő lehetőséget nyújt azoknak a fiataloknak, akikhez a mozgalom híre valamilyen oknál fogva nem jutott el. Az ilyen rendezvényeken lehetnek alkalomból adódó korlátok, melyek miatt az előadások száma is csökken, és a témaválasztás sem lehet a megszokott.

A 2003-ban megrendezett Kutató Diákokért Napok a 4. Nyári Ifjúsági Játékok keretein belül zajlott Zentán. A négynapos rendezvényen négy nagyobb előadást tartottak:

- dr. Mikes Mihály – Az ökológia és a fenntartható fejlődés
- dr. Hódi Sándor – Szociológiai kutatások
- Telek Tamás – Tudományos munkák írása
- Samu János – TDK-s tapasztalatok

Helyet kapott még egy tudományos ismeretterjesztő filmsorozat és néhány vitaforum, amelyre ismertebb egyetemi tanárokat hívtunk meg. A rendezvény ideje alatt működött egy TDK-s információs ügyelet is. A kulturális programok mellett szórakozás is helyet kapott különböző vetélkedők formájában.

A Kutató Diákokért Napok a 2004-es Ifjúsági Játékokon is jelen volt a következő programokkal:

- dr. Burány Béla – „Szakad a part” néprajz
- dr. Fehér Illés – Környezetvédelem a Tisza vidékén
- Telek Tamás – Tudományos munkák írása
- Kazinczy Zoltán – A Kutató Diák Mozgalom egyéves munkája
- Gulyás Imre – Zenei összeállítás

Ezen a fesztiválon is rendeztünk filmvetítést, vitaforumot és szabadidőprogramokat. A Kutató Diák Mozgalom terveink szerint rendszeresen megjelenik a nagyobb ifjúsági rendezvényeken, tevékenységeink bemutatása és népszerűsítése érdekében.

Konferencia a Vajdasági Magyar Kutató Diákokért

Ez egy egynapos nemzetközi tanácskozás volt 2003. február elsején. Célja a tehetséggondozás helyzetének feltérképezése volt Szerbia és Montenegró területén. A konferencián több diák és mintegy száz középiskolai és egyetemi tanár vett részt egész Vajdaság területéről, továbbá a Tartományi Oktatási Titkárság képviselője. A konferencián kirajzolódtak térségünk tehetséggondozáshoz kapcsolódó problémái. A konferencia eredménye egy regionális felzárkóztatási stratégia megfogalmazása volt.

Vajdasági Magyar Tudományos Diákköri Konferencia

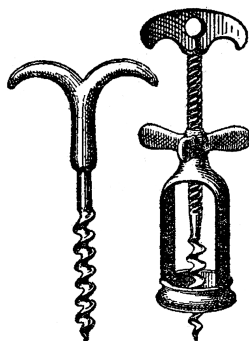
A Középiskolás TDK célja, hogy serkentse a fiatal kutatók önálló tudományos kutatásait, lehetőséget teremtsen a diákoknak az eddig elért eredményeik bemutatására és az egymás közti megmértetésre. Ez a konferencia helyzetképet nyújt a tehetséges és aktív fiatalokról, és egyben rámutat képességük hátrányaira is. Fontos hangsúlyozni, hogy a Vajdaságban tanuló diákok jelentős része nem anyanyelvén tanulja szakmáját, ezért külön gondot kell fordítani arra, hogy önképzéses alapon elsajátítsák az anyanyelvi szakterminológiát, és nyelvhasználatuk ne rekedjen meg a konyhanyelv szintjén. Ez a rendezvény a kisebbségek szaknyelvének felértékelésére, közéleti gyakorlására nyújt lehetőséget. A konferencia résztvevői által benyújtott, eredményesen megvédett írásbeli dolgozatok tudományos kiadványként, konferenciakötetben jelennek meg, amelyhez angol nyelvű összefoglalót is mellékelünk. A Középiskolás TDK így lehetőséget nyújt fiatal kutatók első publikációinak megjelenítéséhez. A füzetek az Interkulturális Ifjúsági Központ gondozásában jelennek meg.

Az I. Vajdasági Középiskolás Tudományos Diákköri Konferencia 2003. október

25-én és 26-án került megrendezésre az újvidéki József Attila Általános Iskolában. A konferencián harmincöt vajdasági diák mutatta be tudományos munkáját. A bemutatott munkák legjobbjainak szerzői (tizenhárom fő) meghívást kaptak a 2004-ban megrendezett Magyarországi Országos TDK-ra. A kétnapos konferencián a következő tanárok tartottak előadásokat: dr. Vincze István, dr. Sepsey Csaba, dr. Bózsza Pál. A II. Vajdasági Középiskolás Tudományos Diákköri Konferencia 2004. december 4-étől 5-éig tartott,

és az óbecsei Petőfi Sándor Általános Iskola adott neki otthont. A konferencián harmincegy diák huszonhat munkával vett részt. A 2005. februárjában Pécsen megrendezett TUDOK konferenciára a legszínvonalasabb dolgozatok szerzői kaptak meghívást. A két konferencia munkái összefoglaló füzet formában jelentek meg, és letölthetőek a www.ifikozpont.org weboldaltól.

Dékány Anita – Léphajt Áron
egyetemi hallgatók, Interkulturális Ifjúsági Központ,
Újvidék – ifikozpont@neobee.net



Kitekintés

FÖLDRENGÉS, CUNAMI

A NASA szakértői a korábbi földrengések elemzése alapján kidolgozott formulákkal kiszámították a 2004. december 26-i indonéziai földrengés Földre gyakorolt hatásait. Benjamin Fong Chao (NASA Goddard Space Flight Center) és Richard Gross (NASA Jet Propulsion Laboratory) számításai szerint a földrengés hatással volt a Föld forgására, a nap hosszára, a Föld alakjára, és elmozdította az Északi-sarkot is. Ezek a hatások azonban rendkívül kicsik, az Északi pólus elmozdulását kivéve valószínűleg nem is lehet mérésekkel ellenőrizni a számított értékeket. Az Északi pólus kb. 2,5 centiméterrel mozdult el kelet felé. A nap hossza 2,68 mikroszekundummal rövidülhetett meg. (A folyamat fizikai lényege megegyezik a forgássebesség műkorcsolyázóknál jól megfigyelhető, a kar tartás megváltoztatásával előidézt megváltozásával.) A Föld lapultsága kismértékben, 1 résszel a 10 milliárdban, csökkent. Minden földrengés ilyen hatást gyakorol a Föld alakjára: a sarkoknál belapult, az Egyenlítőnél kidudorodó Föld alakja parányi lépésekkel közeledik a gömbalak felé. A hatások nagyságának érzékeltetésére a Kínában épülő Hárrom Szoros Vízierőmű példáját hozták fel. A rendszerben 40 km³ vizet fognak tárolni. Ha ez a víztömeg elmozdulna, akkor a nap hossza 0,06 mikroszekundummal megnőne. A földrengés által okozott változás ennek negyvenötszöröse.

Chao, Benjamin. F. – Gross, Richard S.: Did the 26 December 2004 Sumatra, Indonesia, Earthquake Disrupt the Earth Rotation as the Mass Media Have Said? EOS (Transactions, American Geophysical Union) 86, 1, 4 January 2005, 1.

A szerzők a Föld háromdimenziós modelljén elemezték a cunami keletkezéséhez vezető lehetséges folyamatokat, a földrengés által a Föld egészében előidézett rezgésmódokat. A tengerfenék cunamihoz vezető elmozdulását nem lehet pontosan levezetni a szeizmikus adatokból. A legutóbbi cunamit általában a tengerfenék hirtelen, tízméteres felemelkedésére vezetik vissza. A cunami hullámok szolitonként haladnak ezer kilométereken át. Hullámhosszuk lényegesen nagyobb az óceán mélységénél, ezért jelentős sűrűlőds is fellép a tengerfenéken. Az USA Geológiai Szolgálatát idézik: „csak akkor lehet biztosan tudni, hogy cunami keletkezett, ha közvetlenül megmérjük a hullámok magasságát, a hullámok terjedését”. A szerzők szerint a hullámmagasság mérése nem kielégítő az előrejelzéséhez. A cunami diagnosztizálását nem szabad a katasztrófa zajlása közben végzett tengerszintmagasság mérésekre alapozni. Jobban meg kell érteni a fizikai folyamatokat, a földrengések és a cunamik összefüggését. Cunamiriadót a szeizmikus állomások adjanak ki, a földrengés paramétereinek ismeretében.

Lomnitz, Cinna – Nilsen-Hofseth, Sara: The Indian Ocean Disaster: Tsunami Physics and Early Warning Dilemmas. EOS (Transactions, American Geophysical Union) 86, 7, 15 February 2005, 1.

Az USA Óceán és Atmoszféra Ügynöksége (NOAA) január 10-én közreadta a radarral felszerelt amerikai, európai (ESA) és francia műholdak által az Indiai-óceánon mért adatokat. Az adatokat összevetették a cunami előtti napokban tett észlelésekkel, meghatározták az Ázsia és Afrika partjai felé hömpöly-

gő hullámok magasságát. A földrengés után két órával 60 centiméter magas hullámokat észleltek, majd további 75 perc elteltével a magasság 40 cm-re csökkent. A földrengés után közel kilenc órával a cunami csaknem az egész Indiai-óceánra kiterjedt, a legtöbb helyen a hullámok magassága mindössze 5-10 centiméter volt. A hullámok lelassultak, ahogy a partokhoz közeli sekély vizekbe értek. A sebesség csökkenésével együtt megnőtt a hullámok magassága.

A műholdak adatai a mérések után órákkal jutottak el a földi központokba, ilyen mérési adatok alapján nem lehet a cunamit előrejelezni. A mérési adatok segíthetnek a cunamikockázatok előrejelzésére is alkalmas modellek pontosabbá, használhatóbbá tételében. Az óceánok területének jelentős részéről csak műholdas adatok állnak rendelkezésre.

Height of Killer Tsunami Measured By Satellites.
Space News. 31 January 2005. 13.

Február 16-án Brüsszelben közel hatvan ország írta alá a *Földmegfigyelési egyezményt*. A tízéves program célja, hogy szorosabbá tegye a Föld megfigyelésének nemzetközi összehangolását, ennek keretében közös standardokat dolgoznak ki, nagyobb gondot fordítanak felszíni érzékelők fenntartására, összehangolják a műholdak működtetését, megszüntetik a felesleges párhuzamosságokat. A Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) titkárságát a Meteorológiai Világszervezet mellett állítják fel Genfben. A fejlett országoktól azt várják, hogy a nemzetközi tanácsadó testület ajánlásai alapján összehangolják műholdas programjaikat annak érdekében, hogy az összes szükséges érzékelő álljon rendelkezésre. A földi vagy tengeri érzékelők telepítése, korszerűsítése és fenntartása a fejlődő országok feladata lesz. Ezek az érzékelők korai előrejelzést adnak, figyelmeztetnek

vulkánkitörés, földrengés, cunami és más erőszakos természeti jelenségek felléptére. A mérőeszközökhöz standardizált szoftvert telepítenek, így lehetővé válik a gyors, globális, műholdakkal megvalósított adatcsere. Ha egy országnak a minimálisan szükséges adatgyűjtő állomások telepítésére sincs anyagi ereje, akkor pénzügyi segítséget nyújtanak a hardver beszerzéséhez.

60 Nations Sign Earth Observation System Agreement, Tsunami Prompts Countries to Increase Cooperation, Coordination for Natural Disasters. Space News. 21 February 2005. 4.

Jéki László

SZILÍCIUMLÉZEREK ÚJ ELEM AZ OPTIKAI SZÁMÍTÓGÉPHEZ

Elkészült a világ első impulzustüzemű, majd néhány hónap múlva az első folyamatos üzemű szilíciumlézere, ez fontos lépés az optikai számítógép létrehozásához vezető hosszú úton.

Napjainkban az adatforgalom túlnyomó többsége optikai kábeleken zajlik, ezekben fény hordozza az információt. Az információfeldolgozás és kezelés viszont elektromos árammal működő eszközökben történik, ezért a fényjeleket árammá kell átalakítani. Az lenne a jó, ha az optikai kábelben beérkezett adatokat közvetlenül tudná kezelni egy optikai számítógép, amelyben szintén fény az információhordozó. A mai számítógépchipek túlnyomó hányadának szilícium az alapanyaga, azonban a szilíciumkristály atomi rácsában fellépő rezgések miatt a bejövő, fénné alakítandó energia nagy része elvész.

Létezik azonban egy olyan fizikai folyamat, amelyet kihasználva, éppen ezeket a rácsrezgéseket felhasználva mégiscsak lehet lézert készíteni szilíciumból. Ez a folyamat

a Raman-jelenség: monokromatikus fény anyagon való áthaladása és szóródása során a rugalmasan szóródott, változatlan hullámhosszon kilépő fény mellett egy kis intenzitású, más hullámhosszúságú fény is megjelenik. A fotonok egy része ugyanis rugalmatlanul szóródik a kristályrács atomjain, a kibocsátott foton energiájához hozzáadódik a rácsrezgésekből felvett energia. Ozdal Boyraz és Bahrán Jalali (Kaliforniai Egyetem) egy 1540 nanométer hullámhosszon sugárzó lézerrel pumpálta 25 megahertz ismétlési frekvenciával a szilíciumot, a Raman-szórásnak köszönhetően ugyanilyen frekvenciával megjelent egy 1675 nanométer hullámhosszú sugárzás is.

Boyraz, Ozdal – Jalali, Bahrán: Demonstration of a Silicon Raman Laser. Optics Express. 5269 12, 21, 18 October 2004. az eredeti cikk szövege: http://www.ee.ucla.edu/faculty/papers/jalali_OE-oct2004.pdf

A folytonos üzemű lézert az Intel kutatói hozták létre, szintén Kaliforniában. Haisheng Rong és munkatársai, is impulzuslézert építettek először, szilíciumlézerük nagyon rövid, nanoszekundum hosszúságú impulzusokat bocsátott ki. A folytonosság azt jelenti, hogy a lézer mindaddig működik, amíg be van kapcsolva. A gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából fontos jellemzője az új lézernek, hogy szobahőmérsékleten működik. A méretekre jellemző, hogy egyetlen szokásos méretű chipre nyolc szilíciumlézert építettek az Intel szakemberei. Ez a lézer is a Raman-szórás alapján működik, egy másik lézer táplálja. Szellemes megoldást találtak arra, hogy a kristály minél kevesebbet nyelhessen el a réses lézerfényből: 1,5 mikrométer széles, S alakban görbülő kiemelkedést, fényvezető barázdát illesztettek a chipre. A barázda egy dióda belsejében helyezkedik el, a diódával vonják ki azokat a felesleges elektronokat, amelyek egyébként lehetetlenné tennék a folyamatos üzemmódot.

A fejlesztés következő lépéseként olyan szilíciumlézer megalkotását tűzték ki célul, amelyben a lézernyaláb létrehozásához szükséges energiát már nem egy másik lézer, hanem egy elektromos jel szolgáltatja majd.

Rong, Haisheng et al.: An All-silicon Raman Laser. Nature 433 20 January 2005. 292–294.

Jéki László

A NEVETÉS MEGHOSSZABBÍJTJA AZ ÉLETET

Hetente háromszori tempós séta és napi negyed óra nevetés – így fogalmazta meg az egészséges élet titkát Michael Miller amerikai kardiológus az amerikai szívgyógyászok orlandói konferenciáján március 7-én. A baltimore-i University of Maryland Medical Center orvosa munkatársaival érdekes kísérletben vizsgálta a nevetés és a rettegés vérkeringésre gyakorolt hatását.

Húsz kísérleti személynek félórás kacagtató, majd két nappal később megrázó, naturalista háborús filmrészletet mutattak. A vetítés előtt, majd után mindkét alkalommal ultrahangos készülékkel mérték a karon a tüdőartériában a vér áramlását és az ér tágulását.

A stresszes film hatására a kísérleti személyekben az artéria fala összehúzódott, csökkentve ezáltal az átfolyó vér mennyiségét. A teljes testre vonatkoztatva a véráram 35%-kal csökkent. A nevetés hatására viszont az artéria kitágult, a véráram 22 százalékkal nőtt.

Ebből viszont az következik, hogy a nevetés csökkenti a szív- és érrendszeri betegségek kockázatát, mert segíti az erek belső borításának, az ún. endothelumnak a karbantartását. „Azt azonban nem tudni – mondta Miller Orlandóban –, hogy a nevetés közvetlen módon befolyásolja-e az érfal működését, vagy a stressz csökkenésének közvetett hatásáról van szó.”

Gimes Júlia

ÉLETMENTŐ KÖRNYEZETVÉDELMI SZABÁLYOK AZ USA-BAN

A becslések szerint évente 17 ezer ember életét mentik majd meg azok az új előírások, amelyek betartására az amerikai Környezetvédelmi Hivatal huszonnyolc államban kényszeríti a szénérőműveket. A március közepén nyilvánosságra hozott új rendelkezések (Clean Air Interstate Rule – CAIR)) szerint az erőműveknek 2015-re kéndioxid-kibocsátásukat a 2003-as szinthez képest 73 százalékkal, nitrogénmonoxid-kibocsátásukat 61 százalékkal kell csökkenteniük. Mindkét szenny-nyezőanyag hozzájárul a levegő koromtartalmának növekedéséhez, ezenfelül a kéndioxid a savas esőért felelős, a nitrogénmonoxid pedig a szmog kialakulásában, illetve a földközeli ózonszint növekedésében játszik fontos szerepet. Az előírások betartásával a 17 ezer idő előtti halálon kívül 700 ezer légzőszervi betegséget lehet majd megelőzni az USA-ban – állítják a szakemberek.

New Scientist online, március 11.

Gimes Júlia

ÚJ ARANYRIZS

Brit kutatók olyan genetikailag módosított rizsfajtát állítottak elő (Golden rice 2), amely huszonháromszor annyi béta-karotint tartalmaz, mint 2000-ben létrehozott elődje. A béta-karotin az A vitamin előanyaga, a szervezetben A vitaminná alakul. Az A vitamin nagyon fontos pl. a látás szempontjából, elégtelen táplálkozásból fakadó hiánya évente félmillió gyermek vakságáért felelős. A génmanipulált rizstől azt várják, hogy a fejlődő országokban megoldja ezt a súlyos problémát. A Syngenta vállalat berkshirei kutatólaboratóriumában Rachel Drake vezetésével azért kezdtek a géntechnológiai sikertörténetnek számító eredeti aranyrizs tanulmányozásába és fej-

lesztésébe, mert az grammonként csupán 1,6 mikrogramm béta-karotint tartalmaz, ami kevés a súlyos hiánybetegség leküzdéséhez. Megállapították, hogy a beépített két idegen gén közül egyik egy baktériumfajból, a másik a nárciszból származik; utóbbi jelenti a „szűk keresztmetszetet”, azaz annak módosításával lehetne a rizs elővitamin-termelését fokozni. Több olyan növényi génnel kísérleteztek, amely rokonságot mutat a nárcisz megfelelő génjével, és azt találták, hogy a legjobb eredményt a kukoricával lehet elérni: a „gécseré” nyomán olyan rizsfajtát tudtak konstruálni, amelynek minden grammja 37 mikrogramm béta-karotint „állít elő”. Drake szerint a veszélyeztetett gyermekek A vitamin-szükségletének felét biztosítani lehetne ilyen rizs fogyasztásával. A német Jorge Mayer, aki a Freiburgi Egyetemen koordinálja (Humanitarian Rice Board) az aranyrizsszel kapcsolatos kutatásokat, sokkal lelkesebb. Szerinte az új fajta a teljes napi szükséglet kielégítésére alkalmas. Közben Mayer két olyan országban – Indiában és a Fülöp-szigeteken –, ahol eredményeket hozhat az aranyrizs fogyasztása, megszerezte az engedélyt ültetvények létrehozására, elismeri, hogy vannak megválaszolatlan kérdések. Még folynak a vizsgálatok, amelyek segítségével azt akarják megállapítani, hogy az eredeti aranyrizs fogyasztásakor a beépített béta-karotin hány százaléka alakul át valóban A vitaminná a szervezetben. (New Scientist Online. New ‘Golden rice’ Carries far More Vitamin. március 27.)

<http://www.newscientist.com/article.nsid=dn7196>), hogy a génmanipulált rizs rejt-e valamilyen veszélyt a környezet és az emberi egészség szempontjából, illetve, hogy főzéskor mennyi elővitamin bomlik el.

Jacqueline A Paine et al.: Improving the Nutritional Value of Golden Rice through Increased Pro-vitamin A Content. Nature Biotechnology. 27 March 2005 (DOI: 10.1038/nbt1082)

Gimes Júlia

Könyvszemle

Hungarian Arts and Sciences, 1848–2000 Somlyódy László – Somlyódy Nóra

2003 őszén a chicagói reptéren várakoztam. Mellettem egy kínai férfi hagyományos jelekkel írt kulturális magazint olvasott. A címlapján meglepetésemre Petőfi Sándor közismert dagerrotípiáját vettem észre. Megszólítottam angolul, hogy bocsánat, ez itt egy magyar költő, én pedig magyar vagyok, hogy kerül ez az ő újságjába? Erre kicsit indignáltan megmutatta, hogy az egész külön szám Petőfiről szól. Vagy tizenöt hosszú, kínai nyelvű tanulmány. Mi tagadás, ekkor még megörültem, és lelkesen elkezdtem mondani neki, amiről úgy gondoltam, hogy el kell mondanom, mert hiszen „én már csak tudom”. De ő közbevágott, *of course*, és elém tette a belső borítót. Nahát, amennyit én tudok Petőfiről, az láthatóan már a fűszövegben benne volt. Helyek, események, leghíresebb versei, halála – ehhez nem kellett kínaiul érteni, ezt latinnal szedték. Elszégyelltem magam, leforrázva ültem vissza. Nem a kínai férfi volt a csodabogár, hanem én. Találkozásunk azt illusztrálta, hogy akit érdekel bármi, ma magas szinten jut hozzá minőségi információhoz. Nincs szükség lelkes amatőrökre, „kulturánk követere”, mint én is lehettem. A saját bőrömmön tanultam meg.

Vajon kinek szól a *Hungarian Arts and Sciences*, ami voltaképp egy almanach vagy leginkább egy kincses kalendárium, és olyan szinten mutatja be a magyar tudományt, sportot és művészetet (sic!), mint én a kínainak Petőfit.

Akit bármennyire is érdekel az európai vagy éppen a magyar kultúra, kilószám vehet magának jobbnál jobb forrásokat. Elvben erre szolgálna a sorozat is, amelyben az előttem fekvő könyv megjelent. De ma már az *amazon.com* is árul eredeti munkákat minden kultúra terméséből, antikvár formában – erre pedig akkor jöttem rá pár éve, mikor kiderült, hogy mások is írnak az én nevemen, megnézve őket pedig régi őseimre bukkantam. Aki azt hiszi, hogy a világ Amerika partjainál véget ér, annak megúgyis mindegy. Nemcsak azért, mert soha nem fogja megjegyezni a fura ékezetekkel írt Zsabót vagy Szabót (hány ilyen levelet kaptam...), hanem mert nem vesz a kezébe (pontosabban ő sem vesz a kezébe) egy olyan almanachot, ami nem *valamiről* szól, hanem csak úgy általában szól Magyarországról, vagyis mindenről és semmiről. A kérdés tehát arra egyszerűsödik, vajon egyáltalán ki vesz a kezébe ilyesmit, és miért tenné. Volna persze egy réteg, mégpedig a tudatlan, ám jobb szándékú fiatal olvasó. De azt meg a könyv külleme riasztja el. Sötétké, egyszínű, szövegtöltéses, keményfedeles, vastag. A világ rossz sarkain szoktak hasonlóan komor külsejű, „felelősséggel” írt könyveket a kezünkbe nyomni, amik rendszerint gyászos emléktű vezetői hóstetteiről vagy soha nem hallott helyi hősről szólnak. Feszengtem már meg nem nevezendő országok követségein hasonló könyvespolcok előtt, ahol a könyvek külön erre a célra készültek. Hogy az efféle kontextus mennyire mérgező – bizony, később nagy megdöbbenéssel szoktam tudomásul venni, ha egyik-másik furcsa névről kiderül, hogy hordozója nem pusztán az illető távoli vagy éppen nagyon is közeli

ország ismeretlen és számunkra semmitmondó tudományos akadémiájának tagja, hanem valóban világhíresség. Hogy mik vannak!

Nemzet- és tudományos propagandánk sokszor szálnalmas. Nem ez a szerencsétlen, bár jó szándékkal és igyekezettel összeállított kötet az egyetlen példa rá. Egy friss európai pályázathoz az intézményemet is be kellett mutatni. Gondoltam, na majd *copy/paste* módszerrel. Az ELTE-ről azonban se az internetes oldalakon, se a tanszékvezetői polcomon nem találtam mást, mint fellengzős pufogatást. Sehol nem volt egyetlen *adat* se – hogy hány professzor hány PhD-diákot, mennyi kutatási pénzt elnyerve, mire oktat. Hogy hány publikáció készül, milyen impakt faktorral, vagy egyáltalán, melyek a sikeres tudományterületek, felőlem bármilyen mutatók fényében, csak legyenek ilyenek. A konkrétság látszatát is elkerülő honlapon azonban mindegyik terület sikeres volt, a sporttól az énekig, nehogy valaki megsértődjön. De pont ez az a mentalitás, ami egy elhúzott szájú, kínos mosolyt csal elő az olvasóból. Holott, ahogy a komor könyvek szereplői közt is vannak valódi nagyságok, úgy az ELTÉ-n is léteznek kíméletlen nemzetközi összehasonlításban is sikeres tudományterületek, méghozzá szép számmal.

Az előttem fekvő kötetben mondjuk adatok legalább vannak, sőt szinte más sincs, de ez így – a műfaj eltérő jellege miatt – ugyanúgy dezinformatív. Ugyanúgy hiányzik belőle minden információ, aminek alapján az egyes területeken tett magyar hozzájárulás értéke megítélhető. Az, hogy nekünk is voltak professzoraink, és a festők képeket

festettek, nem túl informatív állítás. Többet ért volna egy színes, szép, fényképes könyv bármelyik részterületről, különösen, ha a külföldön már megszokott módon, fejlett önismerettel írták volna, vagyis a személyes és intézményi nehézségekről, a fellendülések mellett a megtorpanásokról sem feledkezve meg. Az, hogy ki hány olimpiai aranyat nyert, persze így is felsorolható, de ennél érdekesebb, vagy ezzel együtt lenne érdekes az, hogy milyen volt a kor, amelyben ez történt, hogy milyen körülmények és milyen háttér segítették vagy akadályozták a tehetségek kibontakozását a tudományban, a sportban vagy másutt. Ehelyett legendákat építünk, saját hőseink komor legendáját. Hadd mondjak egy példát: a könyv a SZTAKI részleges történetét is elmeséli. De az már nem fért bele a szerkesztői koncepcióba, hogy ennek a reális társadalomtörténetét kutassa, holott annak a fényében kiderülhetne például, amit itthon – ma még – sokan tudnak, hogy a szovjet rendszerben milyen különleges egyensúlymutatvánnyal lehetett megteremteni egy ekkora intézet működtetéséhez szükséges mozgásteret, és hogy a SZTAKI valódi története milyen sokat árul el az ország történetéről és azokról az emberekről, akik benne élnek. Erről valóban érdemes volna könyvet írni. Persze az már nem almanach, hanem tudománytörténet volna. (*Somlyódy László – Somlyódy Nóra: Hungarian Arts and Sciences, 1848–2000. Columbia University Press, New York, 2004*)

Kampis György

a filozófiai tudomány doktora, ELTE Tudománytörténet és Tudományfilozófia Tanszék

Handbook of Nuclear Chemistry Vértés Attila, Nagy Sándor, Klencsár Zoltán szerkesztésében

Az ötkötetes angol nyelvű kézikönyv, amelynek mindhárom szerkesztője kiváló magyar kolléga, kétségtelenül nyeresége

nemcsak a radiokémiának, hanem annál szélesebb tudomány- és szakterületnek is, így az atommagfizikának, a sugárfizikának, a dozimetriának és sugárvédelemnek, de kiváló fejezeteket találunk például az elemi részecskék standard modelljéről, a nukleáris mérések statisztikai jellegéről vagy a radio-

aktív kormeghatározásról, sőt még az izotópok segítségével végzett paleoklimatológiai kutatásokról is.

Az egyes köteteknek külön címük van: 1. kötet: *A nukleáris tudományok alapjai*, 2. kötet: *Elemek és izotópok – keletkezés, átalakulás, eloszlás*, 3. kötet: *A magreakciók és sugárzások kémiai alkalmazásai*, 4. kötet: *Radiokémia és radio-gyógyszerkémia az élettudományokban*, 5. kötet: *Műszertechnika, szeparációs technikák, környezeti vonatkozások*. Az első kötet szerkesztője Lovas Rezső (Debrecen), a negyediké pedig Frank Rösch (Mainz).

A negyedik kötet kivételével minden kötet tartalmaz függelék, amelyben számos fontos adat található: például a SI rendszerre, a Mössbauer-nuklidokra, a neutronokkal kiváltott magreakciókra vagy a detektorok kalibrációs standardjaira vonatkozólag, de itt találjuk a teljes nuklid-táblázatot is (a 2. kötet

végén). A függelékek szerkesztője minden esetben Molnár Gábor (Budapest).

Minden egyes kötetet részletes tárgymutató zár le, ami nagyban megkönnyíti a kézikönyv használatát. Az egyes fejezetek végén egyébként részletes irodalmi jegyzék található.

A könyv szerkesztésében jelentős szerepe volt a magyar kutatóknak. Hasonlót mondhatunk az egyes fejezetek szerzői vonatkozásában is. A szerzők mintegy haramda hazai kutató, köztük olyan nevesek, mint Csikai Gyula, Fényes Tibor, Horváth Dezső, Kiss Árpád, Koltay Ede, Kőteles György, Patkós András, Vértes Attila. (Vértes Attila – Nagy Sándor – Klencsár Zoltán, szerk.: *Handbook of Nuclear Chemistry*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht–Boston–London, 2003. Az öt kötet összesen 2443 oldal)

Berényi Dénes

atomfizikus, professor emeritus

Borgulya Istvánné – Barakonyi Károly: *Vállalati kultúra*

Feltételezem, hogy e sorok olvasói mind emlékeznek tanulmányaikból a Ford-féle vállalatra, mely remekül ki tudta elégíteni a kezdeti piaci igényeket a kizárólag fekete színben gyártott T-mobiljával. Azonban nem kellett sok idő, és a vevői igények szofisztikálódtak, megjelentek azon vásárlók, akik nem voltak elégedettek a fekete színnel. A megváltozott igényeket Ford remekül kezelte: a kérésre reagálva kijelentette, hogy minden vásárló egyedi igényét teljesíteni tudja, feltéve, ha az egy fekete T-mobil. Ebben az időben a fogyasztók még el sem tudták képzelni, milyen lehet egy piros autóban ülni.

Néhány emberöltő elteltével, a technológia és a tudomány fejlődésével ez teljesen természetessé vált, a piac szegmentáltabb lett, megjelentek az újabbnál újabb vállalatok, melyek

újabb és újabb vásárlói igényekért harcoltak. Ebből a versenyből emelkedett ki a „japán csoda”, a Toyota, melynek tündöklése előtt a szakemberek értetlenül álltak. Nem értették, hogyan képes egy vállalat olcsó és minőségi termékeket gyorsan és flexibilisen előállítani. Természetesen ez sem maradt rejtély, hiszen néhány év elteltével megjelent a *Just in Time*, majd a *Total Quality Management* mint menedzsment koncepció, ami megmagyarázta a japán sikereket. A probléma csak akkor vált bonyolulttá, mikor ez a koncepció nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket sem Amerika, sem más nemzetek vállalatainál. De akkor mi lehet a megoldás? Hogyan lehet versenyképesnek maradni egy ilyen turbulens változó környezetben, ahol még versenytársak is vannak? Mi tartja össze a vállalatot egy olyan környezetben, melyben nincs idő alaposan kimunkált stratégiai tervekre, döntésekre? A válasz a *vállalati kultúra*. Bár a könyvismertető bevezető sorai inkább a gépkocsigyártásra összpontosítottak, nem

termelési szakkönyvről lesz szó. Ez a könyv azzal a céllal született, hogy segítse mind a versenyszféra szereplőit, a vállalatvezetőket, mind azokat, akik szeretnének azokká válni bonyolult világunk megértésében.

A szerzőpáros munkájában először a „vállalati kultúra” mint fogalom kerül bemutatásra, mely fejezetben a kapcsolódó szakirodalom összes megközelítése és alapvetése helyet kap a 20. század elejétől napjainkig. E részben az olvasó átfogó képet kaphat a fogalom értelméről, lényegéről. Erre építve, a második fejezetben már olyan kérdésekre kaphatjuk meg a választ, melyek a vállalati kultúra gyakorlatban betöltött szerepét helyezik előtérbe. Elemzi a vállalatok versenyképességét befolyásoló tényezőket, melyeknek két fő csoportja a külső, illetve a belső szabályozó faktorok. A téma szempontjából a belső tényezők nagyobb hangsúlyt kapnak, hiszen ezek azok az elemek, melyek meghatározzák adott vállalat kultúráját. Ebből a fázisból gördül át a következő fejezet, mely részletesen kifejti a vállalati kultúra megnyilvánulásait, azaz komponenseit és funkcióját. Fontosnak tartom kiemelni: a szerzőpáros a vállalati kultúrát nem egy kizárólagosan belső szeparátumnak tekinti, hanem kiemeli a külvilággal való kapcsolat fontosságát is. Ez a megközelítés közelebb áll a mindennapok gyakorlatához, így átfogóbb és érthetőbb képet adva az olvasónak.

A könyv további elemzése előtt vissza-utalnék a bevezetőben említett példához, abból is a „japán csodához”. Sok évnek kellett eltelnie ahhoz, hogy a szakemberek beismerjék, a csoda nem kizárólag a menedzsmentkoncepció eredménye, hanem szorosan köthető az alkalmazó vállalat befogadóképességéhez. Ez a befogadóképesség pedig nem más, mint az adott vállalat mindennapi gyakorlata, felépítése, értékrendje, egy szóval a *vállalati kultúrája*. A jelen ismertetőben elemzett könyv első három fejezete pontosan azt mutatja be, hogy mi alkotja ezt a

fogalmat, mik az elemei, mire használható.

A negyedik fejezetben azzal a problémával szembesülhetünk, ami gondot okozott az amerikai nagyvállalatoknak is, azaz a kommunikáció szerepével. E rész gondolatmenetével azonosulva rá kell jönnünk, hogy a vállalati kultúra bár szerves része minden cégnek, mégsem megoldás önmagában. Tudni kell kommunikálni, tudni kell változtatni rajta, ha szükséges. A szerzők ebben az összefüggésben tárgyalják a Magyarországon végbement változásokat is – miként lehetett és kellett a hazai vállalatoknak „alkalmazkodniuk” a kibővült környezetükhöz, és ebben milyen szerepe volt a vállalati kultúrának és a kommunikációnak. Ehhez szorosan kötődik az ötödik fejezet, mely a vállalati kultúra megismerését és változását mutatja be. Ebben a megközelítésben is fontos szerepet tulajdonít a vállalati kultúrának, melynek harmonizálnia kell mind a környezettel, mind a vállalat céljaival. Ez megszívlelendő és nyomon követendő minden vállalati vezető által, e fejezet tartalmát kiemelt fontosságúnak vélem a gyakorlati életben is.

Bár globalizált világunkban egyre jobban megfigyelhető a kultúrák keveredése, asszimilációja, azért még fontos szót ejteni az egyes nemzetek sajátosságairól az üzleti élet terén. A könyv hatodik fejezete ezt a témakört tárgyalja a vállalati kultúra szemszögéből. Nem meglepő módon a nemzeti kultúra hatással van a vállalatira, ami fordítottn is igaz. Ezért nagyon fontos mindkét kultúra megismerése, s bár – részben a globalizáció hatására – megfigyelhetőek összeolvadások, alkothatóak csoportok, azért a nemzeti sajátosságok még mindig élnek, és hatással vannak a vállalati kultúrára, üzleti életre. E csoportosulásokat, hasonlóságokat és jellemzőket tárgyalja a szerzőpáros a hetedik fejezetben. Bemutatásra kerülnek a világ nagy kultúráitömbjei, a közös vonások, az esetlegesen elkülöníthető csoportok, me-

lyeket rávetítenek az adott nemzetek vállalati kultúrájára is. Az elemzések mélysége némely esetben részletekbe menő, azonban felfedezhetőek hiányosságok is, ami talán a hely hiányának tudható be. Azt azonban mindenképpen meg kell jegyezni, hogy feltétlenül hasznos összképet közvetítenek a kulturális különbségekről, aminek az üzleti életben kiemelkedően fontos szerepe van, még a globalizációt tekintetbe véve is.

A könyv záró fejezete olyan témával foglalkozik, ami nemcsak az üzleti életben és a felsőoktatásban hasznosítható, hanem mindazoknak fontos lehet, akik érdekeltek a magyar kultúra – főként vállalati viszonylatban – alakulásában. Ebben a témakörben a szerzők remekül átfogott elemző képet festettek le a magyar vállalati kultúráról. A téma megvilágítását az ország múltjának rövid áttekintésével kezdik, a gazdaságot befolyásoló összes behatást magyarázzák, majd megállapítják, hogy a magyar gazdasági

és nemzeti értékrend még mindig ellentmondásokkal és bizonytalanságokkal küzd. Bemutatják a magyar vállalati kultúrával (is) foglalkozó tanulmányok, kutatások eredményeit, majd a külföldiek magyarokról alkotott képét is elének tárják. Úgy gondolom, hogy ezek az adatok, bemutatások mindenképpen tanulságosak minden olvasó számára. Persze a részletes elemzéshez még az is hozzá tartozik, hogy a hazai vállalati kultúrán belül előfordul – cégek méretéből, tevékenységi köréből, tulajdonosi szerkezetéből adódóan – változatosságokat is bemutassák a szerzők, ezzel teljes képet festve a tapasztalatokról és tanulságokról. Végszóként pedig nem is választhattak volna ragyogóbb témát, mint a jövőkép lefestését a korábbi elemzések fényében. (*Borgulya Istvánné – Barakonyi Károly: Vállalati kultúra. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 2004*)

Bedőné Károly Judit

Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtud. Kar

Orvosi pszichológia

Szerkesztők: Kopp Mária

és Berghammer Rita

Hippokratész azzal érdemelte ki a „nagy” melléknevet, hogy az orvostudomány történetében először fordult határozottan szembe a gyógyító szentélyekben, az aszklépionokban folyó mágikus szertartások által végzett gyógyításokkal. Habár azokban sok tapasztalatot, népi gyógymódot alkalmaztak, mégis az orvosi tudás nem haladta meg a jó szándékú kuruzslás szintjét. Mindezekkel szemben Hippokratész új álláspontja az volt, hogy a betegséget maga a természet, a beteg szervezet igyekszik gyógyítani, abban az orvos fő feladata, hogy a gondos megfigyelésekre támaszkodó tapasztalati tudással, a gyógyító igyekezetnek testi és szellemi segítése történjen. Az orvosi hivatás és magatartásról írja a *Corpus*

Hippokratikum-ban „az orvosi hivatás a hivatások legnemesebbje, de csak akkor, ha azt jól képzett, jellemes és az emberi testet és szellemet ismerő orvos gyakorolja”. Más kérdés természetesen, hogy a nedveken alapuló, azok megfelelő arányok felborulását hirdető orvosi tevékenységnek mennyi köze volt a helyes orvosláshoz, az azonban tény, hogy az embert mint személyiséget és annak betegségét már egy meghatározott rendszerben szemlélte. Több ezer év múlva, a XX. században kialakult egy önálló interdiszciplináris tudomány, az orvosi pszichológia. Az orvostudomány és a pszichológia viszonya, egymásra utaltsága és kapcsolata régóta foglalkoztatja az érintetteket, olykor heves viták tárgyát képezte, napjainkban azonban egyre határozottabban rajzolódik ki, hogy a kérdés nyugvópontonra került, a két önálló tudományterület megtalálta a találkozási pontokat, és ennek eredményeként létrejött egy új tudományág. Ennek egyik

ékes bizonyítéka a dr. Kopp Mária és dr. Berghammer Rita által szerkesztett, *Orvosi pszichológia* című egyetemi tankönyv.

Korunkat a szorongás korának is szokták nevezni. Sajnos erre közeli és távoli történelmünk társadalmi eseményei, igen sok okot szolgáltatott. A felgyorsult világunk, a ránk zúduló információk egyre jobban terhelik a többnyire azokra felkészületlen egyént. Az ember nyitott és bizonytalan világban él, aggódik élet és halál, egészség és betegség, barátság és konfliktus, háború és katasztrófa miatt. Tapasztalhatjuk, hogy életünk mennyire függ a tudomány és technika eredményeitől, a folyamatosan és egyre nagyobb mértékben változó természetes és szociális környezetünktől. Nem lenne okos dolog, ha ezek közül egyesek kiiktatására törekednénk. Mindegyiket egyenrangúnak tekintve interdiszciplináris együttműködésre van szükség. A gazdaság és a politikatudomány egyedül nem képes megtalálni a megoldást. A feladat egyértelmű, meg kell őrizni az emberiség kulturális sokféleségét, a történelem távlatait, a kommunikáció és a megértés képességét, valamint belsőleg is erőssé kellene tenni, a globalizálódó társadalmat. Ezért is folyamatosan keressük a megfelelő tudományterületeket, amelyek lehetőséget adnak a lélektani folyamatok társadalom- és egészségtudományi összefüggéseinek és azon keresztül a betegségekkel való kapcsolatainak feltárásához. Ennek minden bizony-nyal egyik alaptudománya az orvosi pszichológia. A bemutatandó egyetemi tankönyv az első magyar, magatartástudományi szemléletre épülő alkotás.

A tizennégy fejezetre tagolódó tankönyv az érintett tudományterület legfrissebb, a gyakorlat próbáját is kiálló kutatási eredményekre támaszkodik, azaz kifogástalan szerkezeti felépítésben az orvosi pszichológia sokirányú kérdéskörének átfogó ismeretét adja.

Az 1. és 2. fejezet bemutatja az orvosi pszichológia helyét az orvostudományban. Rend-

szerezik a kérdéskört tárgyaló legjelentősebb elméleti, filozófiai és tudománytörténeti állásfoglalásokat. Foglalkoznak azokkal az alapvető jelenségekkel, melyek befolyásolják az egészségi állapotot, a betegségek kialakulását, azok lefolyását. Külön kiemelném a krónikus betegségek szakszerű ellátásához kitüntetetten fontos pszichológiai ismeretek és készségek megszerzésének részletes tárgyalását és a bioszociális modell mint a betegségfolyamatok komplex elemzési módszerének bemutatását.

A 3. fejezet a legfontosabb pszichológiai alapfogalmakat, azok központi idegrendszeri összefüggéseit taglalja. Részletezi a motiváció szerepét a magatartásformákban, a gondolkodás és intelligencia, a genetikai és a környezeti tényezők kapcsolatát.

A 4. fejezet a fejlődéslélektan általános ismérveivel, a gyermekkorban jelentkező pszichoszomatikus és a serdülőkor jellegzetes orvopszichológiai kérdéseit bontja ki.

Az 5. fejezet a személyiségelméleteket és a személyiségzavarokat támogatja, kiemeli, hogy a személyiségzavarok mint hibás alkalmazkodást eredményező személyiségvonások később krónikus alkalmazkodási zavarokhoz vezetnek.

A 6–7. fejezet a hivatás és személyiség, az orvos és beteg kapcsolat témáit érintve, rámutat arra, hogy az orvostudomány és az orvosi hivatás gyakorlása többek között számos mentális problémával is jellemezhető. Felhívják a figyelmet az orvosszerep testi és lelki kockázatainak és azok korai felismerésének fontosságára. Kiemelten részletezik az orvosi szocializáció kérdését, bizonyítva, hogy a terápiás kommunikáció az orvos és beteg között többdimenziós kapcsolatközpontú, összetett interakció, melyben az alá-fölrendeltség helyett a mellérendeltségi orvos-beteg, az ún. partneri viszony működik.

A 8. fejezet az egészséglélektan köré csoportosul. A mai magyar valóságban a pszichés eredetű zavarok a népesség nem

kis százalékát érintik, azok méltán követelhetnek helyet az ún. népbetegségek sorában. A megelőzés természetesen nem lehet más, mint a testi-lelki és társas egészség megőrzése. A kérdéssel és a helyreállítás lehetőségeivel részletekbe menően foglalkozik.

A 9. fejezet a tudományterület egész új irányvonalát, a pszichoneuro-immunológiát mutatja be, melyből határozott képet kapunk arról, hogy az érzelmi állapotváltozások distresszhatásával kóros eseménysor következik be az immunfolyamatokban is, pszichológiai, mentális és viselkedészavarokat tehát objektív elváltozások kísérhetik.

A 10., 11., 12. fejezet a pszichoszomatika magatartásorvoslás modelljét vizsgálja. A pszichés tényezők számos kóreredet kialakulásában fontos szereppel bírnak, a gyakorló orvostól azok ismerete elvárható. Az orvos mindennapi gyakorlatában különös jelentőséggel bír a haldoklás, a gyász lélektana, a gyógyíthatatlan és a haldokló betegek pszichés gondozásának kérdései. A gyász által kiváltott természetes és az attól eltérő formák pszichoterápiás segítséget igényelnek. A módszer alapelveivel, annak lehetőségeivel, a farmakoterápiával való kapcsolatával külön alfejezet foglalkozik.

A 13. fejezet bemutatja, hogy a munkatevékenység az életminőség és az önmegvalósítás lényeges összetevője. Modern világunkban valószínűleg egyik fő megbetegedési – testi és lelki – rizikófaktor a munkahelyi túlterhelés és kimertülés. A kialakuló körképekkel a munkatudományi pszichológia ismertetése foglalkozik.

A 14. fejezet összefoglalja azokat a gyakorlatban használt módszereket, amelyek a különböző csatornákon szerzett információk egységes rendszerbe történő összegzését teszik lehetővé.

Fogalomtár és részletes irodalomjegyzék biztosítja az ismeretek további elmélyítését, illetve egy-egy szakterületen történő újabb ismeretek szerzését.

Őszintén meg kell mondanom, hogy a könyv elolvasása után változtatnom kellett azon korábbi véleményemen – mentségemül szolgál, hogy a tudományterületen ismereteim felületesek –, hogy az orvosi pszichológiát nem objektíven, a logikai szükségszerűség mércéje szerint ítélt meg. Személy szerint én most sokkal kényelmesebben érzem magam, mert egy mélyebb szintű ismeretanyag birtokosa lettem ezen a tudományterületen. Úgy látom, hogy az orvosi pszichológussal kapcsolatban az emberek kedvezőbben tudnak viszonyulni a történetekhez, mint a pusztán logikához vagy csak az objektív tényekhez. Egyszerűen könnyebb nyomon követni egy bonyolult emberi érvelést, mint ha azokat csak proposíciók, szillogizmusok és a szimbolikus logika eszközeivel vizsgál-nánk. Az orvosi pszichológia tudománya természetéből adódóan a magyarázatokat, a tapasztalatokkal összevetve újra és újra próbára teszi, ezért a tudományos elemzését olyan ismeretekre építi, amelyek minden újabb információt tudásanyagukba beépítenek, vagy a régieket új szempontból történő értékeléssel szükségképpen módosítják. Az ember ellenállhatatlanul hiszi, hogy valamiféle kitüntetett viszony fűzi a világegyetemhez. Nehezen tudok megbirkózni a gondolattal, hogy a mostani univerzum egy olyan állapotban fejlődött ki, amely tulajdonképpen idegen számunkra, s hogy olyan jövő elé néz, amelyben olyan körülmények fognak kialakulni, amelyek kitörölnek belőle minden életet. A könyv olvasása bennem éppen az ellenkezőt tudatosította, történetesen azt, hogy minél áttekinthetőbbnek mutatkozik az emberi pszichikum, annál céltudatosabb lehet a jövőkép.

A tankönyv igényes tartalmával analóg, annak didaktikai elve és gyakorlata korszerű. Az egymásra épülő tárgyköröket figyelemreméltó címek, a lényegi mondanivalót kifejező alcímek és összefoglalások emelik ki. Mindezekhez a szerzők szemléletes ábra-

anyagot – fekete-fehér és színes – és egyéb illusztrációt adaptáltak vagy válogattak saját gyűjtésükből. A munka legnagyobb erénye az igényesség. A fejezetek szerzői az egymásra épülő tárgykörökben a legkorszerűbb alapismereteket vonultatták fel, mindezt tömören, közérthetően, olvasmányosan, egységes szerkezetben, amiért elsősorban a szerkesztést kell dicsérni.

Azt hiszem, ez csak úgy volt elérhető, hogy a szerzők mindegyike területének avatott ismerője és művelője. Valószínűleg alapelvekben azonos nézeteket is valló szakemberek. Ettől az olvasó számára a könyv nem legyűrendő kásahegy, hanem valódi „vezérfonal”, amellyel kivezetik az orvosi pszichológia labirintusából, a tudásszomjából és kíváncsiságból odatévedt olvasót. A másik, amitől jó a könyv, az a „szikárság”. Minden benne van, ami kell, és semmi sincs benne, ami megzavarhatná az olvasó tisztánlátását. Úgy érzem, hogy a könyv szerzői nemcsak tudták, hanem módszertanilag is értették az orvospszichológiát. A könyv jó, attól élvezetes olvasmány, hogy didaktikus. Ez annyit jelent, hogy létezik olyan rendszerezés, amelyet az olvasó összefüggéseiben már egyszeri olvasáskor meg tud érteni. A tudományterti-

let összetett és részletgazdag, ezért az olvasónak a fentiekre ugyancsak szüksége lehet. Meggyőződésem, hogy biztos reményünk van arra, hogy az orvostudomány már végérvényesen és szerves egészében építi be az orvospszichológiát.

Megállapítható, hogy az új tankönyv, e sokszerzős mű újszerűsége és értéke döntően komplexitásában is rejlik. Igényessége nemcsak korszerű ismeretanyagában, orvosi pszichológiai felfogásában mutatkozik meg, de empirikus, lexikális anyagában is. Utóbbi azonban csak annyit nyújt, amennyire az olvasónak ma mindenképpen szüksége van.

A Medicina Könyvkiadó a tőle megszokott reprezentatív gondozásával ismét kiemelkedőt nyújtott. Külön, ismételt említést érdemel a kitűnő ábraanyag. A könyvet méltán soroljuk a kitűnő munkák közé. Rendkívül fontos interdiszciplináris, szemléletformáló forrásanyag, mind a graduális, mind a posztgraduális képzésben. Afelől nincs kétségem, hogy a 2005. év egyik sikerkönyvéről van szó. (*Kopp Mária – Berghammer Rita szerk.: Orvosi pszichológia. Illusztrációk: Kass János. Bp., Medicina, 2005.*)

Sótonyi Péter
egyetemi tanár, SOTE

Recepció és kreativitás

A magyartudományosság, sezen belül főként a társadalomtudományok önreflexiója szempontjából különösen releváns a saját múlt megértése: miért is lettünk éppen ilyenek, vannak-e magyar modellek, ha úgy tetszik, „magyar csoda”; miben befogadó, s miben valóban újító a magyar kultúra. A válasz efféle kérdésekre nemcsak a tudomány történeti megértését gazdagítja, hanem a társadalom egészének tájékozódását is segítheti a „mi helyünk a világban” kérdését illetően. Az MTA Filozófiai Kutatóintézetében Palló Gábor irányításával az intézeten túlra is kiterjedő csapat vizsgálta ezt a témát a *Recepció és kreativitás*:

nyitott magyar kultúra beszélő nevű projekt keretében, melynek hét kötete látott napvilágot az Áron Kiadónál. A vállalkozás kimenete önmagában is figyelemreméltó. A kutatást a Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Alaprogram támogatta, melynek gyakorlatát sok suttogott belterjességi vád éri. A közel kétezer oldal (1977), ha jól számolom, 48 szerző, melyből 38 intézetten kívüli, csattanós válasz a kéte-lyekre. Az e névre méltó műhelyek a mai organizált tudományosság feltételeit, az új kommunikációs körülményeket kihasználva jól tudják használni a támogatást, valóban újat tesznek az asztalra.

Ez az új a szellemi szféra, elsősorban a tudomány részletes tudományszociológiai

vizsgálata a magyar kultúra esettanulmányaival. Túllépés ez a pusztá hermeneutikai elemzésen a tudományfilozófiai tekintetében, a magyar eszmétörténetben pedig túllépés az elmaradottság közepette dolgozó magányos alkotó géniuszok kliséjén. A Nyíri Kristóf, a kis csapat inspirátora és Békés Vera tanulmányaiban – a Békés Vera szerkesztette és a Palló Gábor által jegyzett összefoglaló kötetben – kifejtett két vezérelv adja meg a kutatás egyik orientációs pontját: hálózati hangsúlyú kommunikációs filozófia a szellemi élet megértésének kulcsa. A közlési közegek hatása a gondolkodásmódra és mentalitásra a tudományfilozófia és tudománytörténet új rekonstrukcióját ígéri. Ez a szemlélet már a hang és a kép manipulációját lehetővé tevő kommunikációs technikák, a rádió és televízió elterjedésével hatásos szociológiai paradigmává vált (Marshall McLuhan révén), filozófiai jelentőségét azonban csak a közegek elválasztását s a megjelenítés alakítását személyesen is lehetővé tevő technológiák (például az internet) megjelenésével vette észre, többek közt éppen Nyíri. A közép-európai élet- s nyelvi helyzet sajátosságai révén azonban ez a kommunikációs filozófiai váltás munkáiban már korábban megjelent, s ez ad sajátos eredeti történeti ízt a vállalkozásnak. Ezt a kommunikációfilozófiai tudáshoz kapcsolódó témát megközelítő elemzése, beleértve ebbe a hálózati átkötések s ugrások kapcsolatát a polihisztornak tűnő alkotókészséggel.

Az ebben a keretben a tudományfejlődésre megfogalmazott alaphipotézis a befogadás és alkotás egyensúlyából indult ki, arra volt kíváncsi, milyen kulturális mozzanatok adnak lökést a kreativitásnak, s melyek a befogadásnak. Fokozatosan kiderült azonban, hogy a kulcskérdés egy kis kulturális közönségnél a befogadás, régebben azt mondtuk volna, az iskolázás színvonalával összefüggő kultúra. „A hangsúly a kreativitásról fokozatosan áttevődött a recepcióra... a kreativitás

két recepciós folyamat közé ékelődve működik, mintegy ezek részeként: először az előkészület, a tanulás, befogadás oldalán..., majd az alkotás elfogadtatása, elfogadása oldalán (Palló, in Palló 2004, 21.). Vagyis a tudásszociológiai rekonstrukció sokkal nagyobb szerepet tulajdonít a recepciónak, ami – ha van értelme a történelmi tanulságnak – a nyitott magyar kultúra kultivációját állítja előtérbe. Magáról a kreativitásról, mint főleg Palló Gábor és Laki János tanulmányai mutatják, Dean K. Simonton, Csíkszentmihályi Mihály és Margaret Boden nyomán egy a korábbinál sokkal rendezetlenebb szelekciós, darwinianus metaforát hangsúlyoznak, ahol ugyanakkor Arthur Koestler alkotáslélektani felfogását is követve, a sokféle szellemi hálózathoz tartozásnak, a Julesz Béla kiemelte intellektuális kétnyelvűségnek van hozzáadott értéke. Ez az elemzés nemcsak egyénekként állítja előtérbe a polihistorokat, hanem nevelési eszményként is: ha van sajátos magyar kreativitás, ez a sokrétű nevelésből, humán és természettudományos iskolázás egyensúlyából fakad. (Ironikusan megemlíteném: ennek nem irodalmi, hanem filozófiai pólusát szoktuk a 19. századi német tudományosság különlegességének is tartani.)

Nehéz lenne a hét kötetet részletesen bemutatni, ezért megpróbálok abból válogatni, amihez értek. Az általános keretet adó és a filozófiai kötetek (Mester Béla és Percz László, Békés Vera, Palló Gábor) imponálóan képviselik az egész vállalkozás frissességét: a magyar szellemi élet alakulását, főként a 19-20. században olyan tudományozókat, akik hozzáállással elemzik, ahol a kultúra egésze és a diszciplínák közötti kapcsolat áll előtérben (amit ma interdiszciplinaritásnak nevezünk), s a magyar intézményeket s teljesítményeket őszintén merik úgy tekinteni, mint amelyekben a nyitottság, a befogadás és a gazdag személyi hálózatszerkezet volt az időnkénti kreatív fordulatok kulcsa, nem valamiféle titokzatos tehetség. A filozófiai

kötet tizenkét tanulmánya három fontos mondanivalót dolgoz ki részletesen. Az első szerint a „filozófiátlan magyar kultúra” mind az intézmények, mind a könyvek, mind az életművek tekintetében közhelynek bizonyul. A sokszor tilalmakkal kísért lelkes magyar Kant-fogadtatás mellett igazán meglepő John Stuart Mill politikai liberalizmusának és egész filozófiájának élő jelenléte nemcsak Kállay Béni politika elméletében vagy a hazai nőkérdés megvitatásában, hanem, mint Mester Béla rámutat, még a középiskolai oktatásban is. Mill már száz évvel ezelőtt is olyannyira jelen volt, hogy még életrajza jó része is megjelent a *Budapesti Szemlében*. A Mill-recepció is jól illusztrálja Békés Verának az általa szerkesztett kötetben sokrétűen alátámasztott tézisé, mely szerint a magyar eszmetörténetben az igazi gond nem a „sivár magyar ugar”, hanem a folytonossághiány, a tradíciók állandó megszakadása.

A filozófiai kötetben a nemzetközi szerzőgárda – a hazaiak mellett számos kiváló felsőmagyar és erdélyi szerző – az intézményekről részletes tudásszociológiát ad. Meglepő a filozófia oktatásának és művelésének kontextusában látni a neveléstörténet olyan klasszikus témáit, mint a protestáns és katolikus iskolaügy, a *Ratio Educationis*, megérteni, milyen emberi drámák s cselek világa keletkezik a tilalmak és engedmények központosított közegében. Ez a tudásszociológiai helyzet ismerős az 1960-1980 közti világból, most kétszáz évre visszamenőleg látjuk szomorú relevanciáját. Az intézményi és eszmei elemzés összekapcsolásának példája a Békés Vera-kötetben Lafferton Emese munkája a tébolydák és az elmebetegség orvosi és pszichológiai modelljeinek keletkezéséről, az újítás és konzerválás összefüggéseiről a magánklinikák és az állami ellátás kettősségeivel.

Sok társadalomtudóst s filozófust is újraértékel a két bölcsező kötet. Bibó István (Kovács Gábor) vagy Eötvös József

(Gángó Gábor) mellett értő elemzést kap Böhm Károly (Tonk Márton, Bretter Zoltán, Vasile Muscă) s Alexander Bernát (Bretter Zoltán) is. A pszichológus számára az igazi meglepetés Békés Vera kötetében található: Palágyi Menyhért életművével (Bogdanov Edit és Békés Vera értelmezésében) olyan cselekvésfilozófus formálódott, aki nemcsak fontos kirándulásokat tett a korai kísérleti pszichológia terepére, hanem a cselekvés kategóriális elemzésével számos mai tudatfilozófiai megoldást is előre vetített. Mai gondjaink miatt kell olvasnunk őt, s ennek felismertetése a könyvsorozat érdeme.

A filozófiai kötetben Laczkó Sándor megmutatja, hogy a nyelvi-kommunikációs mozzanat mint az egész vállalkozás vezető elemzési szempontja visszavetődik az intézményekre is: a magyar filozófiai nyelv kérdése elválaszthatatlan a bölcselet intézményeitől, s a „miért is csináljunk itt is filozófiát” kérdéstől. A Békés Vera szerkesztette kötetben többszörösen motiváltan kerül elő az a gondolat, hogy a soknyelvű s soknemzetiségű közeg a magyar szellemi életet történetében is fogékonnyá tette a kommunikációs filozófiai megfontolások irányába. Palágyit elemezve Bogdanov megmutatja, milyen szerepe volt mozgásértelmezésében a film élményének. Demeter Tamás, Kondor Zsuzsa és Kovács Gábor pedig Balogh József és Hajnal István munkásságát elemzik az írásrendszer közösségalakító szempontjából. Kovács Gábor elemzésében a pozitívizmus és szellemtörténet harcmezéjén kap méltó helyet Hajnal. A *homo faber* és a kommunikatív ember egyensúlyát keresve válik olyan megkerülhetetlen szerzővé, aki antropológiai fel fogásával Lev Vigotszkijt s Richard Gregoryt meg Daniel Dennettet juttatja a mai pszichológus eszébe. A kötet vezértanulmánya Békés Vera munkája. Békés két mozzanatban maga is olyan kreatív, mint a sorozat elemezte magyar tudósok egy része. Úgy véli, hogy a sajátos magyar kreativitásban a sokoldalúság

kulcsa az irodalom és a kultúra összetartó ereje. Ez a hálózatképzésre biztosan igaz, még a mai világban is. Békés azonban egyenesen azt hirdeti, hogy Madách *Ember tragédiája* mint kulcsműve befolyásolta az általa vizsgált életműveket a „konstruktív pesszimizmus” életérzése révén. Ebből – a szerző is érzi – nehéz levezetni például a programozható számítógép elvét Neumann Jánosnál. Az alapgondolat – a humaniorák nagy hatása a természettudósokra – vonzó, ez azonban nem magyar sajátosság: a humboldti egyetem eszményének továbbélését jelenti, mely eszmény az egész 19. századi német természettudomány sikereinek magyarázataként is szolgál sok elemzésben. Ezek a kételyek csupán azt mutatják, van még kontrasztív elemezni való a tudásszociológiai rekonstrukciók terén.

A sorozat három kötete – a nyelvészeti, a színházi és a jogi – különös dologra vállalkozik. Egyszerre vizsgálja fontos társadalmi gyakorlatok rekonstrukcióját, s ugyanakkor az e gyakorlatra vonatkozó tudományos reflexió történetét, miközben e kettő gyakran átfonódik egymásba, már csak a társadalmi gyakorlat természete miatt is. Tolcsvai Nagy Gábor munkája különleges a sorozatban. Nemcsak témája miatt – hiszen a nyelv és a nyelvészet egy kommunikációs szociológiai keretben alapvető szerepet kell játsz-szon –, hanem azért is, mert ez egyetlen szerző monografikus feldolgozása. A nagyot mérítés veszélyét kivédi a kor behatárolása – a 19. és 20. század nyelvi rekonstrukciójáról van csak szó. Tolcsvai a befogadás-alkotás mozzanatot három területen elemzi. A nyelvi gyakorlatban, a szépirodalom nyelvében s nyelvi önreflexiójában s a nyelvtudományban. Mindenütt vezéreszméje az a kérdés, hogy vajon a nyelv egyéni vagy közösségi szempontból, s mint zárt vagy mint folytonos alkotás teteleződik-e. A kötet igazi erőssége a „régmúlt” újraelemzése. A nyelvújítás és a 19. századi nyelvi sztenderdizáció klasszikus

eszméletörténeti kérdésköre új fényben jelenik meg, amikor a mai szociolingvisztika és nyelvpolitika fogalomtárával értelmeződnek törekvései. Az adaptív célok, a modernizációs és a társadalmi integráció a nyelvi változást s a nyelvi tervezést úgy mutatják meg, mint ami két tekintetben követ adaptációs ciklust. Valahogyan meg kell küzdenie rendszer és változás kettősségével – maga a nyelv egyszerre konzervatív s megújuló képződmény –, s saját maga mellett a külső hatásokkal is meg kell birkóznia. Tolcsvai elemzése a jelen felé közeledve bizonyos kérdésekben veszítenek meggyőző erejükből. A 19. század végének nyelvvédő törekvéseit például – éppen a Tolcsvai képviselte modern nyelvpolitikai szakirodalom fényében – nehéz úgy tárgyalni, hogy megfedekezünk a többnyelvűség keltette feszültségekről a korban. Pedig csak Babits, Herczeg vagy Márai emlékezéseit kell újraolvasnunk, hogy ennek jelentőségét lássuk. Azért írókat említek, mert a kötet következetes erőnye viszont az irodalmi újítás és a „nyelvi játékok” összekapcsolása. A modern, 1945 utáni időkről érdekes szociolingvisztikát kapunk, mely elsősorban az új nyelvhasználati területekről – politikai mellébeszélés – s eszközökről – számítógép és nyelv – mond megszívlelendőket. A nyelvi reflexióról, a nyelvtudományról a kötet meglehetősen szelektíven szól. Itt a szerző alkotó nyelvész volta érzése szerint akadályozza a tisztánlátást. Szigeteket kapunk – Gombocz Zoltán, Karácsony Sándor, a budapesti iskola –, de például a magyar identitást nagyban alakító „ugor-török háborúról” szó sem esik. A huszadik század második felének magyar nyelvészetét pedig nehezen lehet rekonstruálni úgy, hogy Telegdi Zsigmond vagy Szépe György nevét le sem írjuk. Hadd éljek itt az egész projekt kulcsfogalmával. Úgy tűnik, a hálózat résztvevője éppenséggel nincs a legjobb helyzetben, hogy átlássa az egész hálót, csak a saját részhalóját látja. Ezt azért hiányolom, mert résztvevő megfigyelőként

a hetvenes évektől úgy éreztem, hogy a hálózati szerveződés a magyar nyelvészet igencsak áttetsző vonása.

Az Imre Zoltán szerkesztette színházi kötet valóban átvilágítja a színházat. Naív olvasóként csupán két mozzanatot emelnék ki, melyek az egész vállalkozásban elhelyezik a színház vizsgálatát. Az egyik az intézményi mozzanatok és a művészi újítás viszonya, mely Kiss Gabriella, Jákfalvy Magda és Nagy Gabriella Ágnes különböző korszakbeli avantgárdokat elemző írásaiból a nem irodalmár számára is világossá teszi a színház író és közönség közé szorult léthelyzetét. A másik mozzanat a politikai szimbolika. Imre Zoltán *Bánk bán* és *Tragédia* előadáselemzései a jelképek detektívregényeként mutatják be, hogyan működik a társadalmi tudat elvárásrendszere a színház felé, akár Rákosi Mátyás dühöngéseiben is tetten érhetően.

A jogi kötet, számos kitűnő s általam itt nem elemezhető résztanulmány – például a sajtójog (Sipos Balázs), a női egyenjogúság (Pető Andrea és Szapor Judit) – mellett azt mutatja be, hogyan történik kétféle befogadás és alkotás a jogban. Esmék átvétele mint az első asszimilációs ciklus, s eszmék társadalmi intézménnyé tétele mint második asszimilációs ciklus. „Az egyetemes emberi jogok mint cselekvést irányító gondolati struktúra, illetve cselekvési terv miként válik intézménnyé (normák és viselkedések rendszerévé), s mint ilyen miként lehet sikeres, miközben hű szeretne maradni önmagához” (Sajó, 2004, 201.). Ez a kettős átvétel ráadásul értékek átvétele s adaptálása, nem csupán eljárásoké.

A természettudományokról szóló, Palló Gábor szerkesztette kötet számos csemegét nyújt a tudománytörténésznek, például a hazai genetika előtörténetéről (Fári Miklós Gábor tanulmánya) vagy az erdélyi matematika látásmódjáról (Benedek András). Számos írás, elsősorban Palló Gábor bevezetője s részletes dolgozata a Budapesti Műszaki

Egyetemről támasztja alá az általános tézist, a nyitottság szerepét a megújulás lehetőségeinek megteremtésében. Ugyanakkor ezek az elemzések két további új mozzanatot is megmutatnak a humán területekhez képest. Az egyik a nagy egyéniségek, például Eötvös Loránd vagy Zemplén Győző korlátozó, konzervatív szerepe. Nagy tekintélyükkel meghatározhatják a napirendet, s így az ifjú nemzedék lehetőségeit korlátozzák, akik azután, ha sikeresek, mint a Nobel-díjas Oláh György, leszakadnak a mestertől, bemutatva a Thomas Kuhn-féle alkotási ciklus innovatív fázisának személyes jellemzőit (a Mester-minta, akit meg kell haladni). A nyitott intézmények – ilyennek mutatja be Palló a Műegyetemet – sokkal segíthetnek ebben, mert ellenkező esetben az „iskolateremtő mester” szellemi stagnáció forrásává válhat. A másik új mozzanat a filozófiai kötetekhez képest Vámos Éva tollából a magyar tudományos értelmiség nemi megoszlásának igen részletes elemzése. Ezek a statisztikák többet mondanak, mint az „elnyomott nők” sorsa feletti siránkozások. Kiderül belőlük, hogy a természettudomány kevésbé zárt a nők felé, mint hinnénk, nyitottabbak különösen a tudományos egyletek, de az egyetemi képzés is. Ugyanakkor felfele haladva a grádicsokon drámaian csökken a nők aránya. A természettudományi kötet valójában felveti az olvasóban a válogatás kérdését. Miért ezek a területek kerültek elő? Vajon miért hiányzik főként az orvostörténet a természettudományok közül, ahol a befogadás-alkotás, el nem ismerés összes kérdése ugyanígy felmerül?

A recenzens hadd legyen kicsit telhetetlen és kritikus is. Miközben az egész vállalkozás magyarázó kerete a mai kreativitáskutatás kontextuális pszichológiai elmélete, Csík-szentmihályi és Simonton gondolatmenete, az önreflexióból hiányzik a hazai magyar kreativitáskutatás, annak gondoljaival, individuumpontosságával együtt. Miért csak Erika Landau és Paul Torrance létezik az

összefoglalókban, miért nincsenek itt magyar követők, például Barkóczi Ilona, akik a hatvanas évektől (!) folyamatosan képviselnek egy akkoriban igencsak alternatív kreativitáskonceptiót, a nem alkalmazkodó személyiséggel s az analógiás folyamatok ki-tüntetett jelentőségével. A tudománytörténeti rekonstrukcióból a pszichológus számára hiányzik Jean Piaget is, hiszen maga a teljes elmélet, befogadás és alkotás dinamikája Piaget asszimilációs-akkomodációs ciklusára emlékeztet.

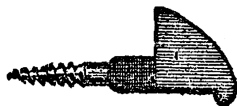
Az értelmezés pszichológiai hiányai mellett talán fontosabb az a hiányérzetem, hogy a kötetek nemigen kezelik úgy a pszichológiát mint a magyar kultúra részét. Az akadémiai, a dívány körüli és a nevelés intézményeihez kapcsolódó huszadik századi magyar pszichológiából csak a dívány marad meg s a szabadság kis körei Méreinél. Más intézmények, az egyetemi harcok, Ranschburg Páltól Kardos Lajosig mind kimaradnak. Ez valódi hiány, mivel éppen a magyar pszichológia története érdekesen támasztja alá a projektben képviselt hálózati mozzanat különlegességét: a kicsiny hálózatok átláthatóságát.

Ezek azonban csak a telhetetlen recenszens szavai. A sorozatért köszönet illeti a kiadót és Palló Gábort. A vállalkozás egységes és összekapcsolt bemutatását tette lehetővé egy eddig csak foszlányaiban megismert kulturális hálózatnak, s a „magyar kreativitás” valódi megértését igazi részletes tudásszo-

ciológiai elemzéssel tette lehetővé. A kutatói csapat ugyanis a felidéző és kultivációs funkciókon túl végre konkrét hazai anyagon mutatta be, mit is jelent az értelmesen alkalmazott tudásszociológia a tudás társadalmi természetének megértésében. Úgy tudnak világos elemzők, új értékek felmutatói lenni, hogy közben nem szenvednek kisebbségi komplexusoktól, de nincsenek eltelve sem a magyar génusz nagyságától.

A könyvek elolvashatók az interneten a <http://zeus.phil-inst.hu/recepcio> címen. (Mester Béla – Perecz László (szerk.): *Közelítések a magyar filozófia történetéhez. Magyarország és a modernitás. Budapest, Áron Kiadó, 2004, 432 p.*; Békés Vera (szerk.): *A kreativitás mintázatai. Budapest, Áron Kiadó, 2004, 288 p.*; Palló Gábor (szerk.): *Teremtő befogadás. Összefüggések, tanulságok. Budapest, Áron Kiadó, 2004, 279 p.*; Palló Gábor (szerk.): *A honi Kopernikus-recepciótól a magyar Nobel-díjakig. Budapest, Áron Kiadó, 2004, 342 p.*; Tolcsvai Nagy Gábor: *Alkotás és befogadás a magyar nyelv 18. század utáni történetében. Budapest, Áron Kiadó, 2004, 165 p.*; Imre Zoltán (szerk.): *Átvilágítás. A magyar színház európai kontextusban. Budapest, Áron Kiadó, 2004, 248 p.*; Sajó András (szerk.): *Befogadás és eredetiség a jogban és a jogtudományban. Adalékok a magyarországi jog természetrajzához. Budapest, Áron Kiadó, 2004, 223 p.*)

Pléh Csaba
az MTA rendes tagja



CONTENTS

Diversity of Engineering Sciences –

An introduction to the Department of Engineering Sciences

Guest Editors: József Gyulai and László Somlyódy

Editor: Szentgyörgyi Zsuzsa

László Somlyódy: Preface	514
Szentgyörgyi Zsuzsa's interview with Pál Michelberger	518
Szentgyörgyi Zsuzsa's interview with Tibor Vámos	520
József Bokor: Intelligent Road-Vehicle Systems: To Drive Or To Ride?	522
Levente Buttyán – László Györfi – István Vajda:	
Data Security: Encryption, Authentication, Digital Signature	530
Ferenc Cságoly: Budapest, European Metropolis or National Capital?	538
Gábor Domokos – András Bohák: Asymmetric Distributions and optimal Cycles:	
Curiosities in Discrete Population Dynamics	546
József Gyulai: Engineering Science – Transsubstantiation of Physics and Chemistry	554
László Palkovics: Vehicle Control and Stabilization	563
László Somlyódy – Márk Honti: Water Transfer to Lake Balaton:	
How Can We Be Precautious?	572
Gábor Stépán: Human and Machine – Hold Hands Or Shake Hands?	582
György Vajda: Energy and Globalization	590

Discussion

Ádám Török	596
Tibor Vámos	606
György Ádám	612

The Scientists of the Future

Outlook (László Jéki – Júlia Gimes)

Book Review

Ajánlás a szerzőknek

1. A Magyar Tudomány elsősorban a tudományterületek közötti kommunikációt szeretné elősegíteni, ezért elsősorban olyan kéziratokat fogad el közlésre, amelyek a tudomány egészét érintő, vagy az egyes tudományterületek sajátos problémáit érthetően bemutató témákkal foglalkoznak. Közlünk téma-összefoglaló, magas szintű ismeretterjesztő, illetve egy-egy tudományterület újabb eredményeit bemutató tanulmányokat; a társadalmi élet tudományokkal kapcsolatos eseményeiről szóló beszámolókat, tudománypolitikai elemzéseket és szakmai szempontú könyvismertetőket.

2. A kézirat terjedelme szöveges tanulmányok esetében általában nem haladhatja meg a 30 000 leütést (a szóközökkel együtt, ez kb. 8 oldalnak felel meg a MT füzetekben), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat, képeket is tartalmaz, a terjedelem 20-30 százalékkal nagyobb lehet. Beszámolók, recenziók esetében a terjedelem ne haladja meg a 7-8 000 leütést. A teljes kéziratot .rtf formátumban, mágneslemezen és 2 kinyomtatott példányban kell a szerkesztőségbe beküldeni.

3. A közlemények címének angol nyelvű fordítását külön oldalon kell csatolni a közleményhez. Itt kérjük a magyar nyelvű kulcsszavakat (maximum 10) is. A tanulmány címe után a szerző(k) nevét és tudományos fokozatát, a munkahely(ek) pontos megnevezését és – ha közölni kívánja – e-mail-címét kell írni. A külön lapon kérjük azt a levelezési és e-mail címet, telefonszámot is, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

4. Szöveg közbeni kiemelésként dőlt, (esetleg félkövér – bold) betű alkalmazható; ritkítás, VERZÁL betű és aláhúzás nem. A jegyzeteket lábjegyzetként kell megadni.

5. A rajzok érkezhetnek papíron, lemezen vagy email útján. Kérjük azonban a szerzőket: tartsák szem előtt, hogy a folyóirat fekete-fehér; a vonalas, oszlopos, stb. grafikonoknál tehát ne használjanak színeket. Általában: a grafikonok, ábrák lehetőség szerint minél egyszerűbbek legyenek, és vegyék figyelembe a megjelenő oldalak mé-

reteit. A lemezen vagy emailben érkező ábrákat és illusztrációkat lehetőleg .tif vagy .bmp formátumban kérjük; értelemszerűen fekete-fehérben, minimálisan 150 dpi felbontással, és a továbbítás megkönnyítése érdekében a kép nagysága ne haladja meg a végleges (vagy annak szánt) méreteket. A közlemény szövegében tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

6. Az irodalmi hivatkozásokat mindig a közlemény végén, abc sorrendben adjuk meg, a lábjegyzetekben legfeljebb utalások lehetnek az irodalomjegyzékre. Irodalmi hivatkozások a szövegben: (szerző, megjelenés éve). Ha azonos szerző(ktől) ugyanabban az évben több tanulmányra hivatkozik valaki, akkor a közleményeket az évszám után írt a, b, c jelekkel kérjük megkülönböztetni mind a szövegben, mind az irodalomjegyzékben. Kérjük, fordítsanak különös figyelmet a bibliográfiai adatoknak a szövegben, illetőleg az irodalomjegyzékben való egyeztetésére! Miután a Magyar Tudomány nem szakfolyóirat, a közlemények csak a legfontosabb hivatkozásokat (max. 10-15) tartalmazták.

7. Az irodalomjegyzéket abc sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

- Folyóiratcikkek esetében:

Alexander, E. O. and Borgia, G. (1976). Group Selection, Altruism and the Levels of Organization of Life. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 9, 499-474

- Könyvek esetében:

Benedict, R. (1935). *Patterns of Culture*. Houghton Mifflin, Boston

- Tanulmánygyűjtemények esetén:

von Bertalanffy, L. (1952). *Theoretical Models in Biology and Psychology*. In: Krech, D., Klein, G. S. (eds) *Theoretical Models and Personality Theory*. 155-170. Duke University Press, Durham

8. Havi folyóirat lévén a Magyar Tudomány kefelevonatot nem küld, de az elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát. A tördelés során szükséges apró változtatásokat a szerző egy adott napon a szerkesztőségben ellenőrizheti.