

Magyar Tudomány

Két válság között
1989 újraértelmezése
Evolúció, törzsfa, osztályozás
A műszaki tudományokról
Évfordulók: Subrahmanyan Chandrasekhar
Henry Cavendish
Kúnos Ignác

2010•10

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Vezető szerkesztő:

ELEK LÁSZLÓ

Olvasószerkesztő:

MAJOROS KLÁRA

Szerkesztőbizottság:

ÁDÁM GYÖRGY, BENCZE GYULA, BOZÓ LÁSZLÓ, CSÁSZÁR ÁKOS,
ENYEDI GYÖRGY, HAMZA GÁBOR, KOVÁCS FERENC, LUDASSY MÁRIA,
SOLYOSI FRIGYES, SPÁTH ANDRÁS, SZEGEDY-MASZÁK MIHÁLY, VAMOS TIBOR

A lapot készítette:

GAZDAG KÁLMÁNNÉ, HALMOS TAMÁS, HOLLÓ VIRÁG, 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. címén (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: 8064 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

Tanulmány

Szabó Róbert: 100 éve született Subrahmanyam Chandrasekhar	1162
Kovács László: Henry Cavendish, a 18. század legjelentősebb angol természettudósa	1168
Podani János: Evolúció, törzsfa, osztályozás	1179
Uher Ferenc: A mesenchymalis őssejtektől az aktivált fibroblasztokig: egy gyorsan változó sejt genetikai ujjlenyomatai	1193
Szabó Gábor: Valószínűség és relatív gyakoriság	1197
Berend T. Iván: Két válság között: Európa átalakulása 1973–2010	1208
Miszlivetz Ferenc: 1989 újraértelmezése	1215
Makai Mihály: A tudomány oszlopai	1226
Tasnádi Edit: 150 éve született Kúnos Ignác	1235
Szerb László – Zoltan J. Acs: Vállalkozási tevékenység a világban és Magyarországon a globális vállalkozói index (GEI) alapján	1238
Vámos Tibor: A műszaki tudományról	1252

Interjú

Digitálisan szabad akarat avagy homokszem a gépezetben? Sipos Júlia beszélgetése Barabási Albert-László fizikussal	1257
---	------

Megemlékezés

Kulcsár Kálmán	1261
----------------------	------

Tudós fórum

Az MTA új levelező tagjai	
Hudecz Ferenc	1263
Hunyady László	1265
Monostori László	1267
Nagy Ferenc István	1269

<i>Kitekintés (Gimes Júlia)</i>	1272
---------------------------------------	------

Könyvszemle (Sipos Júlia)

„... minden módon számon tartanak” Barabási Albert-László: Villanások (<i>Kertész János</i>) ...	1276
Európa és a mediterrán világ (<i>Horváth Gyula</i>)	1279
20 év után (<i>Szabó Andrea</i>)	1282
„Magyar gondolat – szabad gondolat” (<i>Takács Izolda</i>)	1286

Tanulmány

100 ÉVE SZÜLETETT SUBRAHMANYAN CHANDRASEKHAR

Szabó Róbert

PhD, tudományos titkár,
MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézete
rszabo@konkoly.hu

Subrahmanyan Chandrasekhar (eredeti hindi nevének kiejtés szerinti átírása Szubramanian Csandrasekhar) (1910. október 19. Lahore, Brit India [ma Pakisztán] – 1995. augusztus 21. Chicago, USA) a 20. század egyik legjelentősebb asztrofizikusa. Az indiai származású, Nobel-díjas amerikai tudós munkássága alapvető, máig ható jelentőségű, adatai napjainkban is kitűnő bevezetést jelentenek a modern asztrofizikába.

A tamil származású Subrahmanyan Chandrasekhar tízgyermekes hindu család harmadik gyermekeként látta meg a napvilágot. A családban volt még egy Nobel-díjas: nagybátyja, Chandrasekhar Venkat Ráman (Chandrasekhara Venkata Raman), az 1930-as fizikai Nobel-díj kitüntetettje. Apja kormányhivatalnok, anyja a gyermekek nevelése mellett irodalmi műveket fordított tamilra. A família Madrasba költözött, ahol Chandrasekhar 1922-től 1925-ig hindu középiskolába, majd 1925-től 1930-ig egyetemre járt. Briliáns tehetsége korán megmutatkozott. Itt írta első cikkét nagyenergiájú elektronok Compton-szórásáról. Ezután külföldi egyetemi évek

következtek: az indiai kormány ösztöndíjával Cambridge-ben és (Paul Dirac tanácsára) Koppenhágában, ahol Niels Bohrral találkozott. 1937-ig Cambridge-ben kutató ösztöndíjas. 1933-ban szerezte meg a PhD-fokozatot. Angliai évei alatt olyan kiemelkedő asztrofizikusokkal kötött tartós barátságot, mint Sir Arthur Eddington és Arthur Milne. 1936-ban rövid időre visszatért Indiába, és feleségül vette egykori madraszi hallgatótársát, Lalita Doraisvámit (Lalitha Doraiswamy).

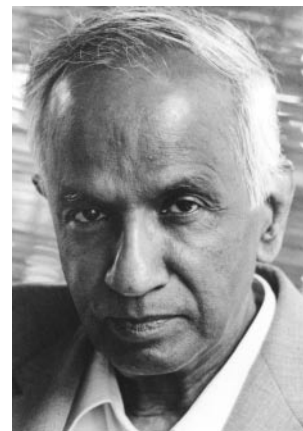
Ezt követően az Egyesült Államokban telepedett le. 1937-től élete végéig a Chicagói Egyetemen kutatott. Rövid ideig dolgozott az egyetemhez tartozó Yerkes obszervatóriumban is. A második világháború alatt balisztikai számításokat végzett Marylandben. 1952-től 1970-ig az egyik legtekintélyesebb asztrofizikai folyóirat, az *Astrophysical Journal* szerkesztője.

Az 1953-tól amerikai állampolgárságot kapott Chandrasekhar munkastílusára jellemző volt, hogy több évig dolgozott egy témán, hogy azután soha többé ne foglalkozzon ismét ugyanazzal a területtel. Minden

ilyen periódus végén összefoglalta eredményeit, monográfiát írva az adott témakörből, melyeket számos tudósgeneráció forgatott haszonnal. Chandrasekhar nem fedezett fel új fizikai törvényeket, ám a meglévő eszközökből csodálatraméltó matematikai jártasságának és szigorú precizitásának kamatoztatásával mégis képes volt alapvetően új eredményeket feltárni. Esztétikus és logikus levezetései legendásak. Minden alább felsorolt témában mélyreható és inspiráló eredmények szegélyezték karrierjét (zárójelben a monográfiák eredeti címét és megjelenési évét közöljük).

1929–1939 között csillagszerkezeti kutatások foglalkoztatták, ideértve a fehér törpék elméletét is. Legalapvetőbb és legismertebb eredménye a fehér törpék tömeghatárával kapcsolatos. A degenerált állapotban található elektrongáz tulajdonságait vizsgálva felfedezte, hogy létezik egy maximális tömegérték, amelynél az elfajult elektronokból és atommagokból álló égitest – vagyis egy fehér törpe – nyomása a gravitációt még képes ellensúlyozni. Ennél nagyobb tömegű fehér törpe menthetlenül összeroppan – szupernóva-robbanás kíséretében. Az eredetileg meghatározott tömegértéket (1,44 naptömeg) később módosították, de a mennyiség meghatározó szerepet játszik a mai napig, elég, ha csak a távolságmérésre és kozmológiai mennyiségek meghatározására használt Ia típusú szupernóvák szerepét említjük. Az Ia típusú szupernóvák szülőobjektumai olyan fehér törpék, amelyek kettős rendszerben találhatók, és

közele kísérelőcsillagokról történő anyagátadásal lépik át a kritikus tömeghatárt. A számítás hasonlóképpen alkalmazható a nagy tömegű csillagok magjára is: azokra szintén létezik egy maximális tömegérték, amely felett összeroppannak, ezeket II. típusú szupernóvák-nak nevezzük. Chandrasekhar számításai – ezek egy részét Indiából Angliába tett hajóútja során dolgozta ki szakdolgozati munkája keretében – nemcsak a szupernóvák, hanem a neutroncsillagok és fekete lyukak megismeréséhez is utat nyitottak. Bár eredményeit a kor kiváló asztrofizikusai kételkedve fogadták, végül a legrangosabb tudományos elismerést is ezek az eredmények hozták



Subrahmanyan
Chandrasekhar
(Fotó: AIP)

meg a kiváló tudósak (*An Introduction to the Study of Stellar Structure*, 1939).

1939–1943 A csillagrendszerek dinamikája témakörben írta le a „dinamikai sűrűdés” jelenségét, amely egy csillaghalmazhoz tartozó csillag impulzusának és kinetikus energiájának a halmazban történő mozgás közben bekövetkező csökkenését magyarázza. A jelenség a bolygórendszerek kialakulásának és a galaxisok kölcsönhatásának vizsgálatában is hasznosnak bizonyult (*Principles of Stellar Dynamics*, 1943).

1943–1950 A sugárzási transzfer elmélete köti le, és kidolgozza a negatív hidrogénion kvantumelméletét. Vizsgálja az anyag és sugárzás kölcsönhatását, és a konvekció hatását a csillagokban (*Radiative Transfer*, 1950).

Az 1950-es években hidrodinamikai és hidromágneses stabilitással kapcsolatos vizsgálatok foglalkoztatták. A forró és mág-

neses gázok instabilitásai többek között fehér törpék, neutroncsillagok és fekete lyukak körül található akkréciós korongok szerkezetének leírásában játszanak fontos szerepet (*Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability*, 1961).

1961–1971 között forgó (ellipszoidális) gázgömbök stabilitásával és oszcillációival foglalkozva a valódi csillagok pontos leírásának alapjait fektette le. Ugyanakkor az általános relativitáselméletbe is belemélyedt (*Ellipsoidal Figures of Equilibrium*, 1968).

1971 és 1983 között a forgó és elektromosan töltött fekete lyukak matematikai elméletét és stabilitásvizsgálatát dolgozta ki (*Mathematical Theory of Black Holes*, 1983).

Az 1980-as években gravitációs hullámok elméletén dolgozott, majd 1990-től Newton *Principia*-jának szentelte munkásságát, ekkor a nagy fizikus geometriai érvelésének magyarázatát dolgozta ki, és ültette át modern matematikai nyelvre.

Sok kitüntetést és elismerést kapott, köztük az angol Királyi Csillagászati Társaság aranyérmét és az Amerikai Csillagászati Társaság Bruce-érmét. Számos tudományos akadémia választotta tagjai közé, így az amerikai, az indiai és a lengyel is. Élete utolsó éveiben is kitartóan dolgozott. Rendkívüli munkabírást mutatja, hogy közel ötven PhD-hallgatója volt (köztük akkoriban szokatlanul sok nő).

A fizikai Nobel-díjat 1983-ban William A. Fowlerrel megosztva kapta „a csillagok szerkezetének és fejlődésének megismerésében fontos fizikai folyamatok elméleti vizsgálataiért”. A díjat természetesen örömmel fogadta, de azt sokáig fájalta, hogy csak egyik legkorábbi munkáját említi az indoklás, holott egész életművének elismerését várta volna. Amennyire ünnepelet lett karrierje második

felében, annyira vágyott az elismerésre pályája elején. Sok esetben azonban értetlenség fogadta eredményeit, többek között Eddington részéről is, aki korának legbefolyásosabb asztrofizikusának számított. Noha helyesnek tartotta Chandrasekhar-nak a csillaganyag relativisztikus degenerációjára vonatkozó levezetését, de a fehér törpék maximális tömegére és a fekete lyukak keletkezésére vonatkozó következtetéseket annyira elfogadhatatlannak vélte, hogy az egész elméletet elvetette, nem kis fájdalmat okozva ezzel a fiatal tudósunk. Chandrasekhar Eddingtonnal való ellentétét úriember módjára viselte és a legritkább esetben hozta szóba.

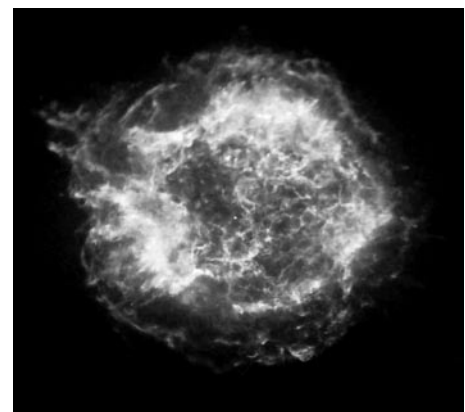
Chandrasekhar – vagy ahogy mindenki szólította: *Chandra* – nevét a máig gyakran idézett publikációi mellett az 1958-as sorszámmú Chandra kisbolygó, az említett Chandrasekhar-tömeg és egy, a magnetohidrodinamikában használatos, dimenzió nélküli mennyiség is örzi: a Chandrasekhar-szám a Lorentz-erő és a viszkozitás arányát adja meg. A Londoni Királyi Társaság tagjainak életrajzi visszaemlékezéseiben T. J. Taylor így ír róla: „Chandrasekhar olyan alkalmazott matematikus volt a szó klasszikus értelmében, akinek eredményeit elsősorban a csillagászat területén alkalmazzuk. Hozzá hasonló tehetség valószínűleg nem lesz több.”

A NASA egy 1999-ben indított – és jelenleg is nagy sikerrel működő – röntgenműholdat nevezett el a nagy tudós tiszteletére. A Föld körül keringő Chandra röntgenobszervatórium az univerzum nagyenergiájú folyamatait, így szupernóva-robbanások maradványait, galaxisok középpontjában található fekete lyukakat, gammakitöréseket és a sötét anyagot tanulmányozza, ezért méltán viseli a kitűnő asztrofizikus nevét. A megemlékezés kapcsán néhány, a Chandra-röntgen-

távcsővel készült felvételt mutatunk be, melyek mind kapcsolódnak a száz éve született kiváló tudós alapvető elméleti munkásságához.

A Sárkány csillagképben található az NGC 6543 (Macskaszem-köd) ún. planetáris köd, amely egy Naphoz hasonló csillag életének végső fázisát jelzi (1. kép). Amint egy Napunkhoz hasonló csillag magjában az energiatermelő reakciók miatt csökken a hidrogén mennyisége, külső rétegei felfúvódnak, és a csillag vörös óriássá válik. Ebben az állapotban a csillag ledobja külső rétegeit, a forró csillagmaradvány pedig fehér törpévé húzódik össze. A kifelé áramló, nagy sebességű csillagszél utoléri a ledobott burkot, és változatos formákat hoz létre, melyek között éppúgy találunk epizodikus héjledobásra utaló koncentrikus gyűrűket, mint szálak szerkezetet.

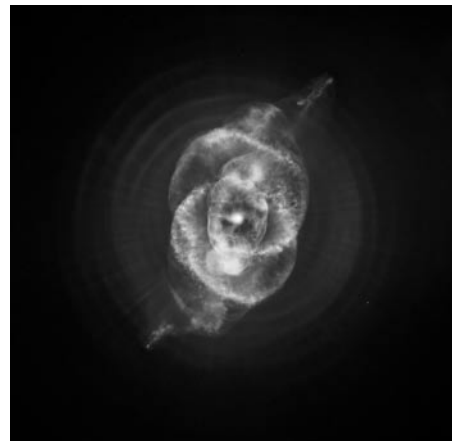
A Chandra kék színnel jelölt (a képek lapunk online kiadásában színesben láthatóak) röntgenadatai azt mutatják, hogy a



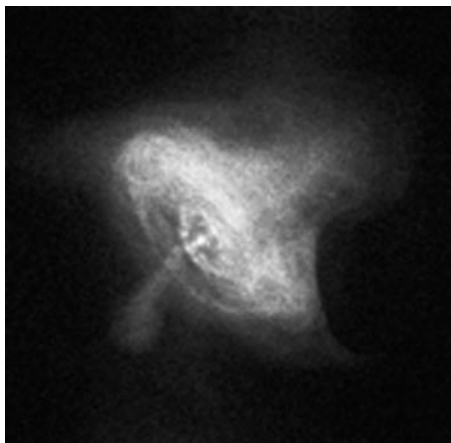
2. kép • A Chandra-műhold felvétele Galaxisunk legfiatalabb szupernóva-maradványáról, a Cassiopeia A-ról (NASA/CXC/MIT/UMass Amherst/M.D. Stage et al.)

központi csillagot több millió fokos gázfelhő veszi körül. A Hubble-űrtávcső optikai adataival (a képen vörös és lila színnel jelölve) való összevetésből kiderült, hogy a forró gáz kémiai összetétele a forró csillagmaradványból érkező szél összetételével egyezik meg, és különbözik a külső, hidegebb anyag kémiai jellemzőitől. A Macskaszem-köd külső rétegei 1850 km/s sebességgel távolnak. A központi csillag néhány millió éven belül válik fehér törpévé.

A 2. képen látható, mintegy háromszáz éve keletkezett gázfelhő egy nagy tömegű csillag robbanása, vagyis egy II-es típusú szupernóva maradványa. A képen a legalacsonyabb energiájú röntgensugárzást piros szín jelöli, zöld a közepes, a kék pedig a legnagyobb energiájú röntgenfotonokat mutatja. A felvételt több éven keresztül megismételve a kutatók megmérték a Cassiopeia A szupernóva-maradvány tágulási sebességét, ami a legkülső, kék színű gyűrű mentén 5100 km/s-nak adódott. Ez jóval alatta marad egy ekkora robbanásból várható értéknek. A



1. kép • A Chandra-röntgenműhold és a Hubble-űrtávcső kompozit felvétele az NGC 6543 planetáris ködről (röntgen: NASA/CXC/SAO; optikai: NASA/STScI)



3. kép • A Rák-köd központi vidéke (NASA/CXC/SAO)

legvalószínűbb magyarázat szerint a hiányzó energia elektronok, protonok és más töltött részecskék gyorsítására fordítódik, ezen részecskéknek a lökeshullámfronton történő áthaladása során. Jelenlegi tudásunk szerint a szupernóva-maradványokból kilépő nagy energiára gyorsított részecskék felelősek a kozmikus sugárzás jelentős részéért.

Egy másik nagyon híres szupernóva-maradvány a *Rák-köd* (3. kép), melynek szülő-

csillaga 1054-ben robbant fel a köd tágulására vonatkozó mérések, valamint kínai csillagászok ezzel egybevágó feljegyzései szerint. A Chandra-felvétel középpontjában a tőlünk hatezer fényévre levő csillag gyorsan forgó maradványa, egy, a fehér törpéknél is sűrűbb neutroncsillag található, mely másodpercenként harmincszor fordul meg a tengelye körül, rádió- és fényimpulzusokat bocsátva ki. Innen ered a pulzár elnevezés. A neutroncsillagot körülvevő, a röntgentartományban fénylő gyűrűs szerkezetet a pulzárból kiinduló részecskék és antirészecskék hozzák létre, a környező anyagban lökeshullámokat gerjesztve. A rendkívül erős mágneses tér pólusainál kilövellő nyalábok figyelhetők meg, melyek a gyűrűs struktúrákra merőlegesek.

A 4. kép bal oldalán a Tejútrendszer középpontjában elhelyezkedő, mintegy négy-
millió naptömegű fekete lyuk (Sgr A*) környezetéről készített Chandra-felvétel látható. A jobb oldali illusztráción az infravörös és röntgentartományban készült felvételek összevetése azt mutatja, hogy nagy tömegű csillagok keletkezése folyik a központi fekete

lyukat körülvevő gázkorongban. A nagy tömegű csillagok életük végén szupernóva-robbanás révén nehézelemekkel gazdagítják a fekete lyuk környezetét, ami magyarázatot adhat az oxigén és vas magas előfordulására a szupernagy tömegű fekete lyukakat körülvevő korongokban. Mai ismereteink szerint

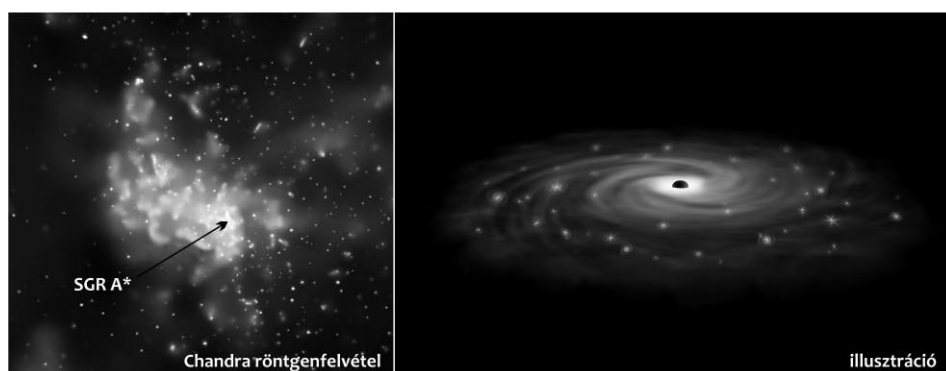
szinte minden galaxis középpontjában létezik a galaxisunk centrumát uralóhoz hasonló, irdatlan nagy tömegű fekete lyuk.

Kulcsszavak: *Chandrasekhar, csillagásztörténet, elméleti asztrofizika, fehér törpe, Nobel-díj, röntgencsillagászat*

IRODALOM

Hockey, T. – Trimble, V. – Williams, T. R. (eds.) (2007): *Biographical Encyclopedia of Astronomers* Springer

McCrea, W. H. 1996: *The Observatory*, 116, 121
Struve, O. 1952: *Publ. Astr. Soc. Pacific*, 64, 55



4. kép • A Chandra felvétele a Tejútrendszer középpontjában elhelyezkedő, mintegy négy-
millió naptömegű fekete lyuk (Sgr A*) környezetéről (röntgen: NASA/CXC/MIT/F.K. Baganoff et al.; illusztráció: NASA/CXC/M. Weiss)

HENRY CAVENDISH, A 18. SZÁZAD LEGJELENTŐSEBB ANGOL TERMÉSZETTUDÓSA

Kovács László

a fizikai tudomány kandidátusa, habilitált főiskolai tanár,
NYME, Szombathely
klaci@ttmk.nyme.hu

Az angliai Derby katedrálisának délkeleti sarkában áll a családalapító *Elisabeth Hardwick* (†1608), Shrewsbury grófnőjének (Sir William Cavendish harmadik feleségének) csodaszép síremléke. *Jonathan Powers*, a helyi egyetem emeritus filozófiaprofesszora 2010. február 24-én, pontosan Henry Cavendish halálának 200. évfordulóján itt tartott másfél órás megemlékezést 187 vetített képpel. A mintegy száznyolcvan hallgató közt ott voltak a főúri utódok, városi, megyei előkelőségek. A síremlék melletti falon a leszármazottak nevét megörökítő 18. és 19. századi bronz feliratok láthatók. Köztük szerényen húzódik meg a síremlék mögötti Devonshire-i kriptá 28. koporsójáról az 1970-es években kihozott tábla: „HENRY CAVENDISH, Lord Charles Cavendish (harmadik fia Devonshire második hercegének) idősebb fia. A Royal Society, a Londoni Történelmi Társaság tagja. A British Museum gondnoka, az Institut de Paris első osztályának kültagja. Született 1731. október 10-én. Meghalt 1810. február 24-én.”

Henry Cavendish édesanyja, *Anne Grey*, Henrik kenti herceg negyedik leánya beteges volt. Házasságkötésük után férjével Nizzába utazott, hogy ott születhessen meg gyerme-

kük. A neves nizzaiak közt számon tartják Cavendisht, azonban semmi közelebbit nem sikerült a születés helyéről és az erre utaló bárminemű emlékállításról találnunk.

Nizzából hamarosan visszaköltöztek angliai birtokukra, a hertfordshire-i Putteridge-be, amely félúton volt London és Cambridge között. Az édesapa felismerte Henry pszichiátriai problémáit, beteges félénkségét és szegénylősségét, ezért – egészséges öccsével együtt – magántanárokkal otthon taníttatta. Henry tizenegy éves korában kezdte meg tanulmányait a felső osztályok gyermekeinek kedvelt magániskolájában, a Dr. Newcome Akadémián, Hackney-ben, két mérföldnyire Londontól északra. Tizenhét éves korában, 1749. december 18-án a Cambridge-i Egyetem legrégebbi és legkisebb kollégiuma, a Peterhouse College felvételi anyakönyvébe nemes emberként írták be: „Honorabilis Henricus Cavendish, viri Honorissimi Domini Caroli Cavendish Filius natus maximus...” Cavendish egész életében nem szerzett rangokat. Az Angol Tudományos Akadémia, a Royal Society folyóiratában, a *Philosophical Transactions*-ben (a továbbiakban Phil. Trans.) tiszteletből eleinte a neve elé tet-

ték a *Hon.* szócskát, később a neve után az *Esq.* rövidítést, az „Úr” elegáns angol elnevezését. A Peterhouse-t a Senatus előtti záróvizsga letétele nélkül hagyta el 1753. február 23-án. Ez akkoriban általános volt a második legmagasabb kollégiumi díjat fizetők, a *Fellow Commoner* diákok közt. A College egykori eminens hallgatóinak felsorolásánál szerepel Cavendish, ám – egy olajfestménytől eltekintve (Schaffer, 2004) – az emlékállításnak semmilyen más nyomára nem bukkantunk. Pedig kutatási eredményeinek széles köre és méréseinek pontossága alapján a 18. század második felében ő volt a legjelentősebb angol természettudós. Megérdemelne egy ugyanolyan egészalakos szép márványszobrot, mint amelyet az egykori diák tiszteletére a cambridge-i Trinity College kápolnájában *Isaac Newton* kapott. Mintaként szolgálhatna az egyetlen róla készült műalkotás, egy vízfestmény, amelyet a British Mu-

seum grafikai osztályán őriznek (1. kép). A finom ceruzarajz a kor portréstílusának megfelelően tustintás árnyalású, egyedül az arcon van egy kicsi szín. A képet a test felső részéről titokban készítette *William Alexander* festőművész, miközben Cavendish klubjában ebédel. A többi emlékezetből készült.

Cavendish édesanyjának korai halála után apja, Charles feladta a vidéki birtokot, és 1738-ban Londonba költözött. Henry cambridge-i tanulmányai befejeztével édesapja westminsteri házát foglalta el, és ott élt az ő haláláig, 1783-ig. Egészen pontosan a Blenheim (ma Ramillies) Street sarkán álló, Great

Marlborough 13. számú ház két különálló ingatlan volt, Henry a Blenheim utcára néző részben lakott. Ez a ház arról nevezetes, hogy 1766-ban Henry Cavendish itt fedezte fel a hidrogént, és itt végezte elektromos kísérleteit. Az eredeti ház már nem áll, azonban a kémiai elemek felfedezéseinek színhelyeit és a felfedezők életét nagy körültekintéssel és alapos-sággal kutató két texasi egyetemi tanár, *James és Virginia Marshall* a British Museumban talált régi térképet és egy rajzot is az épület-együttes hátsó részéről (2. kép). Rendkívül hálás vagyok nekik, amiért megküldtek minden Cavendishre vonatkozó anyagot készülő CD-jükről.¹ Minden, Cavendish későbbi lakhelyeire vonatkozó információ tőlük származik.

*Blaise Pascal*hoz, a kimagasló francia kísérleti fizikus-hoz hasonlóan Cavendishnek sem volt soha életében kenyérkereső foglalkozása. Úri kedvtelésből a természetet vizsgálta. Először édesapjával

közösen, majd önállóan. Henry sokoldalú érdeklődését és szakmai tudásának nagy részét édesapjának köszönheti. *Sir Charles Cavendish* tehetséges kísérleti fizikus volt; a hőjelenségekkel, az elektromossággal és a földmágnességgel foglalkozott. Kísérletező ügyességét *Benjamin Franklin* is elismerte egy 1762-ben írt levelében. A Royal Society már Newton halálának évében, 1727-ben tagjává választotta az akkor huszonhárom éves Charlest. Tagsága harmincadik évében saját tervezésű, öngisztráló hőmérőjéért megkapta a Királyi

¹ Marshall, James – Marshall, Virginia: *Rediscovery of Elements*.



1. kép • Henry Cavendish



2. kép • A ház, amelyben Cavendish felfedezte a hidrogént és végezte elektromos kísérleteit.

Társaság legmagasabb kitüntetését, a Copley-érmet. Tudjuk, hogy a hőmérőt Henry újralibrálta 1779-ben; jelenleg Londonban a Royal Institution tulajdonában van. Charles Cavendish néhány évvel halála előtt hatalmas vagyont örökölt *Elizabeth Cavendishtől* (1701–1779). Charles halálával ez is Henryre szállt, őt azonban a pénz nem érdekelte. Csupán annyit tett, hogy 1782 és 1785 között házat bérelt Hampsteadben, a Church Road 34-ben, ez a ház ma is áll. 1785-ben pedig egy kastélyba költözött Londontól délre, a Clapham Commonba, s itt élt haláláig. Ezenkívül fenntartott még egy lakást Londonban, a Bloomsburyben, a British Museum közelében, a Montague Place és a Grower Street sarkán, a Bedford Square 11-ben. Itt tartotta hatalmas könyvtárát és néhány műszerét. Ez a ház is megvan még, rajta díszes öntöttvas tábla hirdeti: „Itt élt nemes Henry Cavendish természettudós. Született 1731. Meghalt 1810.” Ezenkívül nem találtunk Londonban Cavendishhez kapcsolódó, a nevezetes helyeket manapság jelölő „kék táblát” vagy valamilyen más emlékhelyet, szobrot.

Örömről szól, hogy *Than Károly* (1834–1908), jeles kémikusunk, az

MTA rendes tagja, a fiatal *Eötvös Loránd* támogatója a Trefort-kerti Vegytani Intézet tervezésekor már gondolt az emlékéllátásra, és az épület csodaszép előcsarnokának falára világhírű kémikusokról kerek terrakotta reliefeket rendelt *E. March*-tól 1870-ben. Ott látható ma is a Cavendishet ábrázoló domborműve többek közt *John Dalton*, *Joseph Priestley*, *Jöns Jacob Berzelius*, *Carl Wilhelm Scheele*, *Antoine Laurent Lavoisier*, *Robert Wilhelm Bunsen*, *Humphry Davy* és *Justus von Liebig* társaságában.

A külön tudós

Cavendishnek nem voltak társadalmi kapcsolatai. Rendszeresen eljárt a Royal Society klub heti ebédjeire a *Crown and Anchor* tavernába, illetve az akadémiai ülésekre, de csak szakmai kérdésekről beszélgetett. Vállalt funkciókat, részt vett bizottságok munkájában, de ezek mindig tudományos érdeklődéséhez kapcsolódtak. Kirándulásai nem pihenést, hanem kutatási célokat szolgáltak. Két tudóstársával került szorosabb kapcsolatba. Az egyik *Sir Charles Blagden* (1748–1820) a Royal Society titkára, aki évi 500 fontért az asszisztense volt. A másik *John Michell* (1724–1793) tiszteletes, az oldatok fagyására vonatkozó törvényéről ismert matematikus és geológus professzor, a Cavendish méréseihez használt torziós inga alkotója. Ő jósolta meg először a fekete lyukak létét is.

Cavendish igazi érdemeit csak jóval halála után ismerte fel a világ. Nagyon keveset publikált. Ennek nem az volt az oka, hogy nagyfokú igényessége miatt még csiszolni akarta kéziratait, hisz azok értékesek, hibátlanok, nyomdakészek voltak. Előfordult, hogy vitába keveredett megjelent írása miatt, s ez nagyon bántotta. Kerülte az összeütközést, a vitát, és különben sem érdekelte a hírnév.

Nem érdekelték a nők, nem érdekelte a pénz, sem a hírnév, a politika, a szépirodalom, a képzőművészet vagy a zene. Ez nem egy normális állapot. Életrajzírója, *George Wilson*, a tehetséges fiziológus és kémikus 1851-ben a Cavendish Társaság kiadásában megjelent könyvében így jellemezte őt: „...nem szeretett, nem gyűlölt, nem reménykedett, nem félt, nem járt templomba, mint mások. Elhatárolta magát a többi embertől és magától az Istentől is. Természetében nem volt semmi lelkes vagy hősi.” Ez az érdeklődésség hasznos is lehet a tudományos kutatásban, hisz így az érzelmek nem befolyásolják negatív irányban az ítélőképességet. Valóban eképp folytatta a jellemzést Wilson: „intellektuális fej a gondolkodáshoz, két csodálatos éles szem a megfigyeléshez és két nagyon ügyes kéz a kísérletezéshez vagy a feljegyzéshez.” Ezen jellemzés alapján Oliver Sachs New York-i neurológus többek közt azt állapította meg, hogy Cavendish agya számológép, kezei manipulátorok, melyek sosem reszketnek az érzemlettől, és szíve csupán anatómiai szerv, amely arra jó, hogy fenntartsa a vérkeringést. Ugyanakkor rendkívüli intuitív erő, nagy leleményesség és komoly matematikai képesség jellemezte. Ezek alapján feltételezi, hogy Cavendish esetében az *Asperger-szindróma* egy korai esetével állunk szemben, annyira jól illenek a „tünetek” ebbe a körképbe.

Cavendish kémiai felfedezései

A reneszánsz majd a barokk kor tudósai rendkívül sokoldalúak voltak, de kémiával nem foglalkoztak. Nem voltak meg az analízishez szükséges mérőeszközök. Maga Newton is, bár szégyellte, csupán az alkímiát üzte. Az alkímisták elemeket akartak átalakítani anélkül, hogy tudták volna, hogy mik is az elemek.

A görögök úgy gondolták, hogy a világot alkotó négy őselem a víz, a tűz, a levegő és a föld. Cavendish ezek közül kettőről, a vízről és a levegőről bebizonyította, hogy azok összetett képződmények, sőt kis túlzással azt mondhatjuk, hogy még a tűz lényegéről is fontos megállapítást tett. *Georg Stahl* (1660–1734) német kémikus vezette be a flogiszon misztikus fogalmát. Ő maga azt a tűz lángjával azonosította, mások a kémiai reakcióban keletkezett hőre gondoltak. Cavendish is a flogiszon híve volt. Ő azonban azt állította, hogy ha a flogiszon egyáltalán létezik, akkor az maga a gyúlékony levegő, azaz a hidrogén. Jóllehet már 1760. május 1-jén akadémiai tag lett, a gázok vizsgálatáról szóló első nagy művét csak 1766-ban olvasta fel, május 29-én, majd november 6-án és 13-án (*Three Papers Containing Experiments on Factitious Air*, Phil. Trans. 1766. 56, 141–184.) Az első rész a gyúlékony levegővel végzett kísérletekről szól. Cinket, vasat és ónt oldott hígított kénsavban, sósavban és salétromsavban. Úgy gondolta, hogy a hidrogén az oldott fémekből válik ki. Gondos mérésekkel meghatározta, hogy a hidrogén 8760-szor könnyebb a víznél és tizenegyszer könnyebb, mint a közönséges levegő. A mai pontos érték 14,4. Nem elmarasztalni kell Cavendishet a mérési hibáért, hanem dicsérni azért, hogy egyáltalán közölt mérési eredményt. Módszere nem is tett lehetővé pontosabb mérést. Tanulmányának második és harmadik része a szén-dioxid vizsgálatával foglalkozik. A „megkötött” levegőnek nevezett szén-dioxidot alkáli anyagok oldásával, illetve erjedő, rothadó anyagokból nyerte. A negyedik, publikálatlan rész fák és állatok desztillálásakor keletkező gyúlékony levegőről szól. Feltehetően hidrogén, metán és szén-monoxid keverékét kapta. Megállapította, hogy a desztillálással nyert gyúlékony

levegő különbözik a fémek savakban történő oldásakor kapott gáztól.

Sok mindennel foglalkozott még, mi most csak néhány jelentős eredményéről szólunk. Nagyon pontosan meghatározta a levegő összetételét, nemcsak a föld felszínén, hanem léggömbökkel hozatott mintákat különböző magasságokból. Meghatározta a salétromsav kémiai összetételét. Kísérletei közben megállapította, hogy a levegőben a nitrogén és az oxigén kívül olyan gáznak is kell lennie igen kis mennyiségben, amely nem lép kémiai reakcióba. Kis túlzással azt szokták mondani, hogy *Lord Rayleigh* (*John William Strutt*) és *William Ramsay* előtt száz évvel felfedezte az argont, illetve a nemesgázokat.

Hőtani kérdésekkel is foglalkozott: a kémiai reakcióhő, a fajhő, a latens hő mind-mind érdeklődési körébe tartozott. Angliában ő fagyasztott meg először higanyt, hó és hígított salétromsav segítségével. A hőátadás folyamatát atomi szinten értelmezte.

Joseph Priestleyvel ellentétben Cavendish nem törődött eszközeinek külalakjával, s minden kísérletéhez új összeállítást használt

(3. kép). Nem az eredeti, 1766-os, Copley-éremmel jutalmazott írásból, hanem az arra való hivatkozásból (Greenberg, 2007) vettük a kísérleti összeállításait bemutató képet.

Két kortárs kémikus, *Joseph Black* (1728–1799) és *Joseph Priestley* (1733–1804) munkái hatására Cavendish 1778-ban tért vissza a gázok kémiaiához, és 1786-ig ezzel foglalkozott. A korabeli kísérleti eredmények azt mutatták, hogy hidrogénnek levegőben történő „elégetésekor” a végtermékek össztömege kevesebb, mint a kiindulási anyagoké. 1871-ben Cavendish üveghengerben „égette el” a hidrogént, s az edény falán keletkező vékony, folyékony lecsapódási réteg tömegét is pontosan megmérte, ezzel helyreállt az egyensúly. Kimérte, hogy az elektromos szikrával történő robbantáskor (így történt az „elégetés”) az összes gyúlékony levegő és a közönséges levegő együttese alakul nedvességgé. Gondos vizsgálatokkal kimutatta, hogy az üveghenger falán keletkezett folyadék tiszta víz! (4. kép) Az oxigén az ő fogalomrendszerében a flogiszonjától megfosztott víz, tehát a víz oxigénből és hidrogénből összetett anyag. Cavendish

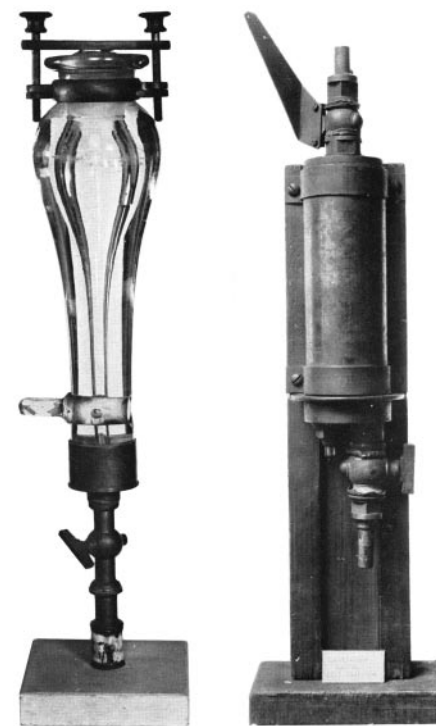
eredményeit szóban közölte kollégáival, ám az *Experiments on Air* című munkáját csak 1784. január 15-én olvasta fel akadémiai ülésen (*Phil. Trans.* 1784, 74, 119–169.), ezért sok kutató, köztük Lavoisier is azt állította, hogy ő állapította meg a víz összetételét. A víz elektrolízissel történő felbontása csak a Volta-oszlop, az elektromos telep 1800-as felfedezése után vált lehetővé.

A hidrogén felrobbantására szolgáló, ún. *eudiométer* bronz változatát *Sir Humphry Davy* ajándékozta a Royal Institute-nak, feltehetően először ezzel kísérletezett Cavendish. Ami csaknem bizonyosan az ő készüléke volt, és a tanulmányában leír, az üvegből készült, és jelenleg a Manchesteri Egyetem Kémiai Tanszékén található.

Frederick Seitz (2004) így fogalmaz: „Cavendish nyitotta ki azt a kaput, amelyen át Lavoisier ellovagolhatott »a modern kémia atyja« címhez.” *Justus von Liebig* (1803–1873) szerint „Lavoisier a tudomány testébe új lelket öntött, azonban ez a test (elsősorban Cavendish munkássága alapján) már létezett.”

Cavendish fizikai eredményei

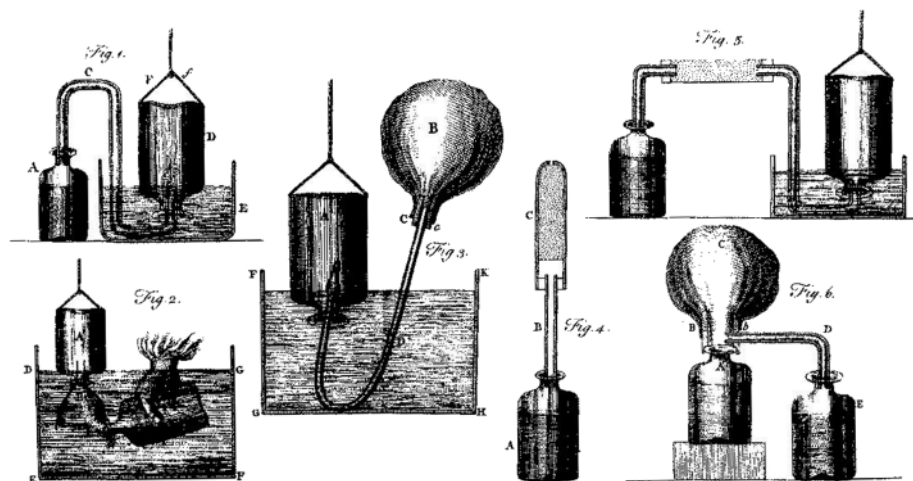
Cavendish két kémiai kutatási periódusa közt elektromossággal foglalkozott. Ha minden elért eredményét publikálta volna, akkor a diákok ma nem Ohm-törvényről, Coulomb törvényéről tanulnának, nem Faraday nevéhez kötnék a fajlagos dielektromos állandó fogalmát, sőt, még tovább menve nem *Hermann Ludwig von Helmholtz*, *James Prescott Joule* és *Robert Mayer* lennének az energiamegmaradás törvényének felfedezői. Minderről azonban csak 1879-ben szerezhetett tudomást a világ. A kísérleti fizika első Cavendish-professzora, az 1874-ben megnyílt cambridge-i Cavendish Laboratórium első igazgatója, *James Clerk Maxwell* (1831–1879) kötelessége



4. kép • Üveg és fém eudiométer, amelyekkel Cavendish felfedezte a víz összetételét

nek érezte, hogy feldolgozza nagy elődjének munkásságát. Kiadta a *W. Snow Harris* és *William Thomson* (*Lord Kelvin*) közvetítésével hozzá eljutott kéziratokat. Ráadásul Maxwell modern eszközökkel megismételte Cavendish méréseit. Azt mondják, nincs arra még egy példa, hogy valaki ilyen alaposan foglalkozott volna elődje munkásságával.

Cambridge-ben a Cavendish Laboratóriumot tehát nem Henry alapította. Ő azt valotta, hogy vagyonát őseitől kapta, így azt a rokonaira hagyja. A Cambridge-i Egyetem kancellárja 1861-től Devonshire hetedik hercege, *William Cavendish* (1808–1891), Henry nagyapjának közvetlen leszármazottja volt. Ő úgy érezte, hogy a hatalmas vagyonból méltó emléket kell állítani a család legnevezetesebb



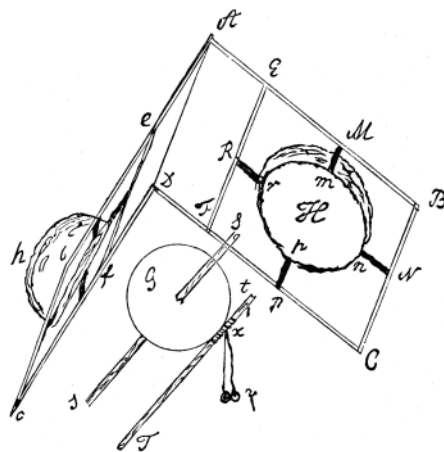
3. kép • A hidrogén felfedezésére és a gázok vizsgálatára szolgáló Cavendish-eszközök

tudós tagjának. Felajánlott 6300 fontot fizikai laboratórium létesítésére.

Henry Cavendish húsznál kevesebb publikációja közül elméleti munka csak egy van: *An Attempt to Explain Some of the Principal Phaenomena of Electricity by Means of an Elastic Fluid* (Phil. Trans. 1771. 61, 584–677.). Ebben, és még inkább azt ezt megelőző, *Thoughts Concerning Electricity* című kéziratában kifejti, hogy az elektromosságot a test részecskéi között rugalmas folyadéknak kell tekintenünk. Ez, mint atmoszféra, még a testen kívül is megtalálható, hatása pedig a testektől igen távol is kimutatható. Világos „potenciál” fogalma volt, bár ő az ekvipotenciális felületet azonos „sűrítettségűnek” nevezte.

Kéziratban maradt az a mérési eredménye is, amely egy gömb és egy vele azonos potenciálra hozott sík körlap töltése, illetve kapacitása közt fennálló arányra vonatkozik. A mért hányados 1,57, a pontos elméleti érték $\pi/2 = 1,571\dots$

Az elektromos töltések közt fennálló, a távolság négyzetével fordítottan arányos erőről szóló törvényt, a *Coulomb-törvényként* ismert összefüggést Priestley elméleti úton megkapta 1767-ben. Ő abból a kísérleti tényből indult ki, hogy egyrészt a töltések a vezető felületén helyezkednek el, másrészt üreges vezető belsejében nem észlelhető elektromos erőhatás. A felületen elhelyezkedő töltések csak akkor rontják le egymás hatását a zárt felület belsejében, ha a köztük levő erőhatás távolságuk négyzetével fordítva arányos. Cavendish természetesen mért. Könyszerűen összehajtható két félgömb-héjat készített kartonpapírból, s ennek belsejébe viasszal bevont üveggömböt tett (5. kép). Az egész rendszer elektromos feltöltése, majd a gömbhéjak szétválasztása után a belső gömb felületén a félgömbökön levő töltés 1/60 részénél keve-



5. kép • Gömbhéj belsejében levő elektromos töltés vizsgálatára szolgáló eszköz rajza

sebb töltés maradt. Csodálatra méltó a mérés és a pontos fogalmazás: nem azt állítja, hogy a szorosan, egy teljes gömbbé összezárt, külső, töltött gömbhéj belsejében egyáltalán nem marad töltés. Megmondja, hogy ezt az elméleti tényt ő milyen pontosan tudta 1772 decemberében méréseivel igazolni!

Az Ohm-törvény megsejtésekor feltöltött leydeni palackot használt feszültségforrásként, az árammérő pedig a saját teste volt. (Ne feledjük, hogy ekkor még nem alakult ki az „elektromos áram” és az „ellenállás” fogalma, s természetesen galvanométer sem létezett.) A különböző mértékben feltöltött leydeni palackokat a saját testén keresztül sütötte ki, s megállapította, hogy a feltöltés mértékével arányos az a hosszúság, ameddig fájdalmat érez karjaiban. Kontrollmérésként szolgálja, Richardnak az övével megegyező vélekedése szolgált. Ugyanezzel a módszerrel vizsgálta nagy gondossággal sóoldatok vezetőképességét a koncentráció és a hőmérséklet függvényében (6. kép). Egy yardnyi hosszúságú üveg két végébe vezetőket tett, ezek elhelyezkedésével tudta a vezető oldat hosszát

P.9

Examination whether comparative resistance of salt in 2999 & salt in 150000 was the same when true in above mentioned manner or when passed through 2 wires in glass of water as in fig.



Jan. 6 The tubes 12 & 20 filled with salt in about 105. 7. - salt in 150000 of water in glass 2 jars el. to $1\frac{3}{4}$ & common to rest If dist. wires in tube 12 was $\frac{33.5}{18.5}$ the shock was sensib. & less than that through the wires in glass

The same tried as before only with the jars el. to 2 & the shock received with shock meter

If dist. wires in tube was $\frac{31.5}{20.3}$ shock was plainly less than through wires in glass

The glass filled with salt in 2999 & the shock compared with that through tube 20 with same sol. salt in 105

The jars el. to 2 & received with shock meter

If dist. wires in tube 20 was $\frac{15}{11}$ shock was less than through wires in glass

N.B. Great irregularity was found in trying. The last experiment the cause of which I am unaccounted with

Therefore salt in 2999 conducts $\frac{30}{17.5}$ times better than salt in 150000

6. kép • Cavendish-kézirat az oldatok vezetőképességéről

változtatni. Sorba kötötte az oldatot a testével, és ha azonosan feltöltött leydeni palackok kisütésekor azonos áramütést érzett, akkor mondta az ellenállásokat azonosaknak. Fémek ellenállását is mérte. Megállapította például, hogy „a vashuzal négyszázmilliószor jobban vezet, mint a desztillált víz”.

Hosszasan foglalkozott az elektromos rája (*Raja torpedo*) „működésével”. Anatómiailag John Hunter írta le a torpedót. Cavendish bőrrel bevont üvegből mesterséges ráját készítette. Feltöltött leydeni palack szolgáltatva a szükséges feszültséget. Laborjában Hunternek és Priestleynek is megmutatta művét, ők is „élvezhették” az áramütést. Maxwell megismertelte a kísérletet, ő nedves homokba ágyazta a mesterséges ráját, s arra rálépve a talpon keresztül lehetett észlelni a hatást.

A Cavendish-kísérlet

Így ismeri a világ, ilyen elnevezéssel. Henry Cavendish volt az első, aki kézzelfogható földi tárgyak között ki tudta mutatni a kölcsönhatást, amelyet Newton fogalmazott meg mint az általános tömegvonzás törvényét. Láttuk, hogy már a Coulomb-törvény kimondásánál is segített az analógia, a távolság négyzetével fordítottan arányos erő feltételezése.

Cavendish hatvanhét éves, amikor ezeket a méréseket végzi. A cél nem a törvény igazolása, nem a tömegvonzás univerzális állandójának, az $f = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$ értéknek a meghatározása volt. „Megmérni a csillagok tömegét!” – ez lebegett a 18. századi tudósok előtt. Ehhez először a Föld tömegét kellett meghatározni. Különös módon végső eredményként nem is a tömeg nagyságát, hanem a Föld átlagos sűrűségét számították ki. A *Philosophical Transactions of the Royal Society London* 1798-ban megjelent 88. kötete 469–526. szövegoldalainak élén ez a cím áll: XXI.

Experiments to determine the Density of the Earth, By Henry Cavendish, Esq. F. R. S. and A. S., azaz *A Föld sűrűségének meghatározására szolgáló kísérletek*.

A Cavendish-kísérlet módszere és az eredeti mérőeszköz, mint említettük, John Michelltől származik. Michell a mérés alapötletét – azt, hogy torziós ingát kell használni, és a torziómoduluszt a lengésideből kell meghatározni – már Coulomb ilyen jellegű elektrosztatikus méréseinek publikálása előtt elmondta Cavendishnek. Mérti azonban nem tudott, mert időközben meghalt. Henry Cavendish felújította, jelentősen átalakította az eredeti ingát. Nagy-nagy körületekintéssel végezte a méréseket. Rendkívül gondosan elemezte a lehetséges hibaforrásokat. Ellenőrző mérésekkel, részletes számításokkal igazolta, hogy mely hatások hanyagolhatóak el. Becslést adott a nem mérhető és pontosan ki sem számítható hatásokra. *Isobel Falconer*, a cambridge-i Cavendish Laboratórium múzeumának egykori kurátora Cavendish dolgozatát a hibákról szóló értekezésnek („*dissertation on errors*”) tartja.

Ahogy Tycho de Brahe csillagászati megfigyelésénél, úgy Cavendish méréseinél is döntő szerep jutott a nagy méreteknél. Az ezüstözött réz torziós szál közel egy méter, az inga teljes lengő karja 186 cm hosszú, a kar végeiről lelógó fonálra függesztett ólomgolyók egyenként 0,75 kg tömegűek voltak. A vonzó ólomgömbök tömege egyenként 168 kg volt. Nem találtuk nyomát annak, hogy az eredeti mérőberendezést vagy annak részeit valahol őriznék. A londoni Science Museumnak van egy modellje, amely jelenleg a Kis és Közepes Eszközök Raktárában, a Blythe House-ban van (7. kép).

Cavendish a hosszú lengő kar és a végeiről lelógó nagy tömegek miatt külön ezüst feszí-



7. kép • A Cavendish-féle torziós inga modellje a londoni Science Museumban

tőhuzalt is alkalmazott. Az egész ingát mahagóni dobozba zárta be. *Charles Coulomb* és *Eötvös Loránd* is a lengő kar közepére helyezett tűkör közvetítésével távcsővel olvasta le a kar elfordulását. Cavendishnél nem fény, hanem maga a 93 cm hosszú félkar volt a mutató. A mahagóni doboz minkét végébe nyílást vágott, ezt üveglemezzel lezárta. A doboz belsőjében a karhoz lehető legközelebbi helyen elefántcsont *főskálát* helyezett el, egy hüvelyket (2,54 cm) húsz egyenlő *kis* részre osztott. A kar végére ugyancsak elefántcsontból *segédskálát* tett, amelyen egy *kis* osztásrészét további öt egyenlő részre osztott. Így század hüvelyk, azaz 0,25 mm pontossággal tudta a kar helyzetét meghatározni. Külön szoba közepén állt Clapham Common-i kastélyában a mahagóni doboz. A falba vágott részen át, kondenzorlencsén keresztül vetődött fény a skálákra, és ugyancsak kívülről, távcsővel történt a leolvasás. A vonzó tömegek lefelé fordított, szögletes U-alakú, felül fával megerősített vasrúdon lógtak, csiga és fonál segítségével kívülről lehetett azokat „negatív”, „középső” és „pozitív” helyzetbe állítani. A főskála beosztása jobbról balra növekedett, ezért a tömegeknek a bal oldali elhelyezkedését nevezte pozitív helyzetnek. Kívülről lehetett beállítani az inga szálá-

nak s ezzel a rúd az alaphelyzetét. Mint említettem, az inga lengésidejéből számították ki a torziós szál csavaradási erősségét, a torziómoduluszt. A lengéside mérését mind a tizenhét mérősorozatnál újra és újra elvégezte. Azért tette ezt, hogy az esetlegesen fellépő hibákat ezzel is csökkentse. Példaként említi, hogy ha a fatok végébe tett üveg elektrosztatikusan feltöltődik, akkor ez olyan hatású lesz, mintha a torziómodulusz változott volna meg. Ezt mérésével figyelembe tudta venni. Így már csak az a hiba marad, amelyet a feltöltött üveglapnak a golyókra gyakorolt hatása okoz. Ezt nem tudja mérni vagy számolni. A lengésideőt a nyugalmi helyzeteken történő áthaladások abszolút idejéből határozta meg. A nyugalmi helyzetek értékeit a szélső helyzetek értékeiből igen gondos számítással nyerte. Általában öt–tíz lengés együttes idejének átlagát vette. Három mérősorozatot végzett a kapott, meglevő gyengébb szállal, és közel 15 perces lengésideket mért. Ezután erősebb szálra váltott, közel hétperces lengésidekkel dolgozott az elkövetkező 14 mérősorozatnál. A tizenhét mérősorozatból összesen 29 sűrűségértéket számított ki. Az értékek 4,88 és 5,85 g/cm³ közé estek, az átlag 5,48 g/cm³. „A maximálistól való eltérés az utolsó 23 megfigyelésnél 0,38, azaz 1/14.” – írja. Tehát maximális hibája 7%. Az átlag az eltérések átlagától azonban csak 1%-kal tér el. Sokkal lényegesebb, hogy Cavendish sűrűségértéke és az abból meghatározható általános tömegvonzási állandó a mai modern eszközökkel meghatározott értéktől is csak 1%-kal tér el!

Cavendish igen jelentős kémiai eredményeket ért el, de a tömegvonzási erő gondos kimérését s ezzel a Föld sűrűségének pontos meghatározását tartják a legnagyobb érdemének. Ám ne feledjük, hogy hihetetlen gondossága kémiai kísérletei közben alakult ki.

Kulcsszavak: *fizikátörténet, kémia-történet, elektromosság, Föld, hidrogén, víz*

IRODALOM

- Berry, A[rthur] J[ohn] (1960): *Henry Cavendish, His Life and Scientific Work*, Hutchinson, London
- Falconer, Isobel (1999): Henry Cavendish: The Man and the Measurement. *Measurement Science and Technology*, 10, 470–477.
- Greenberg, Arthur (2007): *From Alchemy to Chemistry in Picture and Story*, Wiley, Hoboken–New Jersey
- Kunfalvi Rezső (1977): Cavendish, Henry. *Tudósok-történetek. Természet Világa*, 2, 51.
- Maxwell, James Clerk (ed.) (1879): *The Electrical Researches of the Honourable Henry Cavendish*, F. R. S., Cambridge
- McCormach, Russell (1971): Cavendish, Henry. In: *Dictionary of Scientific Biography*. Charles Scribner's Sons, New York, 155–159.

- Sachs, Oliver (2001): Henry Cavendish: An Early Case of Asperger's syndrome? *Neurology*, 57, 7, 1347.
- Simon Schaffer (2004): Cavendish, Henry (1731–1810). In: *Oxford Dictionary of National Biography*, Oxford University Press <http://www.oxforddnb.com/view/article/4937>
- Seitz, Frederick (2004): Henry Cavendish: Catalyst for the Chemical Revolution. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 148, 151–176. <http://www.google.hu/Books+Seitz+Cavendish> vagy Reprint: Seitz, Frederick (2005): Henry Cavendish: The Catalyst for the Chemical Revolution. *Notes & Records of The Royal Society*, 59, 2, 175–199. <http://rsnr.royalsocietypublishing.org/content/59/2/175.full>



EVOLÚCIÓ, TÖRZSFA, OSZTÁLYOZÁS

Podani János

egyetemi tanár,
ELTE TTK Biológiai Intézet
Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék
podani@ludens.elte.hu

A biológia története iránt érdeklődők két jelentős évfordulóról is megemlékeztek az elmúlt években: a svéd Carl Linné születésének 300. évfordulójáról 2007-ben, illetve az angol Charles Robert Darwin születésének bicentenáriuma 2009-ben, amely véletlenül egybeesett fő műve, a *The Origin of Species* első kiadásának 150. évfordulójával. Linné méltatása elsősorban arra összpontosult, hogy neki sikerült először rendet teremtenie az „összevisszaságban”: az állatok és növények általa javasolt osztályozása hosszú időn át vezérfonalként szolgált – és szolgál ma is – a természetbúvárok számára. Mindezt kiegészíthetjük azzal, hogy ő tette általánosan elfogadottá a kettős nevezéktant (binominális nomenklatúra), amely két szó, a nemzetség- (genus) és a faj- (species) név felhasználásával lát el címkével minden élőlényt. Ez ugyan nem volt egészen eredeti ötlet,¹ de ezen a téren mégis Linné munkássága számít kiindulópontnak: az általa adott nevek a legreggebbi ma is elfogadott elnevezések a biológiában. Darwinról talán még többet írtak és írnak manapság, mint Linnéről, hiszen az evolúció egyik fő mechanizmusáról szóló magyarázata, a természetes szelekcióról kifejtett elmélete döntő módon alakította át a

biológusok szemléletét és ezáltal az élet tudományát, és igen nagy hatással volt más diszciplínák művelőire és laikusokra egyaránt. Ő sem alkotott előzmények nélkül, de kétségen kívül mindenkinél világosabban és elegánsabban fejtette ki véleményét, és zseniálisan összegezte kora tudásanyagát az élővilág átalakulásáról. Ma, a genetika és a molekuláris biológia felfedezéseinek ismeretében válik – szinte – minden biológus számára bizonyossággá mindaz, ami Darwin idejében még csak feltételezés volt.

Mindezt megemlékező cikkek és előadások százai meglehetősen részletességgel tárgyalták mindkét tudós esetében, de néhány kérdés – úgy tűnik – kevés figyelmet kapott. A két évforduló kapcsán háttérben maradt annak vizsgálata, hogy Linné és Darwin hatása *együtt* – miképpen, milyen viszonylagos súllyal érvényesül a XXI. század biológusainak gondolkodásában, szemléletük formálásában. Összeegyeztethető-e mindaz, amivel a biológia történetének eme két géniusza meglepte a tudományos és nem tudományos világot? Vannak-e olyan részletek, ahol változtatnunk kell saját felfogásunkon, több évtizedes-évszázados beidegződéseinken? Van-e olyan lényeges szempont, amelyről kicsit megfeledeztünk a nagy ünnepségekben? Ebben a cikkben ezekre a kérdésekre keressük a választ.

¹ A svájci Gaspard Bauhin (1560–1624) javasolta először a kettős elnevezéseket a rendszertanban.

Állandóság és változás

Mondanunk sem kell, Linné és Darwin két, alapjaiban eltérő szemléletmód képviselői – amelyek között jóval nagyobb ellentét feszül, mint ami százévnnyi eltéréstől általában következik a tudománytörténetben. Linné korában az evolúció gondolata még fel sem merült, így ő lényegileg az élőlények változatlanóságában hitt. Zsenialitása abban mutatkozott meg leginkább, hogy szakított a kor általános felfogásával, miszerint a természeti objektumok – ideértve a „természetfeletti lényeket” is – egyetlen egy nagy osztályozási sorba, a természet lépcsőjébe vagy létrájába (*scala naturae*) illeszkednek. Ebben legalul vannak az élettelen dolgok (például ásványok), amelyeket a növények csoportjai, az állatok, az ember, majd – „természetesen” – a természetfeletti követnek. Vagyis, mindenki egy olyan, egymást kizáró csoportokból álló (ún. exkluzív) hierarchiában gondolkodott, ami az egyházi méltóságok rangsorára² emlékeztet, de jól ismert a kasztrendszer vagy a katonai rendfokozatok példáján is. (Eme felfogás maradványa egyébként az, amikor sokan ma is „alacsonyabb rendű” és „magasabb rendű” vagy „rangú” fajokról, szervezetekről beszélnek.) Linné meg volt győződve arról, hogy minden természeti objektum osztályozható, de a „természet rendjéről” más volt a felfogása. Az osztályozás alapegységei, a fajok nemzetségekbe, a nemzetségek rendekbe (*ordo*), a rendek osztályokba (*classis*) sorolhatók-sorolandók, mert egy ilyen rendszer tükrözi jobban a valóságot, és ennek segítségével sokkal hatékonyabban igazodhatunk el a sokféleségben. (A család [*familia*] és sok más kategória csak később került a rend-

² A *hierarchy* görög eredetű szó, jelentése kb. „szent hatalom”.

szertani fokozatok listájára.) Linné rendszerében az egyes csoportok mellérendelt relációban állnak egymással: például minden nemzetség egyenrangú, függetlenül attól, hogy milyen „fejlettségű” szervezeteket foglal magába. Matematikus szemmel nézve Linné osztályozása fa-gráfnak³ is felfogható (*1/a, 1/b ábra*), ami azért érdekes, mert a fák később kiemelt fontosságot nyertek a biológiában. Eme skatulyázós, ún. inkluzív hierarchia felállításához egyértelműen az arisztotelészi logika adta az alapötletet (hadd utaljak csupán olyan jól ismert fogalmakra, mint a *divisio*, a *genus proximum* és a *differentia specifica*). Három különálló osztályozást alkotott Linné, egyet a növények, egyet az állatok, és egy harmadikat pedig a kőzetek (és kőületek!) számára. Élesen eltérő módon viszonyult az állatokhoz és a növényekhez; míg az előbbieket csoportosítása természetes volt, és itt-ott megegyezik mai felfogásunkkal is, az utóbbiak osztályozását mesterségesen kiragadott bélyegekre, a porzók, illetve a termők, azaz az ivarszervek sajátosságaira alapozta. Talán kevésbé ismert, hogy ezzel a „szexista” felfogással igencsak magára haragította kora tudományos és nem tudományos közvéleményét egyaránt, s a reakció erejét csak a Darwinnal szemben mutatkozó ellenségeskedéssel lehet összehasonlítani. Botanikus kollégái felháborodottan kommentálták azt, hogy „egy nőre akár tíz férfi is juthat” a virágban, így Linné egy ideig emigrációba szorult, műveit pedig a Vatikán könyvtára évtizedekig nem fogadta be. Idősebb korára *Philosophia botanica* című könyvében közvetve már elismerte növényi osztályozásának túlzottan mesterséges jellegét, és

³ A fa olyan szögpontokból és éllekből álló matematikai konstrukció, vagyis egy olyan speciális gráf, amelyben bármely szögpontból el lehet jutni bármelyik másikba, de csak egyetlen egyféleképpen.

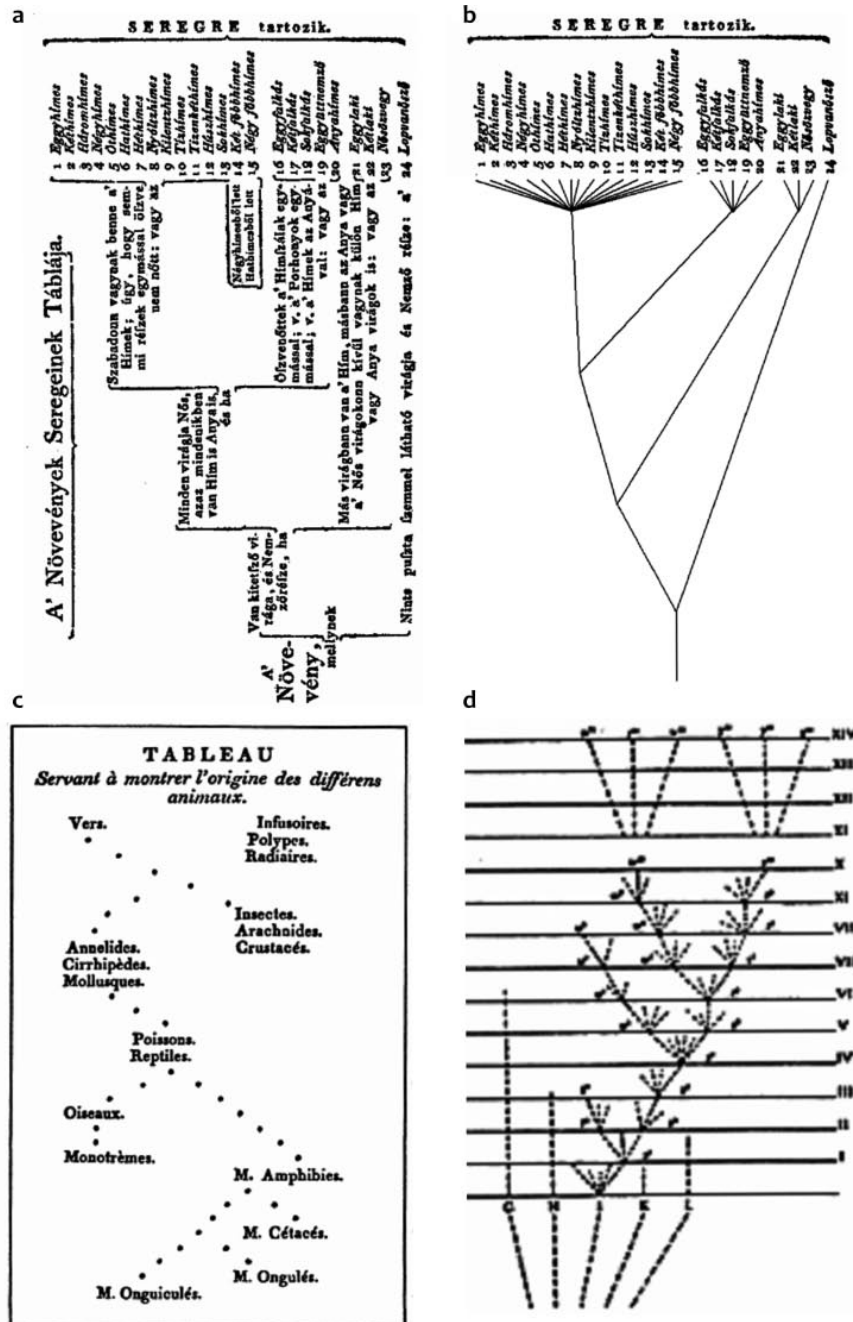
az alaktani hasonlóságokon alapuló természetes csoportosítást is bemutatta.

Bár Linné alapvetően az állandóságra, a fajok, a rendek és más kategóriák megváltoztathatatlanására esküdött, azt elismerte, hogy kereszteződéssel új fajok is létrejöhetnek. Az a felismerés azonban, miszerint más jellegű változások a hibridizációnál sokkalta nagyobb mértékben alakítják az élővilágot, még hátra volt. Az evolúcióról van szó, amelynek alap gondolata – az általános vélekedéssel ellentétben – korántsem Charles Darwin műveiben bukkant fel először. Nagypapa, Erasmus Darwin, a francia Geoffroy Saint-Hilaire és különösképpen Jean-Baptiste Lamarck már jóval előbb felvetették a fajok egymásból való átalakulásának lehetőségét. Ezen a ponton tehát akkor szolgáltatunk igazságot, ha most egy másik – sajnálatosan mellőzött – évfordulóról is megemlékezünk: Darwin születésének évében, azaz 1809-ben jelent meg ugyanis Lamarck könyvében az első ábra, amely különféle állatcsoportok egymásból való kialakulásának útvonalait vázolta fel, vagyis ez volt az első törzsfa-jellegű ábrázolás (*1/c ábra*). Bár a bemutatott kapcsolatok egyike-másika mai szemmel nézve meglehetősen naív feltételezéseket takar (például a tojásrakó emlősök leszármaztatása a madarakból), szerintem Lamarck rajza egyike a biológiatörténet legfontosabb ábráinak. Lamarck érdemtelen háttérbe szorítása egyértelműen annak köszönhető, hogy ő még nem talált megfelelő magyarázatot az evolúció hajtóerejére, mert ezt a szerzett tulajdonságok utódgenerációkra történő továbbvitelében jelölte meg. A mai szemmel nézve is igen precíz válasza még éppen ötven esztendeig, Darwin fő művének a megjelenéséig kellett várni.

Darwin alapvető felismerése az volt, hogy hosszú távon, nagy időskálán nézve a változá-

sok oka a természetes kiválogatódásban, a rátermettebbek nagyobb eséllyel történő megmaradásában keresendő. Mindezt brilliáns logikával fejt ki, nagymértékben támaszkodva elődei és kortársai megfigyeléseire, különösen az állatok domesztikációjával kapcsolatos tapasztalataira. Íróasztala mellett maradványok, könyveket, cikkeket és leveleket olvasgatva azonban ő sem tudta volna megtenni a döntő lépést. Közismert módon, a Beagle nevű vitorlázó hajó világkörüli utazásán észlelte, és elsősorban a Galapagos-szigeteken tapasztaltak erősítették meg abban a felismerésben, hogy a ma megfigyelt élővilág pillanatfelvétel csupán és korántsem befagyott állandóság. Az a sokféleség, amit ma látunk, a fajok populációinak összetételében mutatkozó apró, önmagukban jelentéktelennek tűnő (ha egyáltalán észrevehető) változások sorozatával, vagyis *az evolúció révén jött létre*. A biológiát szinte sarkaiból kifordító érveinek kifejtéséhez megdöbbentő módon mindössze egyetlen egy (!) rajzra volt szüksége (*1/d ábra*) – míg manapság egy átlagos tízoldalas tudományos cikkben van vagy négy-öt grafikon. Ennek segítségével a fajok keletkezésének, a populációk elválásának és kipusztulásának hipotetikus útvonalait mutatja be, ami a populációk közötti ös-leszármazott kapcsolatok első, nyomtatásban megjelent ábrázolása.⁴ A mikroevolúció és makroevolúció összefüggéseit magyarázó rajzára úgy hivatkozhatunk, mint az első evolúciós vagy filogenetikai fára, s amit képzeletbeli galériánkban méltán helyezhetünk Linné alkotmányára és Lamarck törzsfájára mellé. Az igazság kedvéért azonban a skót–angol származású Alfred Russel Wallace (1823–1913) nevét is meg

⁴ Darwin jegyzetfüzeteiben természetesen már korábban is szerepeltek hasonló rajzok, a legelső valószínűleg 1837-ből.



1. ábra • A növények rendszere Linné alkotmánya szerint Diószegi és Fazekas könyvéből (a) és ugyanennek a hierarchikus osztályozásnak az ábrázolása fával (b). Az állatok törzsfája Lamarck szerint (c), és egy hipotetikus evolúciós fa Darwin könyvéből (d, részlet)

kell említenünk, hiszen ő is hasonló következtetésekre jutott utazásai során, mint honfitársa. Darwin egyébként akkor döntötte el véglegesen, hogy saját, csaknem kész kéziratos anyagával nem vár tovább, gyorsan befejezi és kiadja *A fajok eredetét*, amikor Wallace hasonló tartalmú írása hivatalos úton a kezébe került.

Egy történeti gyökerű konfliktus

Mint a cikk elején már utaltam rá, a biológusok túlnyomó többsége egyetért abban, hogy a Földünkön megfigyelhető biológiai sokféleség az evolúció eredménye. Minden rendelkezésünkre álló megfigyelés, adat, számítógépes modell és tudományos érvelés emellett szól, s maradéktalanul beilleszthető az evolúcióelmélet kereteibe, míg az evolúció tényét cáfoló bizonyítékot még senki sem tudott felmutatni,⁵ koherens elméletéről nem is szólva. Következésképpen, az élővilágot leíró és összesítő osztályozásnak, a rendszerezés tudományának, vagyis a taxonómiának az evolúciós folyamat elsőbbségéhez kellene alkalmazkodnia. Darwin több helyen, így *A fajok eredetében* is kifejtette abbéli vélekedését, hogy az a leginkább természetes osztályozás, amely a leszármazást veszi figyelembe – s nem,

mondjuk, a szemmel is felmérhető morfológiai hasonlatosságot. Másik híres művében, a *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* (1871) fogalmazta meg ezt igazán egyértelműen:

[The natural system,] „it is now generally admitted, must be, as far as possible, genealogical in arrangement, – that is, the co-descendants of the same form must be kept together in one group, apart from the co-descendants of any other form; but if the parent-forms are related, so will be their descendants, and the two groups together will form a larger group”.

Vagyis: valamely ős összes leszármazottját egy csoportba kell sorolni csakúgy, mint bármely másikat, s ha két ilyen ős rokona egymásnak, akkor ezek összes leszármazottja együttesen alkosson egy nagyobb taxont. Ennek az elvnek a gyakorlati érvényesítését azonban a fentiekben vázolt történetiség, – az a tény, hogy Linné száz évvel megelőzte Darwint – jelentősen nehezíti. Időrendben az osztályozások jelentek meg először, törzsfák jóval később, és az evolúció korrekt magyarázata pedig még később látott napvilágot – míg ma már látjuk, Darwin fent idézett javaslata alapján és minden logika szerint fordított lenne a „helyes” sorrend: a populációk evolúciós megváltozása a háttér folyamat, ez összegezhető evolúciós fa formájában és az osztályozásnak az utóbbin kellene alapulnia. Ezt az ellentétet még valahogy ki lehetne küszöbölni, de Linnét követően, még azelőtt, hogy az evolúcióelmélet széles körben elfogadottá vált volna, a biológusok az osztályozás minden aspektusát szabálykönyvekben („nevezéktani kódokban”) rögzítették. A Linné-féle hierarchia alkalmazása „kötelezővé” vált minden rendszertanós kutató számára, s ma is „előírás”, hogy az újonnan felfedezett fajo-

⁵ Híres anekdota J[ohn] B[urdon] S[anderson] Haldane-ról, a XX. század egyik legjelentősebb biológusáról, aki arra a kérdésre, hogy mikor inogna meg benne az evolúciós meggyőződés, a következőképpen válaszolt: „Fossil rabbits in the Precambrian” vagyis akkor, ha egy nyúl-fosszília kerülne elő a prekambrium rétegeiből. A földtörténetben kevésbé jártas olvasó számára jegyezzük meg, ez valóban igen érdekes lelet lenne, hiszen a prekambrium, melyben kizárólag tengeri lények éltek, 540 millió évvel ezelőtt véget ért, míg az emlősök a triászban jelentek meg kb. 225 millió évvel ezelőtt, a szárazföldön. Ezzel a rövid idézettel szeretném jelezni kissé ironikusan, hogy a cikk további részében az evolúció *lényegével* kapcsolatos kétkedésekkel nem kívánok foglalkozni.

kat vagy a hierarchia más csoportjait (ún. taxonokat) a már meglevő Linné-féle hierarchiába kell besorolni (a kihalt formákat is). Mindez nélkülözhetetlennek tűnik a káosz elkerülése érdekében, amint az is alapvetően fontos, hogy minden szervezet azt a nevet viselje, amit első leírója adott neki. Ez és a száz év „előny” viszont azt eredményezte, hogy Linné felfogása az osztályozásról kőkeményen bevésődött a szakmai gondolkozásba és a köztudatba egyaránt – számos, előre nem látható következménnyel...

A múlt rekonstrukciója

Ha tehát Darwin véleményét komolyan vesszük, a linnéi hagyományokon nyugvó osztályozásokat erőteljes revízió alá kell kelleni venni. Ezen a ponton az olvasó joggal kérdezheti: hogyan lehetne eljárni egy évmilliárdok óta zajló folyamat figyelembe vételével, amikor ismereteink a jelen élővilágról is tökéletlenek, nemhogy a régmúlt korokról?⁶ Ha a világ összes múzeumának összes szekrénye csak fossziliáktól roskadozna, akkor se gondolhatnánk komolyan, hogy az evolúció útvonalait részletesen és *dokumentáltan* rekonstruálni lehetne. S valóban, ajánlásait Darwin saját maga sem tudta igazán érvényesíteni egyetlen egy rendszertani jellegű monográfiájában, amelyet a tengerek erősen módosult ízeltlábúiról, a kacslábú rákokról (*Cirripedia*) készített. Bár sok elméleti kérdést vetett fel ennek során, lényegében véve hasonló módon osztályozott, mint akármelyik kollégája bármely másik rendszertani csoport vizsgálatára.

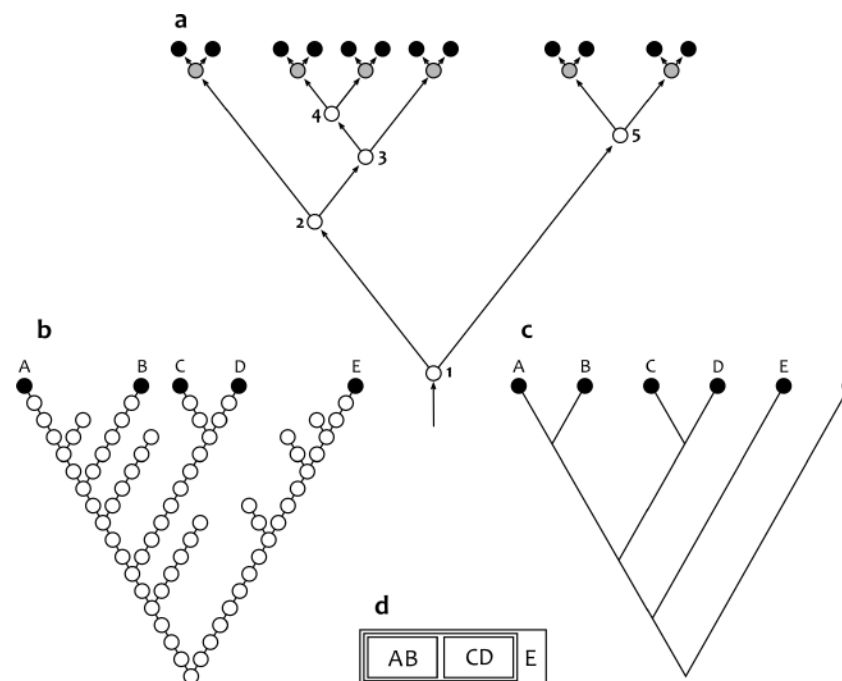
⁶ Az eddig leírt fajok száma valamivel több mint másfél millió, ugyanakkor a legkonzervatívabb becslések szerint is még legalább ennyi ismeretlen faj vár felfedezésre (mások szerint sokkal több, akár száz millió is!). A fosszilis ismert fajok száma csak kb. negyedmillió.

Tényleg ennyire naiv lett volna Darwin, amikor az osztályozással szembeni kíváncsiságait megfogalmazta? Inkább arról van szó, hogy ebben a vonatkozásban is előrelátó volt, mint sok mindenben, és sejtette: javaslatát előbb-utóbb – valamilyen formában – megvalósíthatóvá válik. Kortársa és műveinek elhivatott népszerűsítője, a jénai Ernst Haeckel (1834–1919) például igen sokat tett azért, hogy a klasszifikáció evolúciós alapokra kerüljön. Az igazi áttörés azonban csak a XX. század közepe táján következett be egy német rovász, Willi Hennig (1913–1976) munkásságának köszönhetően. Ötlete nagyon egyszerű volt, mondhatnánk, csak éppen ki kellett találni. Hennig úgy vélekedett, hogy az egyes tulajdonságok nem egyformán fontosak az osztályozásban, és csak azokat érdemes figyelembe venni, amelyek evolúciós újdonságnak számítanak a vizsgált csoporton belül. Minél több ilyen sajátságban egyeznek meg egyes fajok, feltehetőleg annál közelebbi rokonok. Némi számolás után a fajok teljes rokonsági rendszerét egy fával, az ún. *kladogrammal* tudjuk összesíteni (2/a ábra, ami újabb jelölt a nagyhatású illusztrációk képzeletbeli galériájában). Ennek végágain helyezkednek el a vizsgált szervezetek, míg a belső szögpontok csupán hipotetikus közös őseket képviselnek. Hennig módszerének eredetisége tehát abban áll, hogy a ma élő szervezetek ismeretében – vagyis anélkül, hogy kihalt rokonaikról, őseikről bármi konkrétumot is tudnánk (!) – javaslatot tesz azok leszármazási mintázatára.

Hennig módszere egy ideig feltűnés nélkül szunnyadt német nyelvű publikációiban, de könyvének amerikai kiadása már komoly reakciót váltott ki. A *kladisztikai inányzat* rövidesen kiszorította a 70-es évek elején még népszerű numerikus taxonómiai iskolát, átveve attól az objektivitásra való törekvés igé-

nyét. A számítástechnika fejlődése közben lehetővé tette, hogy egyre több adatot egyre hatékonyabban lehessen a kutató döntéseitől viszonylag függetlenül és megismételhető módon kiértékelni. Az alaktani bélyegek azonban sokszor megtéveszthetnek bennünket: gyakori jelenség, hogy valamely evolúciósan új tulajdonság több csoportban egymástól függetlenül is megjelenik, megkérdőjelezve a kladogram-szerkesztés sikerességét. A múltbéli történések sora, mint arra Emil Zuckerkandl és Linus Pauling (1901–1994) már 1965-ben felhívták a figyelmet, sokkal jobban megismerhető a fehérjék, illetve a

nukleinsavak segítségével. A biológusok figyelme tehát lassan az óriásmolekulák felé fordult, hiszen építőköveik (aminosavak, illetve nukleotidok) sorrendisége minden korábbi morfológiai adatbázisnál sokkalta nagyobb információtartalommal bír, s ennél fogva kevésbé érzékeny a párhuzamosságokra. A molekuláris biológia gyors fejlődése tette lehetővé, hogy mindez ne csak elvi lehetőség legyen, hanem a gyakorlatban is alkalmazhatóvá váljon. Ma már ott tartunk, hogy biológus kutatók ezrei foglalkoznak kladisztikával, nemcsak tisztán „törzsfagyártási” céllal, hanem például koevolúciós folyamatok és biogeográfia



2. ábra • Egy kladogram Hennig könyvéből, hipotetikus ősökkel (üres és szürke körök) és ma élő fajokkal (telt körök, a); darwini hipotetikus filogenetikai fa, melyben a szögpontok populációkat (üres körök: kihaltak, telt körök: ma élők), az élek pedig ős–leszármazott relációkat jelentenek (b); eme törzsfa helyes kladisztikus rekonstrukciója amelyben, mint általában, a belső szögpontokat hangsúlyosan fel sem tüntetjük, hiszen a fa topológiája a lényeg (c) és a kladogram alapján készíthető hierarchikus osztályozás „skatulyás” ábrázolása (d).

fiai történések elemzésében is.⁷ Eredményeiket a *Tree of Life* nemzetközi projekt (<http://tolweb.org/tree/>) egyesíti, igazolva, hogy ma már minden eddigénél közelebb vagyunk Darwin álmának megvalósulásához, az *élet fájának* rekonstrukciójához.

Az élet egyetlen fája

Az evolúcióelmélet népszerűsítésében élen járó Richard Dawkins fejtette ki közérthető módon, hogy az evolúció egyedi és megismételhetetlen folyamat, így annak csak egyetlen egy fa felelhet meg hiánytalanul, s minden más ábrázolás szükségképpen tévedésekkel terhelt. Igen fontos azonban tisztázni, hogy milyen jellegű is az a gráf, amit egyáltalán keresni érdemes. A darwini filogenetikai fa⁸ populációk közötti átmenetek összegzése generációról generációra, amelyben két pontot akkor kötünk éllel össze, ha közvetlen leszármazási kapcsolat van a nekik megfelelő két populáció között. A gráf tehát *ős-leszármazott* relációkat mutat be, és ily módon az evolúciós folyamatok időbeli, *diakrón* ábrázolásának tekintendő (*2/b ábra*). Hiányos múltbéli ismereteink miatt azonban biztosak lehetünk abban, hogy *ezt az igazi* fát sohasem tudjuk megszerkeszteni, ismereteink ehhez nemcsak tökéletlenek, hanem – szó szerint

– jelentéktelenek is. Emiatt, ha populációk helyett fajokban vagy magasabb rendszertani kategóriákban gondolkozunk is, a darwini filogenetikai fa megszerkesztése, a múltbéli történések tökéletes rekonstrukciója *elvileg* lehetetlen marad. Ennek ellenére természetesen a mégoly hiányos paleobiológiai ismeretek birtokában is megengedhetünk olyan filogenetikai következtetéseket, mint például „a madarak hüllőkből származtak”, vagy pedig „az egyszikűek ősei kétszikűek voltak”, de ezeket az átalakulásokat a fenti mikroevolúciós részletességgel sohasem tudjuk feltárni, megismerni. Darwin törzsfájára tehát mint evolúciós modellre kell elsősorban tekintenünk, melynek totális rekonstrukciója illúzió csupán. Más a helyzet a kladogramokkal, mert ezek nem *ős-leszármazott* kapcsolatokat, hanem az egy időben élők⁹ *testvércsoporti relációit* fejezik ki. Két populációt vagy fajok két csoportját testvérnek mondjuk (azaz legközelebbi rokonai egymásnak), ha őket egy belső szögpontra – ama hipotetikus közös ős – közvetlenül kapcsol össze a gráfban. S a lényeg most következik: ha minden belső szögpontra *helyesen* mutatja a hozzá tartozó testvércsoporti relációt, akkor *ez* azt jelenti, hogy a darwini evolúciós fa ma élőket is tartalmazó részének a *vázát* (topológiáját) találtuk meg

(*2/c ábra*). A kladogram tehát az evolúciós mintázat sajátos egyidejű, *szinkrón* reprezentációja, s csak ebben az értelemben tekinthetjük azt filogenetikai rekonstrukciónak: Az élet fájának megkereshető és megbecsülhető változata voltaképpen „csak” az *élet egyetlen kladogramja* lehet.

Az evolúciós fák és a kladogramok összevetéséből, az általuk bemutatott relációk félreértéséből rengeteg át nem gondolt megjegyzés és helytelen következtetés adódik még a legkomolyabb folyóiratokban is. Nagyon gyakori és zavarba ejtő például az, amikor az oldalsó ágra került taxont az összes többi faj ősenek tekintik (például az E-t az A-D ősenek, *2/c ábra*), holott nyilvánvaló: egyik ma élő faj sem lehet más, vele egy időben élő szervezetek bármely csoportjának evolúciós elődje.¹⁰ A ma élő kétélűek nem ősei a mostani hüllőknek, egyik ma ismert kétszikű sem elődje a többieknek, a recens „majmok” – természetesen – nem ősei az embernek és így tovább. Minden ilyen téveszmére Kevin Omland és munkatársai találóan a *primitive lineage fallacy* kifejezéssel hivatkoznak. A kladogram alapján nem lehet olyan kérdéseket megválaszolni, mint például: melyik faj a legősibb, a legfiatalabb, vagy éppen a „legprimitívabb”.

Hogyan osztályozzunk?

A legtöbb félreértés, cikkek százaiban kifejtett érvelés és a vallási viták hevességével felérő szópárbaj azonban arra vonatkozik, hogy miképpen osztályozzunk, figyelembe ve-

gyük-e a leszármazást, s ha igen, hogyan? Az osztályozás egyértelműen humán tevékenység, hiszen objektumok egy adott halmazára sokféle osztályozás készíthető, mindegyiket az adott célhoz igazítva (például a növényeket felhasználásuk, földrajzi elterjedésük, életformájuk vagy éppen a nevük kezdőbetűje szerint is osztályozhatjuk). De milyen legyen akkor az élet „*valódi*”, rendszertankönyvekbe való *egyetlen, kitüntetett és objektív* osztályozása? Miután az evolúciós folyamat egyedi, a kutató tudatától és mindennemű befolyásoltaságtól leginkább mentes osztályozás az lesz, ami e folyamat összegzésén, a törzsfán alapul. S valóban, egy törpe kisebbségtől eltekintve a biológusok zöme ma már egyetért abban, hogy a rendszertani csoportok elkülönítésében – Darwin nyomdokain – a közös leszármazás legyen a fő szempont. Az igazi nézeteltérések viszont ezután kezdődnek...

A Linné-féle osztályozás statikus és igen merev konstrukció: minden egyed egy fajhoz, minden faj egy adott génuszhoz tartozik és így tovább. Ezen csoportok között definíciószerűen éles a határ – átfedés legfeljebb a hibridfajok esetében jelentkezik, más átmenetet a taxonómia nem ismer. Linné inkluzív hierarchiájában „felfelé haladva” a morfológiai szakadék szélesedik, két génusz elkülönítéséhez több eltérés kell, mint két faj elválasztásához, a rendek elhatárolása nagyobb taxonómiai különbözőséget tételez fel, mint a családoké, és így tovább. Ezzel szemben az evolúció maga a folytonosság, és ha egyes populációk hosszabb ideig változatlanak tűnhetnek is, taxonómiailag értékelhető váltás általában nem következhetett be hirtelen egyik generációról a másikra.¹¹ Különösen a

¹⁰ Az evolúciós folyamatok nem „állnak le” még akkor sem, ha ezt morfológiai változások nem kísérik. Idevág az „élő kövületek” problémája, amelyek látszólag hosszú ideje változatlanok, de valójában lényeges molekuláris megváltozások állnak a háttérben, mint például a törzfarkúak (*Limulus*) esetében ez már közvetve is bizonyosodott.

⁷ A kladisztika alkalmazható a biológián kívül is, ha a történetiség lényeges, mint például a nyelvek és kőzép-kori szövegek evolúciójának elemzésében.

⁸ Darwin már-már költői színvonalú összegzése az élet fájáról *A fajok eredete* 6. kiadásában: „The affinities of all the beings of the same class have sometimes been represented by a great tree... As buds give rise by growth to fresh buds, and these if vigorous, branch out and overtop on all sides many a feebler branch, so by generation I believe it has been with the great Tree of Life, which fills with its dead and broken branches the crust of the earth, and covers the surface with its ever branching and beautiful ramifications.” „Egy osztály

valamennyi élőlényének rokonsági kapcsolatait néha nagy fa formájában szokták ábrázolni... Amint a rügyek növekedésükkel friss rügyeket hoznak létre, amelyek ha életerősek, minden irányban szétágaznak, és a gyöngébb ágakat túlnövik, ugyanez a helyzet, véleményem szerint az élet nagy fájával is, amely a föld kérgét halott és letört ágaival tölti meg, a föld felszínét pedig örökké tovább ágazó gyönyörűséges elágazásaival borítja el.” (Darwin, 1955)

⁹ Egyes speciális esetekben fosszilis és recens fajok együtt szerepelnek a kladisztikai elemzésben. Ám vigyázni kell, mert ekkor egy potenciális ős testvércsoportként szerepelhet, s emiatt nehéz a kladogram értelmezése.

fajnál magasabb rendszertani kategóriák esetében tekinthetjük ezt kizártnak. Márpedig ha a Linné-féle hierarchiát akarjuk alkalmazni az összes valaha élt és ma élő szervezet együttes osztályozására – a mai taxonómusok ui. ezt teszik, Linnével ellentétben! – akkor egy paradox helyzet áll elő: egyes múltbéli populációk között húzható faji határnak egybe kell esnie a génusz-, család-, rend-, osztály- és törzsi szintű elhatárolással! Nyilvánvaló azonban, hogy például az a tulajdonság-csoport, ami a ma élő zárvatermőket a nyitvatermőktől élesen elválasztja (például a kettős megtermékenyítés, a magház, a vízszállító csövek) nem két generáció között alakult ki, amint azt a szigorú hierarchikus osztályozás feltételezi, hanem hosszas evolúciós folyamat *eredménye* (Tod Stuessy szerint a nyitvatermők és zárvatermők közötti evolúciós átmenet akár százmillió évig is eltarthatott). Rengeteg egyéb esetet is felsorolhatnánk (a biológia bővelkedik ezekben), így csak a halak és a négy lábúak, vagy a hüllők és a madarak példáját emeljük még ki. A Linné-féle hierarchia alkalmazása kihalt fajokra, a mában tapasztalt hierarchikus mintázat visszavetítése a múltba, azaz egy *diakrón* típusú *linnéi osztályozás* tehát minimum *ellentmondásos* az evolúciós folytonosság, a változás miatt. Mindezt közvetve Darwin is felismerte, amikor megjegyezte, hogy a taxonok elkülönítése – az őslénytannal foglalkozók „nagy szerencséjére” – a fosszilis anyagban mutatkozó hiátusok miatt lehetséges csupán – márpedig a fosszilis anyag egy olyan sajthoz hasonlítható, amely szinte csak lyukakból tevődik össze. Tudomásom szerint Roy Albert Crowson (1914–1999) brit rova-

kok miatt sem képzelhető el. A legnagyobb ugrás, ami egyik generációról a másikra lehetséges, az kb. faji szintű, s létrejöhet hirtelen bekövetkező kromoszóma-szám-változás hatására vagy hibridizációval.

rász¹² vetette fel először azt, hogy a fenti okokból a linnéi osztályozás csak az egy időben élő szervezeteket összesítse. De ne feledkezzünk meg a kihaltakról sem, és készítsünk külön-külön klasszifikációkat legalább a földtörténeti időszakok szerint, ha finomabb léptékben ez már nem is megy. Vagyis, az osztályozás célszerűen csak *szinkrón* lehet. Crowson javaslata azonban nem talált követőre, holott teljesen összhangban van Linné elképzelésével, hiszen a nagy svéd tudós is – lényegében véve – az egy idősíkban élőkre alkotta meg hierarchikus rendszerét. Mindebből logikailag következik egyes rendszertani iskolák (például az *evolutionary taxonomy*) fő problémája: elismerik ugyan az evolúció szerepét a földi biodiverzitás kialakításában, *de furcsa módon az evolúciós folytonosságot nem veszik igazán komolyan, és ráadásul nem kötődnek a valódi linnéi hagyományhoz, azaz az egyidejűséghez és állandósághoz sem*.

A kiutat, és ezt az olvasó a fentiek alapján már ki is találhatja, a kladisztika kínálja. A linnéi hierarchikus osztályozás nyilván nem vagy csak nehezen és rengeteg bonyodalommal váltható fel mással, így ezt a legtöbb biológus meg szeretné tartani. Ez természetesen érthető és célszerű is, de Darwin ajánlását is jó lenne figyelembe venni, hiszen ez ad elméleti háttérrel az osztályozáshoz. Mindehhez a Hennig javasolta kladisztikai módszerek és azok molekuláris adatok feldolgozásához illesztett szofisztikált változatai jelentik a módszertani bázist. A kladogramok pedig viszonylag könnyen átalakíthatók egy Linné-féle hierarchiába, oly módon, hogy minden taxonban közös leszármazásúakat (és *csak* azokat) egyesítsünk (lásd a 2/d ábra egyszerű pél-

¹² „Bogaras” ember volt, míg Hennig a kétszárnyúak körül „legyeskedett”.

dáját). A kapott klasszifikáció így megfelel Crowson ajánlásainak is, vagyis: *az élővilág linnéi osztályozása a darwini kritériumok alapján teljesen reális célkitűzés, ha figyelmünket a ma élő szervezetekre összpontosítjuk, s a kladisztika eredményeiből indulunk ki*.

Ma már példák serege igazolja, hogy a többség – kimondva, kimondatlanul – a fenti utat követi. Figyelemre méltó, hogy számos esetben a tradicionális taxonómia csoportosítása a molekuláris elemzések tükrében is megállja a helyét. Törzsek, osztályok, rendek és családok sokaságáról bizonyosodik be, hogy a makromolekulák sem mondanak mást, mint a morfológiai tulajdonságok. A növények köréből a zárvatermőket, az egyszikűeket és a fészkeseket említhetjük, mint ahogy a puhatestűek, a gerincesek, az emlősök, a madarak és a lepkék is jól körülhatárolható csoportokat jelentenek az élet egyetlen igazi kladogramján. Sok esetben azonban már a korábbi morfológiai és a későbbi molekuláris kladisztikai eredmények is megváltoztatják korábbi elképzeléseinket. Kiderül például, hogy az állatok számos törzse, amelyekről azelőtt senki sem gondolta volna, hogy filogenetikai rokonság fűzné össze őket (fonálférgek, kerekesszék, ízeltlábúak) egy nagy ágat jelentenek az állatvilág törzsfáján (Vedlők – *Ecdysozoa*), mert mindannyian vedléssel szabadulnak meg kinőtt kültakarójuktól. Azt se sejtette senki, hogy a kétszikűek egy jól körülhatárolt csoportja (*Eurosida* 1) egyesíti magában mindazokat a növénycsaládokat, amelyekben nitrogénkötő baktériumokkal szimbiózisban élő fajokat találunk (például a pillangósok, nyírfafélék). Ezek a korábbi rendszerekben egymástól igen távol voltak. A kladisztika módszerei mutatnak tehát rá olyan összefüggésekre, amelyek egyébként homályban maradtak volna. És amikor a

morfológia totális csődöt mond, mert nincs olyan közös bélyeg, melynek alapján egyáltalán lehetséges volna az összehasonlítás, csak a molekulák segíthetnek. Így derül ki sok elősködőről, hogy hova is tartozik valójában. Azelőtt nem tudtuk, hogy az egysejtű nyálkaspórák (*Myxozoa*) fajai voltaképpen a csalánozók rokonsági körébe sorolhatók, azaz egysejtű létük másodlagosan alakult ki parazita életmódjuk eredményeként. Persze vannak olyan esetek is, amikor a közvélekedés vonakodva fogadja el az új eredményeket. Például „nehezen emészthető” a klasszikus rendszertanon nevelkedtek számára az, hogy a hüllők már nem taxon, mert közös ősiük egyben a madarak közös őse is volt. Ezen nem az segít, hogy a madarakat is (egyes javaslatok szerint) hüllőnek fogjuk fel, hanem az, hogy a hüllők ma élő nagy csoportjait (a gyíkokat, kígyókat, teknőseket és krokodilokat) külön-külön olyan rangra emeljük, mint a madarakat (osztály a gerinceseken belül). A „hüllő” kifejezést pedig megtartjuk egy olyan fejlődési szint számára, amelynek legfeljebb egy éles határok nélküli diakrón osztályozásban lenne értelme. Ugyanígy jár a halak vagy akár a kétszikű növények csoportja is, nem is beszélve a mohákról és a harasztokról.

Hogyan nevezzük el az élőlényeket?

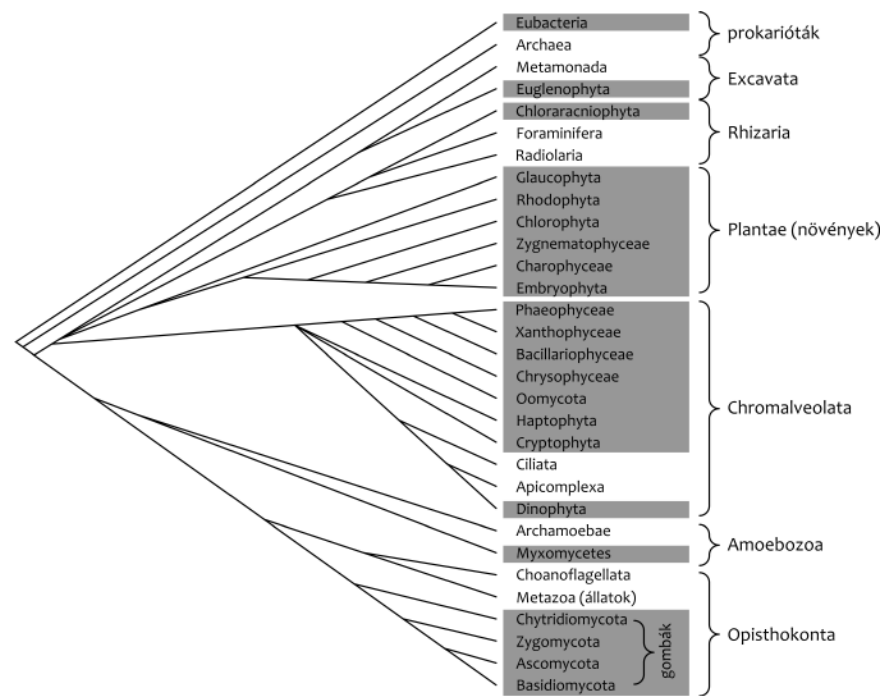
Végezetül egy olyan témát is érdemes megvizsgálnunk, amelyben első látásra úgy tűnik, Linnének és Darwinnak nem sok köze van egymáshoz: az élőlények elnevezésének kérdéseit. Az egységes nomenklatura rendkívül fontos a biológiában, hiszen enélkül nem tudnánk, hogy miről beszélünk, mit vizsgálunk. Annak, aki egész kutatói pályáján csak az *Arabidopsis thaliana* nevű kis keresztes virágú növényről foglalkozik (ez ui. kedvelt alanya a molekuláris genetikai vizsgálatoknak,

és ma már igen sokat tudunk róla) éppen olyan fontos a nevezéktan, mint a fajok százaival sőt ezreivel foglalkozó trópusi erdő-ökológusnak. Ebben a tekintetben nincs közöttük különbség, az eltérő fajsám ellenére sem. Ma már tisztán látjuk azonban, hogy a kettős név bevezetése – ellentétben az inkluzív hierarchiával – óriási tévedés volt, bár ezt sokan még mindig Linné egyik fő érdemének fogják fel. A bajok forrása ott keresendő, hogy Linné az osztályozás alapegységeként a fajokat jelölte meg, mint ahogy ma is tesszük, viszont a nomenklatura alapegysége a génusz! A fajnevek (például *vernalis*, *communis*, *aquatica* vagy akár *thaliana*) önmagukban semmit sem érnek, ha nem tesszük eléjük a nemzetség nevét. A génusz viszont már egy faj feletti taxon, és az, hogy egy faj milyen nevet viseljen, ily módon *nem független* a klasszifikációtól. Persze Linné döntése – a saját szempontjai szerint – akár érthető is, mert meg volt győződve arról, hogy azt az osztályozást „találta meg”, ami eleve teremtetett – vagyis nemcsak a fajok állandóak, hanem majd az ő klasszifikációja is örök érvényű marad. Az utódok viszont korántsem gondolkoztak így, hiszen már az evolúcióelmélet megjelenése előtt alaposan átrendezték Linné rendszerét, a kettős neveket is – és az „átdolgozás” azóta is szüntelenül tart. Annak a megítélése ugyanis, hogy mely fajok tartozzanak egy nemzetségbe már jóval nehezebb probléma, mint a faji identitás keresése. Nem minden génusz olyan egyértelmű (azaz „természetes”), mint mondjuk a tölgyeké (*Quercus*) vagy a rózsáké (*Rosa*), melyeknél viszont inkább a fajok elkülönítése okozza a fő problémát. A kettős nevezéktan alkalmazása azt eredményezte, hogy vannak olyan fajok, amelyek már három-négy, sőt több génuszt is megjártak a taxonómusok átsoroló tevékenységének ered-

ményeként, így az eredeti név adója sem ismerne rá. Ha Linnének megmutathatnánk az *Eleocharis palustris*, *Epipactis palustris* és *Rorippa palustris* neveket, és közölnénk vele, hogy ezeket a fajokat ő írta le először, akkor bizony fogalma se volna arról, hogy melyik *palustris* mit is rejt valójában (ui. eredetileg ezeket a *Scirpus*, a *Serapias*, illetve a *Sysimbrium* génuszokba sorolta be 1753-ban). A rendszeren tehát meglehetősen kaotikus önmagában, az evolúciós szemlélet nélkül is. Ha minden fajt egyedi név jelölne, s nemcsak a faj feletti taxonokat, akkor ez a probléma fel sem merülne. Ugyanakkor a kettős nevek már annyira beépültek minden biológus tudatába, könyvek és cikkek százazeire, hogy bármiféle lényeges változtatás lehetetlen lenne. Azon mindenesetre érdemes elgondolkodni, hogy a génusz szintet esetleg törölhetjük a rendszertani rangok sorából, s a kettős fajneveket a továbbiakban már érintetlenül hagyjuk az osztályozás során.

Az utókor Linné hibáját egy még rosszabb döntéssel tetézte, ami történetileg persze szintén érthető. Hosszú ideig ugyanis az élővilágot két fő részre bontották, növényekre és állatokra, melyeket két külön diszciplína, a botanika és a zoológia vizsgált (ennek persze máig ható hatása van például az egyetemi tanszékek megnevezésében). A két tudományág idővel jelentősen elszakadt egymástól, és külön – egymástól *független* – nomenklaturai szabályrendszert állított fel magának.¹³ Az élőlények elnevezése tehát nem egységes, amelynek időnként igen furcsa következményei vannak. Több száz génusz név egyfor-

¹³ Csak egy példa: a botanikusokkal ellentétben a zoológusok sok nevet kétszer mondanak, kétszer mondanak (például: *Vulpes vulpes* – róka, *Pica pica* – szarka), ami jól mutatja a kettős elnevezések időnkénti redundáns jellegét is.



3. ábra • Az élet „igazi” kladogramja, ahogy ma ismerjük (jelentősen leegyszerűsítve). A bekeretezett nevek azon csoportokat jelölik, amelyeket teljesen vagy részben a botanikai nomenklatura szabályai szerint neveznek el, vagyis „növények”. Például a „kékalgákat” tradicionálisan a botanika tárgyalja, holott ezek egyértelműen a baktériumok (*Eubacteria*) közé tartoznak, a gombákat illetően pedig lásd a szöveget.

mán jelöl – a szabályok szerint érvényesen – állatot és növényt egyaránt (írjuk be a Google képkeresőjébe a *Prunella* vagy *Arenaria* szavakat, s hasonlítsuk össze, mik is tartoznak „ugyanabba” a génuszba). A zűrzavart csak kismértékben – de elviekben annál súlyosabban – fokozza, hogy tucatnyinál több esetet ismerünk, amikor a binomen mindkét része azonos egy növény és egy állat esetében. Ezt felismerve a bakteriológusok megalkották saját nomenklaturájukat a prokarióta élőlények számára – de ezzel nem csökkentették, hanem csak növelték a káoszt. Evolúcióbio-
lógiai értelemben ugyanis távolról sem felel meg a valóságnak a fenti hármas felosztás, s

ma már látjuk, a növénytani nomenklatura olyan szervezetek esetében tart igényt a névadásra, amelyek teljesen különböző származásúak (3. ábra). Legfeltűnőbb a gombák esete, melyeket ma is a botanikai szabályok szerint kell elnevezni, holott az állatokhoz sokkal közelebb állnak, mint a növényekhez. Bár voltak próbálkozások a nevezéktan egységesítésére (például a BioCode), de mindegyik eredménytelen maradt. Míg a tudomány más területein a „kőbe vésés” szinte teljesen kizárt, a taxonómusok mindmáig keményen ellenállnak minden alapvető változásnak a régi nevek „stabilitása” és szabályaik állandósága érdekében, nem ismerve fel azt, hogy

éppen ezzel okozzák a legtöbb gondot minden evolúciós szemléletű biológusnak.

Epilógus

Linné és Darwin, Hennig és Crowson – és sok ezer biológus kutató – munkásságának közös tanulsága csak egy lehet: az evolúció tudománya és az osztályozás tudománya (a rendszertan) nem választhatók el egymástól! Egyik sem érthető meg igazán a másik nélkül, s ezt csak oly módon tudatosíthatjuk a jelen, s főleg a jövő biológus generációi számára, ha oktatásukat középiskolai és egyetemi szinten is *integráljuk*. Így alakulhat csak ki az a fajta

biológustársadalom, amely nem részterületek elefántcsont-tornyából tekint a többiekre, s nem értetlenkedve-gyanakodva figyeli a biológiai tudomány fejlődését – ha egyáltalán figyeli – hanem képes az új eredmények szintetizálására, önnön szemléletének folytonos megújítására is. Mindezt annak érdekében tegyük, hogy valóra váltsuk minden biológus közös álmát, az élet fájának minél pontosabb megszerkesztését, s ezáltal a rendszerezés evolúciós alapjainak tisztázását.

Kulcsszavak: *evolúció, Élet Fája, hierarchia, klasztika, nomenklatura, osztályozás, taxonómia*

IRODALOM

- Avise, J. C. – Nelson, W. S. – Sugita, H. (1994): A Speciation History of "Living Fossils": Molecular Evolutionary Patterns in Horseshoe Crabs. *Evolution*. 48, 1986–2001.
- Blunt, W. (2002): *Linnaeus. The Compleat Naturalist*. Princeton University Press, New York
- Cracraft, J. – Donoghue, M. (eds.) (2004): *Assembling the Tree of Life*. Oxford University Press, Oxford
- Crowson, R. A. (1970): *Classification and Biology*. Heinemann Educational, London
- Darwin, Charles (1859): *On the Origin of Species*. Murray, London
- Darwin, Charles (1871): *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*. Vol. I. Murray, London
- Darwin, Charles (1955): *A fajok eredete*. (fordította Mikes Lajos) Művelt Nép, Budapest
- Dawkins, Richard (1994): *A vak órásmester*. Akadémiai-Mezőgazda, Budapest
- Dawkins, Richard (2007): Az Ős meséje: Zarándoklat az élet hajnalához. Partvonal, Budapest
- Dawkins, Richard (2009): *A legnagyobb műtárgy: Az evolúció bizonyítékai*. Nyitott Könyvműhely, Bp.
- Dayrat, B. (2005): Ancestor–Descendant Relationships and the Reconstruction of the Tree of Life. *Paleobiology*. 31, 347–353.
- Ereshefsky, M. (2001): *The Poverty of Linnaean Hierarchy: A Philosophical Study of Biological Taxonomy*. Cambridge University Press, Cambridge
- Hennig, W. (1966): *Phylogenetic Systematics*. University of Illinois Press, Urbana
- Lamarck, Jean-Baptiste (1809): *Philosophie zoologique, ou Exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*. Paris http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Lamarck_-_Philosophie_zoologique_2.djvu&page=3, http://books.google.hu/Philosophie_zoologique
- Omland, K. E. – Cook, L. G. – Crisp, M. D. (2008): Tree Thinking for All Biology: The Problem with Reading Phylogenies As Ladders of Progress. *BioEssays*. 30, 854–867.
- Padian, Kevin (1999): Charles Darwin's Views of Classification in Theory and Practice. *Systematic Biology*. 48, 2, 352–364. <http://sysbio.oxfordjournals.org/cgi/reprint/48/2/352>
- Podani János (2009): *Taxonomy Versus Evolution*. *Taxon*. 58, 1049–1053.
- Podani János (2010): Taxonomy in Evolutionary Perspective. *Synbiologia Hungarica*. 6, 1–42. <http://www.scribd.com/doc/32972918/Podani-Taxonomy-in-evolutionary-perspective-Synbiol-Hung-6-1-42-2010>
- Tuba Zoltán – Szerdahelyi T. – Engloner A. – Nagy J. (szerk.): *Botanika II. Rendszertan*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 219–236.
- Stuessy, T. F. (2004): A Transitional-Combinational Theory for the Origin of Angiosperms. *Taxon*. 53, 3–16
- Zuckerandl, Emil – Pauling, Linus (1965): *Molecules As Documents of Evolutionary History*. *Journal of Theoretical Biology*. 8, 357–366.

A MESENCHYMALIS ŐSSEJTEKTŐL AZ AKTIVÁLT FIBROBLASTOKIG: EGY GYORSAN VÁLTOZÓ SEJT GENETIKAI UJJLENYOMATAI

Uher Ferenc

Dr. habil., tudományos főmunkatárs,
Országos Vérellátó Szolgálat Őssejt-biológia
uher@kkk.org.hu

Bevezetés

Az embrionális fejlődés korai stádiumában a sejtek még minden irányban képesek differenciálódni. A felnőtt szervezetben erre már csak kisszámú, ún. *szöveti őssejt*, és az is csak részben képes. A szöveti őssejtek biztosítják az adott szövet folyamatos megújulását, azaz pótolják az elpusztult testi sejteket, sérülés esetén pedig részt vesznek az érintett szerv regenerációjában.

1976-ban Alexander J. Friedenstein és munkatársai (Friedenstein et al., 1976) írták le, hogy a csontvelőben a vérképző őssejtek mellett egy másik, sejtenyészetben a tenyésztőedény falához tapadva növekedő, a csontvelő alap- (stroma) állományának és magának a csontnak a kialakításában részt vevő őssejt-populáció is található. Ezeket a sejteket nevezzük *mesenchymalis* és- vagy *stromasejtekknek* (MSC) (Bianco et al., 2008). Mára kiderült: az MSC-k gyakorlatilag minden szervünkben előforduló szöveti őssejtek, amelyek első sorban csonttá, porcá, inakká, zsír- és simaizom-sejtekké, myofibroblastokká és fibro-

blastokká képesek differenciálódni. A csontvelőnél jóval könnyebben hozzáférhető forrásuk lehet például a zsírszövet vagy a köldökzsinór (Dominici et al., 2006).

Mesenchymalis őssejtterápia

A *regeneratív orvoslás* célja a baleset vagy betegség következtében elpusztult sejtek és szövetek őssejtek segítségével történő pótlása. Az MSC-k – a bevezetésben vázolt sajátosságaiknak (könnyű hozzáférhetőség, tenyésztettség és plaszticitás) köszönhetően – hamar felkeltették az e területen dolgozó kutatók és a gyakorló orvosok figyelmét. Ráadásul az is kiderült, hogy a sejtenyészetben felszaporított és a szervezetbe visszajuttatott MSC-k általában szétszóródnak a különböző, sok kapillárist tartalmazó szövetekben (tüdő, vese, lép), de sérülés vagy gyulladás esetén – kémiai ingerek hatására – egy részük mindenképpen az érintett területre vándorol, ahol kulcsszerepet játszik az adott szövet, illetve szerv regenerációjában (Phinney–Prockop, 2007).

A számtalan sikeres állatkísérlet után ma már folyik az „MSC-terápia” klinikai kipró-

bálása is. Porc- és csontsérülések gyógyításával, szívinfarktuson átesett betegek és gerincsérültek kezelésével próbálkoznak különböző munkacsoportok. A terápiás hatás mechanizmusát azonban nem ismerjük. Annyi bizonyos, hogy az MSC-k sokszor nem is épülnek be (vagy legfeljebb igen kis számban) a sérült szövetbe, azaz nem alakulnak át például tömegesen szívizomrostokká vagy idegsejteké a szövetben, hanem inkább közvetett módon segítik a károsodott szövetek regenerációját. Olyan fehérjéket termelnek, amelyek gátolják a további sejtpusztulást, elősegítik új véregek képződését – azaz javítják az érintett terület oxigén- és tápanyagellátását –, és fokozott működésre készítetik a sérült szervben található, helyi őssejteket (Caplan, 2007).

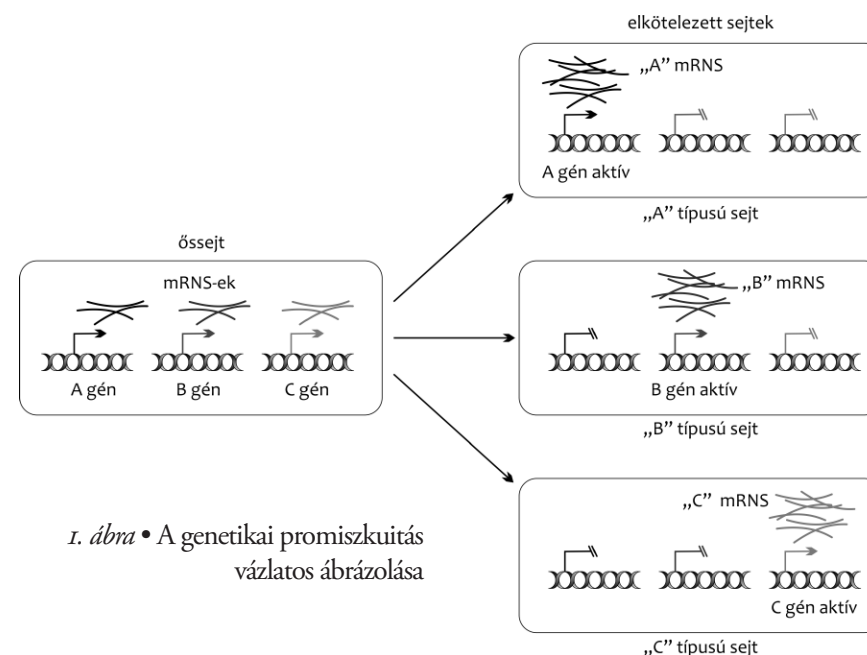
Ráadásul az MSC-k ugyanazon faj genetikailag eltérő másik egyedébe – például egyik emberből a másikba – oltva sem váltanak ki erőteljes, a sejtek kilökődésével járó immunválaszt. Sőt, kifejezetten gátolják, vagy legalábbis gátolhatják a befogadó szövetben már zajló védekező reakció(ka)t, azaz immun-suppresszív hatásuk is van. Egy beteg kezeléséhez tehát nincs szükség feltétlenül saját őssejtekre, elvben bármely egészséges donor MSC-je felhasználható anélkül, hogy gyógyszerrel gátolnánk a befogadó immunrendszerének működését. Számos, az immunrendszer kórosan fokozott aktivitására visszavezethető gyulladásos és autoimmun betegség kezelésében pedig éppen ezeket, a sokszor súlyos mellékhatásokat okozó és igen drága immun-suppresszív gyógyszereket lehetne reményünk szerint MSC-kkel helyettesíteni (Nauta – Fibbe, 2007; Jones – McTaggart, 2008).

Mitől különleges egy szöveti őssejt?

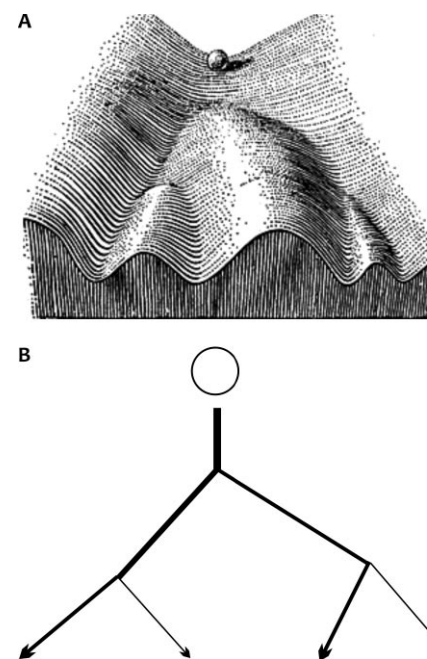
A 2000-es évek elején még úgy gondoltuk, hogy a több tízezer gén kifejeződésének egy-

idejű meghatározására alkalmas „DNS-chip” technika segítségével hamarosan sikerül azonosítani az őssejt létet meghatározó néhány tucat, esetleg néhány száz gént. Azaz találunk egy olyan, viszonylag egyszerű „genetikai ujjlenyomatot”, ami a legkülönbözőbb szöveti őssejtek esetén biztosítja az őssejt-populáció változatlan formában történő fenntartását, és – egyidejűleg – különböző sejtfejlődési sorok irányába történő differenciálódásukat, azaz plaszticitásukat. Ilyen genetikai ujjlenyomat azonban nem létezik. A szöveti őssejtek – köztük az MSC-k – különleges képességei első sorban *epigenetikai* állapotokra vezethetők vissza. Örökítő anyaguk, vagyis a különböző – első sorban hiszton – fehérjékkel komplexet képező DNS-ük ugyanis a testi sejtekéhez képest rendkívül laza szerkezetű, azaz nyitott. Így az őssejtekben még jóval több gén hozzáférhető a hírvivő RNS- (mRNS) molekulák átírását végző apparátus számára, mint a véglegesen differenciálódott sejtekben. Ezért számos különböző – más-más fejlődési irány, illetve sejtfejlődési sor meghatározására képes fehérjét kódoló – gént tudnak egyidejűleg kifejezni. (A jelenséget „genetikai promiskuitásnak” is nevezik) (1. ábra) (Collas, 2009).

Potenciálisan tehát egy szöveti őssejt sokféle genetikai program megvalósítására képes. A döntés, hogy e lehetőségek közül adott esetben melyik realizálódik – azaz milyen irányba kezd differenciálódni a sejt – részben valószínűségi alapon, részben környezeti tényezők hatására történik. A valószínűség szerepét legkönnyebben a Waddington-féle „epigenetikus tájkép” (Waddington, 1957) hasonlat segítségével érthetjük meg, ami az őssejtben kifejeződő gének bonyolult hálózatát szemlélteti (2. ábra). Ha egy hegycsúcsról legurítunk egy golyót, az számos kisebb-nagyobb völgy felé gurulhat, útját azonban igen



1. ábra • A genetikai promiskuitás vázlatos ábrázolása



2. ábra • (A) Az „epigenetikus tájkép” Conrad Hal Waddington (1957) nyomán. (B) A golyó útja – azaz a differenciálódás valószínű irányja – a tájképbe illesztve.

nehéz kiszámítani. A legvalószínűbb, hogy a legmélyebb völgy felé veszi az irányt, de ettől nagyon sok, akár egészen apró tényező – például egy útjába kerülő kavics – is eltérítheti. Ráadásul a völgyek elágazhatnak, szakadéokban vagy újabb emelkedőben is végződhetnek. Ugyanígy nem tudjuk biztosan megmondani, hogy egy differenciálódásnak indult őssejtben végül is milyen fehérjekombináció, azaz milyen megjelenési forma (fenotípus) stabilizálódik. A szöveti őssejtek közvetlen környezetéből érkező jelzések azonban alaposan megváltoztatják a játékszabályokat. Igyekeznek az „őssejtgolyót” egy vagy néhány kiválasztott völgy, azaz meghatározott sejtfejlődési sor irányába terelni. Ezeket a jelzéseket az őssejt feldolgozza, integrálja, majd meghozza a lehetséges döntés(ek)e(t) – *elkötelezetté* válik –, és ennek megfelelően kezd differenciálódni (Halley et al., 2008; Mohn – Schübeler, 2009).

Az érem másik oldala

A fent vázolt *komplex, adaptív szabályozó rendszer* – amelyben viszonylag kis változások is több száz vagy inkább ezer gén kifejeződését érintik (illetve érinthetik) – biztosítja a szöveti összegek rendkívüli *plaszticitását*. Ez teszi lehetővé, hogy az összegek mindkét alapvető feladatuknak megfeleljenek. Fiziológias körülmények között fenntartsák az adott szövet *homeosztázisát*, vagyis pótolják az öregedő, pusztuló sejteket, illetve sérülés esetén biztosítsák az érintett szövet *regenerációját*.

Ugyanakkor a rendszerben fellépő minimális hiba is komoly patológiás következményekkel járhat. Az MSC-k könnyen a daganatok növekedését és áttétek képzését elősegítő aktivált fibroblastokká vagy a különböző létfontosságú szervek (máj, lép, vese) kötőszövetes elfajulásáért felelős myofibroblastokká alakulhatnak.

Kulcsszavak: *epigenetikus tájkép, genetikai promiskuitás, génexpressziós ujjlenyomat, immun-suppresszió, mesenchymalis sejt, myofibroblast, plaszticitás*

IRODALOM

- Bianco, Paolo – Robey, P. G. – Simmons, P. J. (2008): Mesenchymal Stem Cells: Revisiting History, Concepts, and Assays. *Cell Stem Cell*. 2, 313–318.
- Caplan, Arnold I. (2007): Adult Mesenchymal Stem Cells for Tissue Engineering Versus Regenerative Medicine. *Journal of Cellular Physiology*. 213, 341–347. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jcp.21200/pdf>
- Collas, Phillipe (2009): Epigenetic States in Stem Cells. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – General Subjects*. 1790, 900–905.
- Dominici, Massimo – Le Blanc, K. – Mueller, I. et al. (2006): Minimal Criteria for Defining Multipotent Mesenchymal Stromal Cells. The International Society for Cellular Therapy Position Statement. *Cytotherapy*. 8, 315–322. http://www.celltherapy-society.org/files/PDF/Resources/ISCT_MSC_Guidelines.pdf
- Friedenstein, Alexander J. – Gorskaja, J. F. – Kulagina N. N. (1976): Fibroblast Precursors in Normal and Irradiated Mouse Hematopoietic Organs. *Experimental Hematology*. 4, 267–274.

- Halley, Julianne D. – Winkler, D. A. – Burden, F. R. (2008): Toward a Rosetta Stone for the Stem Cell Genome: Stochastic Gene Expression, Network Architecture, and External Influences. *Stem Cell Research*. 1, 157–168.
- Jones, Ben J. – McTaggart, Steven J. (2008): Immunosuppression by Mesenchymal Stromal Cells: From Culture to Clinic. *Experimental Hematology*. 36, 733–741.
- Mohn, Fabio – Schübeler, Dirk (2009): Genetics and Epigenetics: Stability and Plasticity During Cellular Differentiation. *Trends in Genetics*. 25, 129–136.
- Nauta, Alma J. – Fibbe, Willem E. (2007): Immunomodulatory Properties of Mesenchymal Stromal Cells. *Blood*. 110, 3499–3506.
- Phinney, Donald G. – Prockop, Darwin J. (2007): Concise Review: Mesenchymal Stem/Multipotent Stromal Cells: The State of Transdifferentiation and Modes of Tissue Repair—Current Views. *Stem Cells*. 25, 2896–902. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1634/stemcells.2007-0637/pdf>
- Waddington, Conrad Hal (1957): *The Strategy of the Genes*. Allen & Unwin, London.

VALÓSZÍNŰSÉG
ÉS RELATÍV GYAKORISÁG

Szabó Gábor

PhD, Zsigmond Király Főiskola Filozófia és Vallástudományi Tanszék,
ELTE BTK Logika Tanszék
gsz@szig.hu

Ha egy természettudóstól megkérdezzük, vajon mit ért azon, hogy egy szabályos kockával való dobás során a hatos valószínűsége egyhatod, akkor többnyire ilyen választ fogunk kapni: az egyhatod valószínűség azt jelenti, hogy egy elegendően hosszú dobássorozatban a hatos dobás relatív gyakorisága közel egyhatod lesz. A válasz mögött meghúzódó álláspontot a valószínűség *relatívgyakoriság-interpretációjának* nevezzük.

A relatív gyakoriság- vagy más néven frekvenciainterpretáció a valószínűségnek nem az egyetlen interpretációja,¹ a természettudósok között azonban bizonyosan a legnépszerűbb. Az interpretáció történetileg a 19. század közepére nyúlik vissza: Cambridge-ben jelent meg Robert Leslie Ellis és John Venn munkássága nyomán, mintegy empirista válaszként Laplace klasszikus valószínűség-interpretációjára, amely szerint a hatos dobás azért egyhatod valószínűségű, mert a kedvező és az „egyenlően lehetséges” esetek aránya a kocka esetében egyhatod. A válasz nyilvánvalóan az „egyenlően lehetséges” értelmezési nehézségébe torkollott, amely nehézség a frekventista megközelítésben nem jelentkezett. A frekvenciainterpretáció igazi népszerű-

sége azonban csak a logikai pozitivizmus kialakulása során a Berliini kör két képviselőjénél, Hans Reichenbach és Richard von Mises révén tett szert. Kettőjük közül mi az utóbbi elképzeléseit ismertettjük. Von Mises frekventizmusát az 1928-ban megjelent *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*,² és az 1931-es, nagyszabású *Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung in der Statistik und theoretischen Physik* című műveiben fejtette ki, valamint az egyetemi jegyzeteiből 1964-ben posztumusz kiadott *Mathematical Theory of Probability and Statistics*ben.

1. A relatívgyakoriság-interpretáció

A relatívgyakoriság-interpretáció a valószínűséget nem egy szinguláris eseményhez, hanem egy eseménytípushoz rendeli. A hatos dobás valószínűsége a hatos relatív gyakorisága a kockadobások sorozatában. Az olyan szinguláris valószínűségi kijelentésekre vonatkozóan, mint az *Ennek a kockadobásnak a valószínűsége egyhatod* ezek után két álláspont lehetséges. A toleránsabb álláspont Reichenbaché (1949): „Egy szinguláris eset valószínűségére vonatkozó kijelentést nem tekintem jelentéssel bíró

¹ Ehhez lásd majd a szerző *A valószínűség interpretációi* című, hamarosan megjelenő könyvét.

² A könyv a Bécsi kör gondozásában a Philipp Frank és Moritz Schlick által szerkesztett *Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung* 3. köteteként jelent meg.

kijelentésnek, hanem pusztán elliptikus beszédmódnak. Ahhoz, hogy egy ilyen kijelentés jelentéssel bírjon, le kell fordítani ismételt történések sorozatában relatív gyakoriságokra vonatkozó kijelentésre. A szinguláris eset valószínűségére vonatkozó kijelentésnek tehát átvitt jelentése van, amelyet az általánosról a partikuláris esetre való jelentésátvitellel konstruálunk.” (Reichenbach, 1949, 376–77.)

A szinguláris valószínűségi kijelentések tehát csak annyiban értelmesek, amennyiben eseménytípusra vonatkozó kijelentésekből származnak. Ez a származtatás azonban rögtön felveti az alábbi problémát:

„Ha megkérdezzük tőlünk egy szinguláris jövőbeli eset valószínűségét, akkor először is az esetet egy megfelelő referenciaosztályba kell sorolnunk. Az egyedi dolgok vagy események azonban sok referenciaosztályba sorolhatók, amelyekből különböző valószínűségek származnak. Ezt az ambiguitást nevezzük a referenciaosztály problémájának.”³ (Reichenbach, 1949, 374.)

A referenciaosztály problémája tehát bármely olyan frekventista értelmezés problémája, amely a szinguláris kijelentéseknek jelentést tulajdonít. Elkerülni csak úgy lehet, ha a szinguláris valószínűségi kijelentésektől minden értelmet megvonunk. Ez a radikális álláspont von Mises-é (1928): „... annak a »va-

lószerűségnek, hogy megnyerjük a csatát» például nincs helye valószínűségelméletünkben, mert nem tudunk elgondolni egy olyan kollektívát, amelyhez ez az esemény tartozna. A valószínűség elmélete ugyanolyan kevésbé alkalmazható erre a problémára, mint amennyire a munka fizikai fogalma alkalmazható a színész munkájára midőn eljátszsa szerepét a színpadon.”

Egy eseménytípus vagy más szóhasználatban egy tulajdonság valószínűsége tehát a tulajdonságot instanciáló egyedi események bekövetkezési gyakoriságával azonos egy alkalmasan választott referenciaosztályon. A frekventista interpretáció rendszerint a következőképpen halad. Mivel a valószínűséget relatív gyakorisággal azonosítjuk, ezért első lépésben a valószínűség mértékelméleti fogalmait egy másik matematikai diszciplína, a sorelmélet fogalmaival reprezentáljuk. Az alapstruktúra tehát a mérhető tér helyett a sorozat lesz. A második lépésben a sorozatokat interpretáljuk fizikailag úgy, mint bizonyos eseménytípusba tartozó szinguláris események rendezett összességét. Mindkét lépésnek megvan a maga nehézségei. A valószínűségelmélet más matematikai struktúrákkal való reprezentációja azt a problémát veti fel, amelyet Wesley C. Salmon (1966, 63.) megengedhetőségi kritériumnak nevez: az így nyert struktúrák vajon a releváns szempontból izomorfak lesznek-e a valószínűség mértékelméleti megfogalmazásával. A második lépés, a sorozatok fizikai interpretációjának nehézsége abban áll, ami minden interpretáció közös nehézsége, és ami Salmon osztályozásában a *kideríthetőség* nevet viseli: mit is jelentenek *fizikailag* a sorozatok? A két kritériumot az alábbiakban gondosan elkülönítve tárgyaljuk.

Ami a kideríthetőséget illeti, azt kell tehát megvizsgálnunk, hogy a frekventista iskola

hogyan értelmezi az interpretáció matematikai alapjául szolgáló sorozatokat. A sorozatok szinguláris események, megfigyelések rendezett összessége. Ez rögtön nyilvánvalóvá teszi azt a tényt, hogy a sorozatok révén definiált valószínűség érzékenyen fog függni a sorozatokkal reprezentált események körétől. Milyen egyedi eseményeket tekintünk kockadobásnak? Milyen magasról, milyen sebességgel kell eldobni a kockát, hogy az dobásnak számíton? A referenciaosztály rögzítése tehát előfeltétele minden frekventista definíciónak. Milyen események alkossák tehát a referenciaosztályt? Ebben a kérdésben két ellentétes álláspont létezik: az *aktuális* és a *hipotetikus* frekvenciainterpretáció.

Az aktuális frekventizmus a szigorú empirista hagyomány szellemében a sorozatokat az aktuálisan megfigyelt események halmazával azonosítja. Mivel ez a halmaz véges, ezért a matematikai struktúra a véges sorozat, amelynek elemei tulajdonságok valamilyen algebrájából vesznek fel értékeket. Egy tulajdonság (eseménytípus) valószínűsége a véges sorozatban vett relatív gyakorisága. Ahogy Venn (1866) fogalmaz: „A valószínűség semmi más, mint arány”. A hatos valószínűsége tehát a kockának egy adott véges sorozatában a hatos dobás relatív gyakorisága.

Ez az elképzelés jól vizsgálja a kideríthetőség kritériuma szempontjából: minden valószínűségi kijelentés szigorúan verifikálható lesz. Ugyanakkor azonban a valószínűség fogalmának ilyen szigorú operacionalizálása kiüresíti a fogalmat. Az interpretáció elvileg zárja ki annak lehetőségét, hogy a valószínűség ne manifesztálódjon maradéktalanul minden statisztikus mintán. Egy valószínűségi kijelentés csak az aktuálisan megfigyelt véges számú esetre alkalmazható, azon túl pedig nem általánosítható. Az aktuális

frekventizmust ebben a véges formában ezért nem is képviseli senki.

A hipotetikus frekventizmus alapstruktúrája a végtelen sorozat. Az értelmezés nehézségét éppen ennek a végtelennek a fizikai értelmezése jelenti. A 'hipotetikus' kifejezés arra a modális elemre utal, amely ezt az iskolát megkülönbözteti szigorúan empirista párjától. Mivel az aktuális világban a megfigyelések száma véges, ezért mondani kell valamit a valószínűséget reprezentáló sorozat végtelen számú nem aktuális eleméről. A klasszikus megoldás valamilyen modális fogalom bevezetése: a sorozat azt az eseményekből álló rendezett összességet reprezentálja, amelyhez aktuális megfigyeléseink tartoznának, ha a kísérletet végtelenszer megismételnénk. A modális elem itt a kontrafaktuális kifejezésben jut kifejezésre. A hatos dobás valószínűsége tehát az az érték, amelyet a hatos relatív gyakorisága határértékben felvenne, ha a kockával a végtelenségig dobálnánk. De hogyan értelmezzük a modális kifejezéseket? A realista megoldás a modális kifejezések mögötti ontológia komolyan vétele. A végtelen sorozatok reálisan léteznek, csak éppen nem az aktuális, hanem egy lehetséges világban. De miképpen léteznek ezek a lehetséges világok?

A gondolatmenetet nem szükséges folytatnunk. Látható, hogy a hipotetikus frekventizmus, és amibe torkollik, a modális realizmus, súlyos metafizikai elköteleződéssel jár. Ezért a hipotetikus frekventizmusnak ma, a véges aktualizmushoz hasonlóan szintén nem akad képviselője. A reálisan létező interpretációk a két szélsőség között lavíroznak.

Térjünk át a megengedhetőség kérdésére. A feladat itt az, hogy a valószínűség mértékelméleti megfogalmazásának megadjuk valamilyen izomorf matematikai megfogalma-

³ A referenciaosztály problémájának egy korai megfogalmazása John Venn-től (1866) származik: „Tegyük fel például, hogy tíz angolból kilenc megsérül Madeirában tartózkodása során, de tíz tüdőbetegből kilencre jótekonny hatással van ugyanez a hely. Ezek a statisztikák bár képzeletbeliek, de tökéletesen elképzelhetők és összeegyeztethetők. John Smith tüdőbeteg angol; vajon ajánljuk neki Madeirát vagy sem? Más szavakkal, milyen következtetést vonhatunk le a halálát illetően? Mindkét statisztikai táblázat illik rá, azonban ellentétes következményekhez vezetnek... További adat nélkül nem jutunk döntésre.” (222–223.)

zását, amelynek relatív gyakoriságként való fizikai interpretációja valamilyen okból kézenfekvőbb, mint az eredeti megfogalmazásé. A választott matematikai struktúra a legtöbb ilyen esetben a sorozat, izomorfia alatt pedig a következőt értjük. Legyen (Ω, Σ, p) valószínűségi mértéktér, és legyen $x: N \rightarrow \Sigma$ egy sorozat, amely olyan szinguláris események végtelen rendezett összességét reprezentálja, amelyek mindegyike bizonyos Σ -beli tulajdonsággal jellemezhető. Egy $a \in \Sigma$ tulajdonság relatív gyakoriságának határértékét az x sorozatban jelöljük $r_x(a)$ -val. Ekkor a valószínűségnek relatív gyakoriságként való *matematikai* reprezentációját így definiáljuk:

Definíció: Egy (Ω, Σ, p) valószínűségi mértéktér rendelkezik *relatív gyakoriság-moddal*, ha létezik olyan $x: N \rightarrow \Sigma$ sorozat, ahol minden $a \in \Sigma$ tulajdonságra $r_x(a) = p(a)$.

Hangsúlyozzuk: egy ilyen modell létezése még nem jelenti azt, hogy a valószínűségeknek van relatív gyakoriság-interpretációjuk. Az 'interpretáció' kifejezést a fentiekkel összhangban kizárólag a fizikai interpretációra tartjuk fent. A relatív gyakoriságmodell csak az első lépés a relatív gyakoriság-interpretáció felé, amelyet a modell fizikai értelmezésének kell követnie.

2. Kollektívák

A valószínűségelmélet tárgyát von Mises az alábbi módon jellemzi:

„A valószínűségelmélet tárgya a nagyon gyakran és változatlan körülmények között végzett kísérletek vagy megfigyelések hosszú sorozatait.⁴ Megfigyeljük például egy pénzérme vagy egy kockapár ismételt eldobásának kimeneteit; feljegyezzük az újszülöttek nemét

⁴ Vö. Ludwig Wittgenstein (1956): „Nincs olyan különleges tárgy, amely a valószínűségi kijelentések sajátos tárgya lenne.” (5.1511)

egy populációban; meghatározzuk egy céltáblára irányzott egymást követő lövések találati helyeinek koordinátáit; vagy, hogy egy általánosabb példát adjunk, feljegyezzük az »azonos folyamattal« mért »azonos fizikai mennyiség« mérési eredményeit. Minden esetben megfigyelések valamely sorozatával van dolgunk; meghatározzuk a lehetséges kimeneteket, és feljegyezzük az aktuálisakat.” (Mises, 1964, 2.)

A jellemzésből rögtön kitűnik, hogy a tömegjelenségek reprezentációja valamilyen rendezett módon történik, azaz lehetséges eseménytípusokat (attribútumokat) instanciáló aktuális események sorozatával. A szóba jöhető sorozatok karakterizációja a tömegjelenségek empirikus jegyeinek vizsgálatai révén válik lehetővé. A valószínűségelmélet fogalomkörébe eső jelenségeket von Mises szerint két ilyen jegy jellemez. Az első a relatív frekvencia stabilitása:

„A valószínűségelmélet szempontjából lényeges, hogy a tapasztalat szerint a kockajátékokban, és minden egyéb tömegjelenségben, amelyet említettünk, bizonyos attribútumok relatív gyakorisága egyre stabilabbá válik a megfigyelések számának növekedtével.”⁵ (Mises, 1964, 108.)

A másik empirikus jegy a véletlenség, amelynek vizsgálata von Mises frekventista valószínűséginterpretációját minden más

⁵ Sőt, a tapasztalat szerint a relatív gyakoriságnak ez a stabilizálódása viszonylag gyorsan következik be: „Hallgatolagos feltevésünk, hogy a valószínűségelmélet néhány ismert alkalmazási területén (véletlen játékok, fizika, biológia, biztosítás stb.) a frekvenciák (a különböző problémák esetében különböző mértékben) viszonylag gyorsan tartanak határértékeik felé... Ennek a feltevésnek semmi köze a valószínűségi kalkulus axiómáihoz, és nem magyarázható semmilyen elméleti statisztika révén, hiszen az éppen ezen a feltevésen nyugszik.” (Mises, 1964, 108.)

frekventista interpretációtól megkülönbözteti. A véletlent von Mises a következőképpen ragadja meg. Képzeljünk el egy játékoszt, aki a kaszinóban rulettezik, és hol a pirosra, hol a feketére tesz. A játékosnak különböző játékstratégiái lehetnek: például, ha három egymást követő pirosat lát, akkor a következőben feketére tesz; vagy figyeli a szomszéd asztalt, és amikor ott fekete jön ki, akkor a következő körben itt is a feketére fogad; vagy egyszerűen minden prímszámú menetben a feketére tesz⁶ stb. Ám játékosunk „...előbb vagy utóbb arra a szomorú következtetésre jut, hogy egyik rendszer sem képes javítani esélyeit a hosszú távú nyeresben, azaz befolyásolni a relatív gyakoriságot, amellyel a különböző színek vagy számok megjelennek abban a sorozatban, amelyet a játékos a játék teljes sorozatából kiválasztott.” (Mises, 1964, 10.)

A relatív gyakoriság határértékének ezt a játékstratégiára való invariancióját nevezi von Mises a *kizárt játérendszer elvének* (*Prinzip vom ausgeschlossenen Spielsystem*) vagy *szabálytalansági axiómának*.⁷ A tömegjelenségek véletlen jellege tehát a fentihez hasonló esély-növelő játékstratégiák nemlétét jelenti.

A tömegjelenségek két empirikus jegye tehát a relatív gyakoriság stabilizációja és a véletlenség. A két empirikus jeggel rendelkező rendezett összességeket von Mises *kollektíváknak* nevezi. Az empirikus kollektívák matematikai reprezentációja végtelen sorozatokkal történik, amelyeket von Mises ugyancsak kollektíváknak nevez.

Milyen matematikai kollektívák reprezentálják helyesen az empirikus kollektívákat?

⁶ E stratégiának Joseph Leonard Doob szerint az az előnye, hogy a játékosnak a fogadások között egyre több ideje lesz gondolkodni a valószínűségelméletéről.

⁷ Amely elvet a *perpetuum mobile* nem létezésének termodinamikai tételéhez hasonló alapelvnek tart.

A relatív határérték empirikus stabilizációját von Mises matematikailag úgy reprezentálja, hogy a valószínűség fogalmát kizárólag olyan sorozatok esetében tartja alkalmazhatónak, amelyekben a tulajdonságoknak végtelen határértékben van relatív gyakoriságuk. A másik empirikus jegy, a véletlenség reprezentációját von Mises a *helyszelekció* fogalmának bevezetésével kívánja megoldani. A helyszelekció egy eljárás, amelynek segítségével az eredeti sorozatunkból bizonyos szempontok alapján kiválasztunk egy részsorozatot. (A pontos definíciót lásd alább.) Egy sorozatban egy adott attribútum véletlenszerűen fordul elő (helyszelekciók egy adott halmazára nézve), ha relatív gyakorisága ugyanaz lesz a szelekcióval szűrt valamennyi részsorozatban, mint az eredeti sorozatban. A véletlenség tehát a szelekcióra való érzéketlenséget hivatott kifejezni. A véletlenségnek ez a reprezentációja fejezi ki azt a fizikai tény, hogy fenti rulettjátékosunk nem képes úgy szelektálni a futamok között, hogy a piros–fekete arányt megváltoztassa. A rulett azért véletlen játék, mert a kimenetek aránya érzéketlen a fizikailag megengedhető helyszelekciókra nézve.

A matematikai kollektívák tehát aszimptotikus relatív gyakorisággal rendelkező véletlen sorozatok. Definíciójuk formálisan a következő:

Definíció: Legyen Σ valamilyen tulajdonságok (attribútumok) algebrája, és legyen $x: N \rightarrow \Sigma$ egy sorozat. Egy x sorozatot *kollektívának* nevezzük,

- ha minden tulajdonságnak a sorozatban létezik aszimptotikus relatív gyakorisága, vagyis minden $a \in \Sigma$ -ra létezik a fentebb definiált $r_x(a)$ érték;
- és ez a határérték nem változik a megengedhető helyszelekciókra nézve, vagyis ha φ megengedhető helyszelekció, $\varphi(x)$ pe-

dig a helyszelekcióval szűrt részsorozat, akkor minden $a \in \Sigma$ tulajdonságra:

$$r_x(a) = r_{\varphi(x)}(a)$$

Egy x kollektíva akkor relatívgyakoriság-moddellje egy valószínűségi mértéktérnek, ha a fenti definíció értelmében a relatív gyakoriságok képesek reprodukálni a mértéktér valószínűségeit. Ilyenkor a kollektívában egy, a tulajdonsághoz tartozó aszimptotikus relatív gyakoriságot az a tulajdonság $p_x(a)$ valószínűségének nevezzük.

A kollektíva fenti definíciója nem mond semmit arról, hogy mit tekintünk megengedhető helyszelekciónak. A kollektíva fogalma nyilvánvalóan érzékenyen függ a megengedhető helyszelekciók körétől (és a tulajdonságok algebrájától). Mielőtt erre a kérdésre térnénk, vizsgáljuk meg előbb azt, hogy hogyan képzel el von Mises a kapcsolatot a véges empirikus kollektívák és ezek matematikai reprezentációjával használt végtelen kollektívák között. Von Mises kettős szóhasználatát nem véletlen; megértéséhez fontos tudatosítani azt az empirikus attitűdöt, amely valószínűségelméletét – a szigorú axiomatizálására való törekvése mellett – megkülönböztette a végül uralomra jutó mértékelméleti megközelítéstől. Von Mises számára a valószínűségelmélet nem az absztrakt matematika egyik ága, hanem ugyanolyan empirikus tudomány, mint a mechanika vagy (sic!) a geometria:

„Valószínűségelmélet alatt mi, akárcsak mechanika vagy geometria alatt megfigyelt mennyiségek bizonyos tartományának tudományos elméletét értjük. Ha megpróbáljuk leírni a tudományos kutatás ismert formáit, a következőket mondhatjuk: minden egzakt tudomány megfigyeléssel kezdődik, amely kezdetben hétköznapi nyelven nyer megfogalmazást, majd a pontatlan kifejezések egyre

finomodnak, míg végül axiomatikus feltevésekkel helyettesítjük őket, amelyek egyúttal az alapfogalmakat is definiálják. Tautologikus, azaz matematikai transzformációk következnek ezután, amelyek a feltevésekből következő eredményekhez vezetnek, amelyeket visszafordítva a köznyelvbe megfigyelésekkel ellenőrizhetünk operacionalista előírásoknak megfelelően. Így minden elegendően fejlett matematikai tudományban van egy »középső« rész, egy tautologikus vagy matematikai rész, amely matematikai levezetésekből áll. Manapság, a valószínűség tanulmányozásánál gyakori tendencia, hogy ezzel a matematikai részel gondosan és szigorún foglalkozzanak, míg kevés figyelmet szentelnek magának a témának, a valószínűségelméletnek mint tudománynak.

Ez tükröződik abban a tényben is, hogy a »mértékelméleti megközelítést« általában előnyben részesítik a »frekvencia-megközelítéshez« képest. . . A valószínűségi kalkulusban használt matematikai eszközök leírása azonban csak egy része a történetnek. A tömegeloszlás, a sűrűségeloszlás, az elektromos töltés mind-mind additív függvények. Ha a valószínűségben semmi sajátos nincsen, akkor miért definiáljuk valószínűségi eloszlások függetlenségét, és miért nem definiáljuk a tömegeloszlásokét? Miért használunk véletlen változót, konvolúciót, láncokat és a valószínűségi kalkulus egyéb sajátos fogalmait?» (Mises, 1964, 43–44.)

Az utolsó két bekezdés utalásai Andrej Kolmogorov valószínűség-számítására vonatkozik. A valószínűségelmélet von Mises szerint tehát nem egy speciális mértékelmélet, hanem egy matematizált, ugyanakkor mégis empirikus tudomány. Ezért a nézetért, amely összhangban állt tágabb empirista tudományfilozófiai nézeteivel – lévén a Berliini kör reprezentáns alakja –, gyakran érte vád:

„Von Mises definíciója összekeveri az empirikus és teoretikus elemeket, amelyeket általában szétválasztunk a modern axiomatikus elméletekben. Ahhoz hasonlít ez, mintha a geometriai pontot krétapontok végtelenül csökkenő határértékeként definiálnánk.” – írja Harald Cramér (1946) von Misesről, aki így válaszol Cramér vádjára:

„Az »empirikus és teoretikus elemek összekeverése« véleményünk szerint elkerülhetetlen egy matematikai tudományban. Amikor a rugalmasságtanban bevezetjük a feszültség fogalmát, nem szorítkozhatunk pusztán arra a megállapításra, hogy ez egy másodrendű szimmetrikus tenzor. Be kell még vezetnünk a kontinuummechanika alapfeltevéseit is, a Hooke-törvényt stb., amelyek mindegyike empirikus és teoretikus elemek összekeverése. A rugalmasságtan nem tenzoranalízis. . . a megfigyeléstől az elméleti fogalmakhoz való átmenet nem teljesen matematizálható. Nem logikai következtetés ez, inkább választás, amely, úgy hisszük, új megfigyelések mellett egyre bizonyosabb lesz.” (Mises, 1964, 45.)

A kollektíva a feszültséghez hasonlóan egy empirikus tudomány elméleti fogalma. Az a tény, hogy a valószínűségelmélet ilyen elméleti fogalmakat használ, nem jelent nagyobb problémát, mint a »végtelenül vékony vonal« fogalma a geometriában, vagy a »sebesség« fogalmának használata a mechanikában.

„A valószínűség fogalmának a valószínűségelméletben ugyanaz a struktúrája, mint bármely olyan terület alapfogalmának, amelyen a valóság leírására és reprezentációjára matematikai analízist használunk. Tekintsük például a sebesség fogalmát a mechanikában. Amíg a sebesség csak mint az s elmozdulás és a t idő hányadosa mérhető, ahol mind s és t véges, nem nulla mennyiség, addig a sebesség a mechanikában mint ennek a hányadosnak

a határértéke van definiálva amint $t \rightarrow 0$ vagy mint a dt/ds differenciálhányados. Nincs értelmese megkérdezni, hogy a differenciálhányados létezik-e a »valóságban«. Matematikai létének feltevése a mozgás elméletének egyik alapja; igazolását abban leli, hogy segítségével képesek leszünk megfigyelhető mozgásokat leírni és megjósolni.” (Mises, 1964, 1–2. o.)

Hasonlóan: a relatív gyakoriság határértéke, akárcsak a sebesség, elméleti fogalom. Bevezetésüket bizonyos hányadosok értékének stabilizációja indokolja a gyakorlatban. A relatív gyakoriság empirikus stabilizációja azonban még nem jelenti a határérték létezését. Jól ismert tény, hogy egy végtelen sorozat véges kezdőszelvényének ismerete semmilyen információval nem szolgál a sorozat határértékének tekintetében; sőt létezése tekintetében sem. Vagyis egy tetszőlegesen nagy véges minta esetében sem tudjuk kiválasztani azt a kollektívát, amely a mintát hivatott reprezentálni. Véges számú megfigyelés alapján nem jelenthetjük ki, hogy a határérték létezik, és még ha létezik is, nem tudhatjuk, hogy mi ez az érték. A sebesség vagy a sűrűség esetében azonban ugyanez a helyzet – érvel von Mises – ezek a fogalmak mégis jó szolgálatot tesznek a gyakorlati predikciókban. Így a valószínűség relatív gyakoriság-értelmezése semmivel sem áll rosszabbul, mint bármely, a határérték fogalmára épülő elméleti fogalom.

„A végtelen kollektíva fogalmára épülő elmélet eredményei olyan módon alkalmazhatók megfigyelések véges sorozatára, amely maga logikailag nem definiálható, azonban elegendően pontos a gyakorlatban. Az elmélet viszonya a megfigyeléshez ebben az esetben lényegében ugyanaz, mint az összes többi fizikai tudományban.” (von Mises, 1928)

Az analógia azonban sántít. A nem valószínűségi tudományokban egy elmélet álta-

lában pontos jóslatokkal rendelkezik egy fizikai mennyiség elméleti értékét illetően. Ez az érték azután a megfelelő (önkényesen vagy a gyakorlat által motiváltan választott) hibahatáron belül összevethető lesz a mérési eredményekkel, így igazolható lesz, vagy legalábbis cáfolható. A valószínűségelmélet esetében azonban az elméleti jóslat és a tapasztalat viszonya bonyolultabb. Hogyan igazolható vagy cáfolható ugyanis egy valószínűségi állítás?

Egy tulajdonság valószínűsége nyilvánvalóan nem konfirmálható úgy, hogy egy tetszőleges hibahatárt választva megköveteljük, hogy a valószínűség a vizsgált esetek számának egy adott értékétől kezdve *sohase* térjen el a relatív gyakoriságtól. A relatív gyakoriság empirikus stabilitása nem ennyire szigorú törvény. De talán konfirmálható a nagy számok törvényére hivatkozva. Az valóban nem igaz – hangzik az érv –, hogy egy kollektívában egy véges mintán vett tulajdonság meg egyezne a tulajdonság relatív gyakoriságával, azonban a kettő eltérése valószínűség erejéig rögzített. Vagyis megfelelő valószínűségi konfidenciaküszöböt választva a valószínűségi jóslatok véges mintán ugyanúgy konfirmálhatók vagy falszifikálhatók, ahogyan a nem valószínűségi elmélet jóslatai a nem valószínűségi hibahatár megadása után. Az érv a nagy számok egyik-másik törvényére támaszkodik, amely szerint azonos eloszlású, független véletlen változókból képzett számítani átlag a változók számának növekedtével valószínűségi értelemben tart a várható értékhez.

Ez a kiút azonban, még ha működne is, el van zárva von Mises elől. A nagy számok törvénye egy adott véletlen változó iterálásából származó átlaggal van kapcsolatban. Ezt a valószínűségi változót interpretálják rendszerint úgy, mint egy szinguláris esemény való-

színűségét, amelynek ismételése adja a megfelelően hosszú sorozatok valószínűségét (a szorozatmértékben). Von Mises azonban épp ezt az interpretációt nem engedheti meg, hiszen számára az egyedi eseményeknek nincs valószínűségük, így nem is rendelhető hozzájuk valószínűségi változó.

Megtehetjük persze, hogy a nagy számok törvényeiben szereplő valószínűséget frekventistán értelmezzük, vagyis mint az illető kollektívában valamely attribútum határértékét. A konfirmáció kérdésére azonban ekkor sem kapunk megnyugtató választ. Ekkor ugyanis a nagy számok törvényeiben szereplő szorozatmértéket is frekventistán leszünk kénytelenek értelmezni, vagyis mint bizonyos tulajdonságú *sorozatok* relatív gyakoriságának határértékét *sorozatok sorozataiban*. Így értelmezve a szorozatmértéket a nagy számok erős törvénye arra a tautológiára zsugorodik, hogy adott aszimptotikus relatív gyakoriságú sorozatok sorozatában az adott aszimptotikus relatív gyakoriságú sorozatok relatív gyakorisága 1. De a gyenge törvény sem alkalmasabb a feladatra; ez ugyanis azt mondja, hogy az olyan sorozatok sorozatainak relatív gyakorisága, amelyekben a sorozat kezdőszeletéből számított relatív gyakoriságok tetszőlegesen kicsit térnek el az aszimptotikus relatív gyakoriságoktól, a kezdőszelet hosszával nullához tartanak. De mi köze ennek az állításnak az eredeti kérdésünkhöz, ti., hogy hogyan konfirmálható egy valószínűségi kijelentés? Úgy tűnik tehát, hogy von Mises frekvenciainterpretációja a kideríthetőség tekintetében hagy némi kétséget maga után. Most azonban térjünk át a frekvencia interpretáció megengedhetőségének kérdésére, vagyis arra a kérdésre, hogy a fenti kollektívák mennyire helyes matematika modelljei a valószínűségelméletnek.

3. Helyszelekció

Mindenekelőtt a kollektívák definíciójában szereplő helyszelekciók fogalmát szükséges tisztáznunk. A helyszelekció meghatározásánál Von Mises így fogalmaz: „A végtelen sorozatból egy végtelen részsorozatot úgy választunk ki, hogy a kiválasztandó elem indexénél nem használjuk a tulajdonságbeli különbségeket” (Mises, 1928). A homályos fogalmazás ellenére az intenció világos: egy tulajdonság relatív határértéke nyilván megváltozik, ha a részsorozatot úgy állítjuk elő, hogy a sorozatból egyszerűen kiválasztjuk az adott tulajdonságú elemeket. Az ilyen szelekciókat tehát zárjuk ki. Néhány példa megengedhető szelekcióra:

- i. Kiválasztani a sorozat minden prím indexű elemét.
- ii. Kiválasztani a sorozat egy elemét, ha előtte három adott tulajdonságú elem áll.
- iii. Kiválasztani a sorozat egy elemét, ha egy másik kollektíva azonos indexű eleme egy bizonyos tulajdonságú.

Az i. és ii. szelekciókat törvényszerű, a iii. szelekciót véletlenszerű helyszelekciónak nevezzük. Az első próbálkozások a megengedhető helyszelekció körvonalazására Copelandtól (1932), Reichenbachtól (1932) és Karl Poppertől (1935) származnak, akik egymástól függetlenül érkeztek el az ún. *Bernoulli-szelekció* fogalmához. Informálisan a Bernoulli-szelekció (0-1 sorozatokra) a következőt jelenti. Legyen x egy végtelen 0-1-sorozat. Vegyünk egy véges hosszú 0-kból és 1-esekből álló m hosszúságú 'szót', például 01101-et, és vizsgáljuk meg, hogy a választott szó hol fordul elő x -ben. Ha a szó előfordul a sorozat $x_k, x_{k+1}, \dots, x_{k+m}$ szakaszán, akkor válasszuk ki a sorozat x_{k+m+1} -ik elemét. Ha x végtelenszerű tartalmazza a választott szót, akkor a fenti

szelekció egy végtelen részsorozatot ad. Az olyan sorozatokat, amelyekben a 0 és 1 relatív gyakoriságának határértéke invariáns minden Bernoulli-szelekcióval szemben, *Bernoulli-sorozatnak* nevezzük. A kollektívákat kezdetben a fenti szerzők ezekkel a Bernoulli-sorozatokkal azonosították.

A Bernoulli-sorozatok speciális esetei a *normális számok*: azok a Bernoulli-sorozatok, amelyekben az 1-ek és 0-ák valószínűsége a sorozatban $1/2$. A normális számokra vonatkozóan David Gaven Champernowne (1933) eredménye fontosnak bizonyult a kollektívákra nézve is. Champernowne ugyanis megmutatta, hogy létezik megkonstruálható normális szám: például $azx = 010001101000\dots$, amely bináris számok lexikografikus rendezéséből adódik. Ez a számelméleti eredmény közvetve arra is rámutatott, hogy a Bernoulli-sorozatok nem tölthetik be azt a szerepet, amelyet von Mises a kollektíváknak szánt, mivel a konstruálható Bernoulli-sorozatokban maga a konstrukció nyújt lehetőséget olyan helyszelekcióra, amelyre nézve a relatív gyakoriságok nem invariánsak.

A Bernoulli-sorozatok általánosításaként a helyszelekció fogalmára végül a következő meghatározás született. Legyen $x: N \rightarrow \{0,1\}$ egy végtelen sorozat, és $f: N \rightarrow R$ egy tetszőleges függvény. Az indexek k sorozatából válasszuk ki azt a k' végtelen részsorozatot (ha van ilyen), amelyre teljesül, hogy $c_k = 1$, ahol $c_k = f(b_k)$, $b_{k+1} = 2b_k + x_k$ és $b_1 = 1$. Ekkor a helyszelekciót a $(\phi x)_k = x_k$ egyenlettel definiáljuk. A konstrukció mögött a gondolat nyilvánvaló: a megengedhető szelekciók azok, amelyek csak az elem indexénél kisebb indexű elemektől függenek. E függést a megelőző tagoktól biztosítják a b_k elemek a konstrukcióban.

A definíció azonban ebben a formában, ahogy azt Erich Kamke (1932) megmutatta,

ellentmondásos. Legyen ugyanis $f(k) = x_{l(k)}$ ahol $l(k)$ a legkisebb pozitív egész, amelyre $2^{l(k)} > k$. Ekkor az x_k sorozat épp az x_k sorozat 1 -es elemeit fogja tartalmazni, vagyis az 1 -esek relatív gyakorisága a részsorozatban 1 lesz, bármennyi volt is az eredeti sorozatban. Ha tehát megengedjük a fenti f függvénnyel generált helyszelekciót, akkor kollektívák nem léteznek. Von Mises éppen ettől tartott.

A fenti definíciót Alonzo Church (1940) pontosította. A fenti meghatározásban szereplő f függvényekre kikötötte, hogy azok legyenek rekurzívak. Ezzel a kikötéssel nemcsak Kamke ellenvetése vált elkerülhetővé, hanem von Mises azon félelmére is – miszerint kollektívák esetleg egyáltalán nem is léteznek – megnyugtató válasz érkezett. A kollektívák létezése ugyanis nem magától értetődő. Egy végtelen sorozat tudniillik mindig valamilyen rekurzióval adható meg. Az a rekurzió azonban, amellyel egy ilyen sorozatot megadunk, egyben arra is alkalmas, hogy a sorozat elemei között szelektáljunk: vagyis a sorozat nem lesz véletlen. Konstruktíve nem lehet tehát megadni olyan véletlen sorozatot, amely minden helyszelekcióval szemben véletlen lenne.⁸ Ám a rekurzív függvények megszámlálhatóan sokan vannak, és így Abraham Wald (1937) tétele alapján a helyszelek-

⁸ Von Mises definíciójának értelmességével szemben tipikus korabeli reakció Erhard Tornieré (1933): „Nem hiszem, hogy a próbálkozás, hogy von Mises elméletét tiszta matematikai formába öntsük, sikeresen keresztülvihető, és azt sem hiszem, hogy az ilyen próbálkozásoknak hasznuk volna. Itt nyilvánvalóan azzal a fölöttebb érdekes jelenséggel van dolgunk, hogy egy gyakorlati és teljesen értelmes fogalom – kiválasztás a tulajdonságbeli különbségekre való tekintet nélkül – elvileg zár ki mindenféle tisztán matematikai és axiomatikus megragadást. Mindazonáltal kíváncsi vagyok, hogy ez a kérdés, amely talán alapvető jelentőségű, matematikusok újabb köreinek figyelmét is magára vonja.” (Tornier, 1933, 320.)

ciók fenti megszámlálható halmazára nézve kontinuum sok véletlen kollektíva létezik.

Az öröm azonban nem tartott sokáig. Jean Ville (1939) megmutatta, hogy helyszelekciók bármely megszámlálható halmazához létezik olyan bináris kollektíva, amelyben az 1 -esek aszimptotikus frekvenciája p , azonban a kollektíva minden véges kezdőszekciójában az 1 -esek relatív gyakorisága – véges kivételtől eltekintve – nagyobb vagy egyenlő p -nél. Röviden, a relatív gyakoriság felülről tart határértékéhez. Ez a tulajdonság a (később Alekszandr Hincsin [nemzetközi átirásban *Khinchin*] révén bizonyított) iterált logaritmus törvénye fényében meglehetősen atipikus viselkedésnek számított. Ez a törvény ugyanis a relatív frekvenciák oszcillációjára ad küszöböt; ezzel szemben a frekventista elmélet ezekre az oszcillációkra semmilyen korlátot nem ad. Mindezek azt mutatták, hogy von Mises valószínűségelmélete nem azonos az éppen kialakulóban levő mértékelméleti megközelítéssel. Az ellenvetésekre von Mises laconikusan válaszolt: „Elfogadom a tételt, de nem látom az ellenvetést”. Valóban, von Mises elmélete számára nem jelentett *a priori* előírást, hogy izomorf legyen a kolmogorovi elmélettel.

A frekventista valószínűségelméletre a leg súlyosabb csapást a martingálok megjelenése mérte. A martingálok segítségével Ville megmutatta, hogy a kizárt játérendszer von mises-i elvét a kollektívák nem ragadják meg jól, mivel Ville fenti kollektíváihoz lehetséges olyan stratégiákat gyártani, amelyek végtelen nyereséményhez vezetnek. Ugyanakkor a kollektívák a von mises-i értelemben épp az ilyen nyerő stratégiák létét hivatottak kizárni.

A fenti és a hasonló kritikák hatására von Mises elképzeléseit a valószínűség Kolmogorov-féle mértékelméleti megfogalmazása

végleg háttérbe szorította. A valószínűség-számítás alapjai tisztázásának szentelt 1937-es genfi konferencián – amelyen von Mises maga nem volt jelen – Maurice Fréchet csokorba szedte a frekventista megközelítés hátrá-

nyait, és ezzel a szakma végleg elfordult von Misesétől.

Kulcsszavak: *valószínűség, relatív gyakoriság, von Mises, véletlen sorozatok, helyszelekció*

IRODALOM

- Chapmanow, David Gaven (1933): The Construction of Decimal Normal Numbers in the Scale of Ten. *Journal of the London Mathematical Society.* **8**, 254–260.
- Copeland, Arthur H. (1932): The Theory of Probability from the Point of View of Admissible Numbers. *Annals of Mathematical Statistics.* **3**, 143–156.
- Cramér, Harald (1946): *Mathematical Methods of Statistics.* Princeton
- Church, Alonzo (1940): The Concept of a Random Sequence. *Bulletin of the American Mathematical Society.* **46**, 130–135.
- Kamke, Erich (1932): Über neuere Begründungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. In: Braithwaite R. B. (ed.): *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung.* **42**, 14–27.
- Mises, Richard von (1928/51): *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit.* Berlin [http://lib.org.by/info/M_Mathematics/MV_Probability/von%20Mises%20R.%20Wahrscheinlichkeit,%20Statistik%20und%20Wahrheit%20\(Springer,%201928\)\(de\)\(600dpi\)\(T\)\(1988\)_MV_.djvu#](http://lib.org.by/info/M_Mathematics/MV_Probability/von%20Mises%20R.%20Wahrscheinlichkeit,%20Statistik%20und%20Wahrheit%20(Springer,%201928)(de)(600dpi)(T)(1988)_MV_.djvu#)
- Mises, Richard von (1931): *Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung in der Statistik und theoretischen Physik.* Franz Deuticke, Leipzig–Wien

- Mises, Richard von (1964): *Mathematical Theory of Probability and Statistics.* Academic Press, New York
- Popper, Karl (1935): *Logik der Forschung*, Springer, Magyarul: *A tudományos kutatás logikája.* (ford. Petri György, Szegedi Péter) Európa, Budapest, 1997
- Reichenbach, Hans (1932): Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung. *Mathematische Zeitschrift.* **34**, 568–619.
- Reichenbach, Hans (1949): *The Theory of Probability.* University of California Press, Berkeley
- Salmon, Wesley C. (1966): *The Foundations of Scientific Inference.* University of Pittsburgh Press, Pittsburgh
- Tornier, Erhard (1933): Comment. *Mathematische Annalen.* **108**, 320.
- Venn, John (1866): *The Logic of Chance.* Macmillan, London
- Ville, Jean (1939): *Étude Critique de la Notion de Collectif.* Gauthiers-Villars, Paris
- Wald, Abraham (1937): Die Widerspruchsfreiheit des Kollektivbegriffes der Wahrscheinlichkeitsrechnung. *Ergebnisse eines mathematischen Kolloquiums.* **8**, 38–72.
- Wittgenstein, Ludwig (1922/56): *Tractatus Logico-Philosophicus.* Routledge & Kegan Paul, London, Magyarul: Logikai-filozófiai értekezés. (ford. Márkus György) Akadémiai, Budapest, 1989



KÉT VÁLSÁG KÖZÖTT: EURÓPA ÁTALAKULÁSA 1973–2010¹

Berend T. Iván

az MTA rendes tagja

Bevezetés

A második világháborút követő negyed század során Európa történetének legnagyobb prosperitását élte át. A gazdaság növekedése mind Nyugaton, mind Keleten évi 4% körül mozgott, a gazdaság szerkezete pedig rohamléptekkel alakult át. Nyugaton a mezőgazdasági foglalkoztatás a munkaerő 23%-áról 8%-ára esett, a szolgáltatási szektoré pedig 35%-ról 45–50%-ra nőtt. Nyugat-Európa a nagy válság és a háború nélkülözései után fogyasztói társadalommá vált. A nyugatnémet zurnaliztika a *Fresswelle*-ről, a *Kleindungwelle*-ről majd a *Reisewelle*-ről az egymást követő zabalási, öltözködési, és utazási hullámról beszélt. A lakosság egyharmada új lakásba költözött. Gyors léptékkal haladt előre a jóléti állam kiépítése 30%-ról 50%-ra emelve az állam jóléti költségvetési kiadásait. A szovjetizált Kelet-Európa nagy áldozatok árán rohamosan iparosodott. A közgazdasági teória arról beszélt, hogy a gazdasági válságok és a ciklikus hullámmás már csak történelem.

Az első (kettős) válság 1968–1985

A konjunktúra csúcspontján az 1970-es évek elején azonban a valóság rácaffolt a teóriákra.

¹ Ez az esszé a *Europe Since 1980* (Cambridge University Press, 2010) című könyvemre épül.

1972-ről 1973-ra a gazdaság túlfűtöttségére utaló hatalmas beruházások nyomán Nyugat-Európa évi 10%-os ipari növekedést ért el. A hatalmas energia- és nyersanyagigény e cikkek árait pár év alatt átlagosan 63%-kal növelte meg. A teljes foglalkoztatás a munkásokat és szakszervezeteiket erős pozícióba hozta, és sikeres bérharcokkal érték el látványos béremeléseket. A vállalkozók azonban a szokásos módon, áremeléssel kompenzálták magukat, s így az ún. bér-ár spirál felfelé hajtotta az árakat. A legjobban virágzó Nyugat-Németországban ekkor már évi 7%-os infláció bontakozott ki.

Ilyen előzmények után az úgynevezett jomkipuri háború és az arab olajtermelő országok ezt követő Nyugat elleni bojkottja olajválságot robbantott ki 1973-ban. Néhány évvel később egy újabb politikai esemény, az iráni vallási-fundamentalista forradalom 1980-ra újabb olajválságra vezetett. E két válság nyomán az olajárak tízszeresükre ugrottak, s jelentős, egyes esetekben kétszámjegyű inflációt vontak maguk után.

Mindez átmeneti, politikai események által gerjesztett jelenség lehetett volna. A látványos olajválság mögött azonban fokozatosan bontakozott ki egy újabb technikai forradalom. Ennek kezdetét már a II. világháború végén megjelent nagyszámítógép és nukleáris technika, jetrepülési és rakétatechni-

ka fémjelezte. A kommunikációs forradalom az 1970-es évekre jutott fordulópontjához, amit szimbolikusan a személyi számítógép 1974. évi megjelenéséhez kapcsolhatunk.

A korszakos technikai átalakulás a schumpeteri értelemben vett strukturális válságot váltott ki, ami a régi technikára alapozott vezető és export szektorok hanyatlását és az új technikára épülő új ágazatok felemelkedését jelentette. Mi sem bizonyítja ezt jobban, mint hogy az angol, belga és francia széntermelés együttesen 40%-ra csökkent, a belga, olasz, német, francia és holland textiliparok termelése együttesen felére esett vissza. A nyugat-európai vas- és acélipar alkalmazotti létszáma 59%-kal, a textiliparé 61%-kal, a hajóiparé 37%-kal zuhant, s a teljes foglalkoztatást átlagosan 12%-os munkanélküliség váltotta fel.

A régi ágazatok ilyen zuhanását az új technikára alapozott iparok és szolgáltatások fejlődése csak fokozatosan egyenlíthette ki, s ezért a hetvenes–nyolcvanas évek fordulóján mintegy másfél évtizedet egy új gazdasági jelenség, a stagnáció és infláció együttlétét ki-fejező stagfláció jellemezte. Európa a negyedik hosszú Kondratyev-ciklus leszálló ágába érkezett.²

A gazdasági válság 1970–80-as évei sajátosan egybeestek egy zajos társadalmi-politikai válsággal. A háborút követő prosperitás idejét jellemző társadalmi béke, az úgynevezett *Sozialpartnerschaft* korporatív együttműködési korszakát a szélsőséges társadalmi

² Nyikolaj Kondratyev 1922-ben tette közzé felismerését, ami szerint a világgazdaság fejlődése ötven-hatvanéves ciklusokban pulzál, húsz–huszonöt éves felívelő s ugyanilyen hosszú leszálló ágakkal. Hipotézise szerint ezt a technikai fejlődés váltja ki. A gondolatot azután Joseph Schumpeter dolgozta ki részletes ciklus-teóriává. A Kondratyev-ciklus elméletet sokan nem tartják bizonyítottnak.

konfrontáció időszaka váltotta fel. Valóságos miniforradalmak játszódtak le 1968 májusában. A francia diáklázadást általános sztrájk kísérte. Németországban és Olaszországban a Vörös Brigádok bombamerényletei és gyilkosságai teremtettek politikai válsághelyzetet. 1968 és 1977 között valóságos generációs lázadás játszódott le, amikor is a háború utáni fiatal generációk fordultak szüleik generációja ellen, a beatzene, a szexuális szabadosság és a kommunák közösségi életét állítva szembe szüleik nyárspolgári fogyasztási mániája, újjagdag stílusa, de egyben elhallgatott, sőt elhazudott náci-fasiszta, illetve kollaboráns múltjával. Szimbolikus merényleteik egyértelműen tükrözték a múlt és a korporációs jelen, valamint a politikai intézmények elutasítását. Hanns-Martin Schleyer meggyilkolása 1977-ben egyszerre demonstrálta ezt, hiszen Schleyer a Német Gyáriparosok Szövetségének elnöke volt, aki a háború alatt SS-tisztként szolgált Prágában. Az olasz Vörös Brigádok a FIAT gyár huszonhét menedzserre ellen követtek el merényletet; elrabolták és megölték Aldo Moro miniszterelnököt.

A 70–80-as évek fordulójának kettős válsága lezárta egy korszakot és megnyitott egy újat. Európa átalakulása nagy lendületet vett.

A „három Európa” vége

A kettős válságig aligha beszélhettünk egységes Európáról. Gazdaságilag – mint már századok óta – a nyugat-európai gazdag, fejlett világ, a világgazdaság központja demokratikus politikai berendezkedésével élesen elkülönült a mediterrán, valamint a közép- és kelet-európai perifériáktól, melyeknek egy főre jutó jövedelmi szintje csak a felét érte el a nyugat-európainak. Ezen a helyzeten a szovjet blokk erőltetett iparosítási menete sem tudott változtatni.

Politikailag Európa három külön világot formált, a fejlett demokratikus társadalmak Nyugatjával szemben a Dél mintha a II. világháború előtti rendszerek kövület-maradványa lett volna. Hitler és Mussolini szövetségese, a véreskezű Francisco Franco diktátor autokratikus uralma ugyan valamelyest oldódott az 1950-es évek közepétől, de a diktátor haláláig, 1975-ig Spanyolország lényegében izolálódott, és elkülönült a kontinens nyugati felétől. Ez hasonlóképpen volt António de Oliveira Salazar Portugáliájával is, ahol 1974-ben végül is baloldali katonai puccs számolta fel a rendszert. A két polgárháborút átélt és kíméletlen katonai junta uralma alatt álló Görögországban pedig, ugyancsak a 70-es évek közepén, a ciprusi katonai kaland bukása egyben a diktatúra bukását is maga után vonta.

E sorozatos véletlenek nyomán a mediterrán világ a demokratizálás útjára lépett, az új rezsimok nem számítottak többé politikai páriának, és azonnal az Európai Unió tagságáért folyamodtak, amit 1981, illetve 1986 során mindhárom el is nyert, s ezzel el is indulhat- tak a Nyugathoz való felzárkózás útján.

Kelet-Európa válságok sorozatát élte át, s a korábban említett „kettős válság” korában gazdasági erőfeszítései véglegesen zátonyra futottak. A stagfláció és a strukturális válság következményei itt fatálisnak bizonyultak. A régió elszenvetve a régi technika hanyatlásának minden következményét, de nem tudott alkalmazkodni a kommunikációs forradalom követelményeihez. A nyugati technika és *know how* importjának lehetőségét szigorú nyugati export tilalom zárta el a hagyományosan technikai importra utalt régió elől. A növekedési dinamizmus 1975 körül megtört, és a régió hosszan elhúzódó és egyre mélyülő válságba süppedt. Míg az 1973 előtti negyedszázadban évente közel 4% gazdasági növe-

kedést értek el az államszocialista országok, addig az 1973 utáni negyedszázadban évi átlagban közel 1%-os csökkenés, hosszú stagnáció vált uralkodóvá. A hiányok áthidalására a régió országai kölcsönökhöz folyamodtak, és súlyosan eladósodtak. Adósságállományuk hatmillió USD-ről százmillióra nőtt. Jugoszláviában és Lengyelországban hiperinfláció szabadult el, az elit elvesztette az ígért kiút megtalálásába vetett hitét, és végül ellenállás nélkül vagy minimális és rövid ideig tartó, erőtlen ellenállás után adta fel hatalmát. Másfél évtizeddel az olajválság után a szovjet blokk 1989-ben összeomlott, és ezen az úton két éven belül a Szovjetunió is követte.

A volt szovjet blokk országai, valamint a három volt szovjet balti köztársaság azonnal megindult a demokratikus és piaci átalakulás útján, és pár év után már kopogtatott az Európai Unió ajtaján. A „három Európa” összekapcsolódott, egységesülően volt, amit világosan jelzett, hogy tíz korábbi kommunista ország is az Európai Unió tagjává vált a 21. század első évtizedében.

A globalizáció kihívása

Mindezen európai folyamatok az 1970-es évektől egybeestek a világ gazdaság globalizációjának látványos átalakulásával. Egyharmad évszázad során az ezredforduló körül a világ-export értéke sokszorosára, 1,7 milliárdról hatmilliárdra ugrott, de a külföldi tőkebefektetések összege ennél is négyszer gyorsabban nőtt, nem utolsósorban azért, mert a multinacionális vállalatok – 1973-ban hétezer, de 2010-re negyvennégyezer – leányvállalataikkal behálózták a világot, és a világ iparcikk-kereskedelmének 3/4-ét tartják kezükben.

A pénzügyi világ azonban mindennél sokszorta nagyobb sebességgel hódította meg a világot. A különböző pénzügyi tranzakciók,

napok alatt be- és kiáramló milliárdok a 20. század utolsó két évtizedében napi 15 milliárd dollárról napi 13 trillióra ugrottak. A pénzügyi műveletek értéke ötvenszer gyorsabban növekedett, mint a világkereskedelem. A világ gazdaság új követelményei és kihívásai messze- menő politikai és kulturális-ideológiai következményekkel jártak.

Európa új kulturális és politikai térképének kialakulása

Az átalakulás sodrában a háború utáni évtizedek uralkodó nézetei megkérdőjeleződtek. A strukturális válság és globalizáció új ideológiákat tolt előtérbe. A kommunizmus vál- sága az egész európai baloldalra súlyos csapást mért. A szovjet rendszer már nem képviselt alternatívát, és a baloldaliság átmeneti bálványai – a maoizmus és a kubai forradalom – is hamar ledőltek. A keynesi állami beavatko- zási és keresletteremtő gazdaságpolitika sok évtizedes uralma megdőlt, mert a stagfláció ellen nem kínált orvosságot.

A nyugati világ erőteljes jobbrazárást hajtott végre. Friedrich Hayek és Milton Friedman lépett John Maynard Keynes helyére az állam minél erőteljesebb leépítését, gazdasági beavatkozásának teljes felszámolását hirdetve. A neoliberalizmus közgazdasági iskolájának nézetei ideológiává bokrosodtak, s Ronald Reagan amerikai elnök és Margaret Thatcher brit miniszterelnök személyében szekuláris főpapokat nyertek. A reguláció káros – hirdették –, és a magángazdaságot ki kell szabá- dítani az állami gyámkodás és korlátozás kényszerzubbonyából. A dereguláció hullá- ma számolta fel az 1930-as évek nagy válságá- nak és a háború tanulságainak alapján szüle- tett szabályozásokat. A tőke szabad áramlása és rendszabályozás nélküli vállalkozásai sza- bad utat nyertek. A háború végén Bretton

Woodsban megkötött egyezményt, amely rendezett nemzetközi pénzügyi rendszert és fix átváltási árfolyamokat vezetett be, felszá- molták.

Mi több, az új ideológia jegyében pár év alatt privatizálták a háborút követő prosperi- tás idején döntő szerepet játszó állami tulaj- dont képező gazdasági szektor zömét, ami korábban Nyugat-Európa gazdaságának 20- tól 50%-ig terjedő részét reprezentálta. Éles támadás indult a költséges jóléti rendszer ellen, amit a szabadpiaci gazdasággal össze- férhetetlennek ítélték. Radikális adócsökken- tést sürgettek és hajtottak végre, bár az egy- kulcsú, vagyis regresszív személyi és vállalati adózás csak néhány neofita újkapitalista gaz- daságban nyert bevezetést. A neoliberalizmus, vagy ahogy hamarosan nevezték, piaci funda- mentalizmus a társadalmi érdekeket a gazda- sági érdekek alá rendelte mondván: a jól működő piaci gazdaságból végül is az egész társadalom profitálni fog.

A neoliberalizmus ugyanakkor természe- tes módon fonódott össze egy általános kon- zervatív forradalommal. A neokonzervativiz- mus a család és vallási erkölcs értékeihez való visszatérést hirdette. A középrétegek a jog és a rend követelményeit szegezték szembe a szabadossággal. Helmut Schmidt a német parlamentben „*Ordnung Mania*” kibontako- zásáról beszélt.

Az új, illetve régi-új nézetek széles bázisra letek a gyors ütemben haladó középosztálya- sodásban. Ezekben az évtizedekben ugyanis az úgynevezett „fehérgalléros” alkalmazotti réteg a foglalkoztatottak közel háromnegye- dére nőtt. Ezek a rétegek, de a „kékgalléros” fizikai munkások tömegei is már nem a felet- tük, hanem az alattuk állókat, a vendégmun- kásokat, az idegeneket, akik olcsó bérű orszá- gokba szívták a munkahelyeket és a beván-

dorlóból verbuválódott *underclass*, a lumpen rétegeket tekintették ellenségüknek. A fizikai munkások jelentős csoportjai az idegengyűlölő jobb-, sőt szélsőjobboldal szavazóbázisává váltak. Az újonnan bontakozó *Zeitgeist* szerves részeként hódított a posztmodern kultúra és ideológia. Michel Foucault zseniális műve az örültség történetéről az igazság megismerésének lehetőségét kétségbevonó nihilizmus bibliájává vált. A francia Jacques Derrida és Jean- François Lyotard a két évszázadon át uralkodó felvilágosodási gondolat tagadásával lépett fel. Nem tudhatjuk, mi az igazság, hiszen minden csak szubjektív percepció, elgondolás az igazságról. Ez a világnézet jól egyezett a neoliberalizmussal, hiszen ugyanazt hirdette: nem tudhatjuk mi az igazság, mi a helyes, tehát kívülről nem szabad beavatkozni a társadalmi-gazdasági folyamatokba.

S amikor a baloldali világnézet a szovjet blokk összeomlásával hitelét veszítette, s volt baloldali értelmiségiek tömegei is a neoliberalizmus, posztmodern és dekonstruktivista ideológiák hatása alá kerültek, született meg Francis Fukuyama a pillanat oly jellemző tanulmánya 1989-ben a *Történelem vége* jellegzetes címmel. Fukuyama hegeli értelemben az emberiség ideológiai fejlődése végpontjának tekintette a 80-90-es éveket, az emberi társadalom kormányzatának utolsó formáját vélte felismerni a vetélytárs nélkül maradt nyugati szabadpiaci demokráciában. Voltaire Pangloss mesterének módjára ebben lelte fel minden világok legjobbját.

A tért hódító új ideológiák jegyében Európa politikai térképe is átalakult. Ennek legjellegzetesebb jegyeként a társadalmi osztály- és ideológia-bázisú pártok letűnését kell regisztrálni. Nemcsak a kommunista és euro-kommunista pártok tűntek el, de az olasz

Kereszténydemokrata Párt is. A szociáldemokrata pártok középre tolódtak, és az össznemzeti képviselői igényével léptek fel. Az angol Munkáspárt kétmillió tagot veszített, és a nagy nyugati pártok tagságának fele-háromnegyede leolvadt.

Mi több, a korábban morális és állampolgári kötelezettségnek tekintett választási részvétel 75–80-ról esetenként 40%-ra zuhant.

Új pártformációk nyertek teret, közöttük nemegye a regionalitás zászlaja alatt. Az olasz Lega Nord Észak-Olaszország („Padania”) függetlenségének követelésével lépett színre. Hasonló színezetű regionális pártok törtek Belgium kettészakítására és a skót függetlenség megteremtésére. A baszk és katalán mozgalmak jelentős regionális autonómiát verekedtek ki, s a többnemzetiségű államok sorozatban robbantak szét. Jugoszlávia, Cseh-szlovákia és a Szovjetunió széthullott, huszonhét független országot teremtve a korábban létező nyolc helyén.

Legsikeresebbnek azonban az új populisták pártformációk bizonyultak, mivel elvetették az ideológiákat, és rugalmasan változtatják „elveiket” a politika igényeinek megfelelően. A nehéz viszonyok közepette gyakran egy karizmatikus vezér mögé csoportosulva, az egész nemzet képviselőjeként léptek fel, kemény idegen-, kisebbségellenes és nemzeti retorikával. Gyakran Európa-ellenesek, és a fejlődő-átalakuló országokban az idegen tőke, az „oligarchák”, a brüsszeli diktatúra ellen lépnek fel. A populista pártok különösen sikeresek lettek az átalakulás nehézségeivel küzdő Közép- és Kelet-Európában. A sikeres populisták pártokkal szemben csak kicsiny rétegek támogatására tarthattak igényt az „egy-célú” pártmozgalmak, a zöldek vagy a feministák, részben a korábbi baloldal maradvány pártjai.

Európa válasza a globalizáció kihívására

Nyugat-Európa vezető szerepet játszott a 19–20. század fordulójá körül kibontakozott „első globalizációban”, de akkori monopolpozíciói rég elvesztek. Az 1960-as évekre a gyarmattrendszer is véglegesen összeomlott, ugyanakkor az amerikai és japán versenytársak egyre nagyobb szeleteket hasítottak le a világ-gazdaságból. Nyugat-Európának választ kellett adnia a kihívásra, s a volt világhatalmak nem is késlekedtek ezzel.

Válaszuk az európai integráció volt, s annak az 1970-es évektől bekövetkező elmélyítése. A korai vámunió után valószínű gazdasági uniót építettek ki a tőke és munkaerő szabad áramlását biztosítva.

Maastricht, az egyetlen piac, a schengeni megállapodás, és mindennekfelett a közös valuta és a központi bank szupranacionális intézményei szolgálták a kihívásra adott választ. Az új korszakban a fejlett nyugati nemzetgazdaságok egyre inkább összekapcsolódtak, munkamegosztásuk egyre inkább az iparon belüli kooperációkban valósult meg, és kereskedelmük, valamint tőkekihelyezéseik legnagyobb hányada is az egymás közötti kooperációt szolgálják.

Ha az integráció elmélyítése gyakorlatilag az 1970-es évektől nyert új, nagy lendületet, a globalizációra adott válasz másik döntő eleme, az Európai Unió kiterjesztése, ugyancsak ekkor vette kezdetét. A hat alapító ország 1973-ban vette fel első új tagjait, de ettől kezdve egyre több ország csatlakozását fogadták el. A Hatokból Kilencek, Tizenkettek, Tizenötök, Huszonégyek, majd Huszonhetek lettek egyetlen harmad évszázad leforgása alatt. Az új tagországok jelentős része az európai perifériákról jött, Írország, a mediterrán országok és Közép-Kelet-Európa kevésbé fejlett

országából épült ki Nyugat-Európa gazdaságának új „hátsó udvara”, az az olcsó bérű zóna, amivel végül is közel kétszázmillió új piacokat, a nyugati munkabérek 7–15 %-áért új, viszonylag jól képzett, olcsó munkaerőt kapcsolt a fejlett gazdaságokhoz, ezzel érdemben csökkentve a termelés költségeit.

Európa nyugati fele ezzel gyorsan felzárkózott a nagy versenytárs Egyesült Államokhoz. Bár 1950-ben csak az amerikai termelékenységi szint felét, 1970-ben 70%-át érte el, az ezredfordulóra azonban már gyakorlatilag azonos szintre emelkedett. Az amerikai technika átvételére épülő extenzív fejlesztési modell fokozatosan a jelentős innovációs tevékenységre alapozott intenzív fejlesztési politika váltotta fel. A szintkülönbség az erőteljes kiegyensúlyozás irányába tolódott el.

Az európai integrációból az újonnan csatlakozott, átalakuló országok is sokat nyertek, hiszen szerkezeti modernizáció, demokratikus átalakulás, az új technika beáramlása és jelentős tőkebeáramlás kísérte átalakulásukat. Bár az átalakulás első éveit különlegesen fájdalmasak voltak, s a társadalom nem kis rétegei vesztésként kerültek ki belőle, a modern átalakulás és fokozatos felzárkózás megindult.

Az újabb válság 2008–2010

Ebben a helyzetben robbant ki 2008-ban az újabb pénzügyi válság, ami hamarosan magával rántotta az egész kontinenst.

Az új válság az 1973-at követő átalakulás következményének tekinthető. A neoliberális dereguláció rövid távú hasznának árát fizeti Európa, hiszen a „szabad a gazda”-éra, ahogy ezt Soros György fogalmazta, a pénzügyi tőkét ültette a vezető ülésebe. A szolid tőkés vállalkozásból és biztonságos bankhitelzésből házárdjáték lett hatalmas hasznokkal és még nagyobb kockázatokkal.

A kihelyezett hitelek adás-vétele, a valutaárfolyam, kötvény- és részvény-áralakulásra kötött ún. derivatív üzetek, a bankok kihelyezéseinek megfelelő, kötelező tartaléktőkével való fedezetének megszüntetése, a kereskedelmi és beruházási banki tevékenység teljes összeolvadása és az ún. *hedge fund*-ok szabad nemzetközi hazárd üzletelése olyan méreteket öltött, ami szabályozás nélkül kivédhetetlen kockázatokat teremtett. Az ilyen hazárdjátékos üzleti tőketranzakciók értéke már 1997-ben a világ aggregát GDP-jének két és félszeresét érte el, de az ezt követő további tíz év alatt ezek az összegek tizenötszörösükre ugrottak. A hitelezés és a hitelfelvétel egyaránt fedezetlenné vált, amit jól jellemez, hogy például Ausztria akkora hiteleket folyósított Közép- és Kelet-Európának, amely GDP-jének 80%-át érte el. Görögország hitelekkel építette ki költséges jóléti intézményeit, és eladósodottsága végül hamarosan eléri GDP-jének másfélszeresét. Az olcsó és felelőtlen hitelekkel az ingatlanpiac különleges konjunktúrája vitte az égbe az árakat. Lettország és Bulgária GDP-je 20%-át is elérő hiteleket vett fel évente.

A buborék 2008-ban kipukkant. A házat többé nem akarták és nem tudták új vevők megfizetni, a hitelek visszafizetése lehetetlen-

né vált. A gazdaság növekedése hirtelen megállt, a munkanélküliség krónikus méreteket öltött, és a világ kötvénypiaci ötvenmilliárd dollárról ötmilliárd dollárra esett vissza. A világ gazdaság hosszú, ötven-hatvanéves ciklusának felszálló konjunktúrája az 1980-as évektől kiindulva 2000–2007 közötti elérte csúcát, és az ötödik hosszú, ún. Kondratyev-ciklus lefelé tartó ága köszöntött be, a hosszabb, esetleg 2015–20-ig is eltartó stagnáció, lassú növekedés szakaszát nyitva meg.

1973 és 2008 két válságával a kör bezárult. Úgy tűnik, ezzel a neoliberális ideológia és gyakorlat is válságba került, Európa visszatér a szolidabb, szabályozott piaci rendszer világába, ami a társadalom érdekei alá rendeli a gazdaságot. Európa válasza kényszerű, ami előrelendítheti az integráció folyamatait. Ezzel a válsággal ismét csak lezárulhat egy harmadszázados korszak, és megnyitva új, számátalan találgatás és sokkoló előrejelzés, egymástól homlokegyenest eltérő víziók sorozata előtt az utat.

Kulcsszavak: *strukturális válság, globalizáció, konzervatív forradalom, neoliberalizmus, neokonzervativizmus, a három Európa vége, tömegpártok letűnése, új pártformációk, dereguláció, spekulatív üzlet*



1989 ÚJRAÉRTELMEZÉSE

Miszlivetz Ferenc

az MTA doktora, tudományos tanácsadó, az Érték és Kultúra Műhely vezetője,
MTA Politikai Tudományok Intézete
fmiszlivetz@yahoo.com

1989 értékelése a kezdetektől megosztotta az elemzők táborát. A politológusok és szociológusok többsége 1989-et a liberális demokrácia kelet-közép-európai győzelmeként értékelte. Jürgen Habermas vagy Timothy Garton Ash például nem láttak semmi újat, semmilyen eredeti, innovatív gondolatot megjeleníteni, még kevésbé megvalósulni vagy intézményesülni a „báronyos forradalmak” során. E szerint az álláspont szerint 1989-ben csupán a helyükre kerültek a dolgok, és ha egyáltalán beszélhetünk „forradalmakról”, azok legfeljebb ezt a helyrebillentést szolgálták („nachholende Revolution” vagy „rectify-ing revolution”, Habermas, 1990)

Másoknak, mint Andrew Arato, ettől gyökeresen eltérő a véleményük: értékelésük szerint 1989-nek radikálisan új üzenete volt a demokrácia és a civil társadalom terén. Én magam is azon az állásponton vagyok, hogy ’89 jelentése és üzenete alapvetően új megvilágításba és keretek közé helyezi a közép-európai és az európai demokráciák eddigi történelmét, és globálisan is új perspektívákat nyit a jövő számára. Ez akkor és annak ellenére is így van, ha azok az eredmények, amelyeket az elmúlt két évtized kelet- és közép-európai átmenetei produkáltak, messze elmaradnak a demokratikus átalakulás híveinek és aktivistáinak eredeti elképzelései és elvárásai mögött, és különösen azok mögött

a lehetőségek mögött, amelyek a berlini fal leomlásával és a vasfüggöny megszűnésével mind regionális, mind európai, mind globális szinten felmerültek.

Két évtized megfelelő távlatot ad a markánsan eltérő álláspontok újbóli összevetésére és újraértékelésére. Pontosabban az elmúlt két évtized fényében a politikai cselekvés vagy éppen nemcselekvés vezérfonalait adó eszmék és ideológiák már gyakorlati szempontból is mérlegre tehetők. Annál is inkább, mivel az 1989-cel és az azt követő „átmenettel” foglalkozó elemzések sora nem szakadt meg: a legfrissebb értékelések között már árnyaltabb, néhol önkritikus, korábbi sarkos álláspontokat finomító tanulmányok is megjelennek (Lásd például Kornai János, 2007). Egy frissen megjelent szintetizáló, átfogó jellegű tanulmányában Paul Blokker (2009) amellet érvel, hogy 1989-nek számos olyan fontos implikációja létezik, amelyeket a politikaelmélet elhanyagol vagy teljesen figyelmen kívül hagy. E sorok írójához hasonlóan ő is 1989 teljes újragondolását javasolja – különös tekintettel a demokráciával és a civil társadalommal kapcsolatosan érvényben lévő nézetekre és elméletekre.

A ’80-as évek szellemi pezsgése

A ’80-as évtized termékeny és kreatív időszak volt mind intellektuális értelemben mind a

társadalmi változás érdekében szerveződött alternatív mozgalmak, civil kezdeményezések kivirágzását és együttműködését tekintve. Kritikai gondolatok, stratégiai, hosszú távú koncepciók, fejlődési alternatívák egész sora bukkant fel és vált népszerűvé, széles körben vitatottá, hogy azután elsüllyedjenek a '90-es évek kezdeti átmeneti korszakának forgatagában. Visszatekintve egyértelműnek látszik, hogy szükségszerűen kerültek le a napirendről az átalakulásnak és az új kényszerpályákhoz való igazodásnak ebben a forgatagában és az ezáltal generálódó szellemi miliőben az olyan koncepciók, mint Bibó István „önkorlátozó forradalma”, vagy a civil társadalom önkorrekciós képessége (Arato, 1981, 1992), „önterápiája” (Miszlivetz, 1989) mint a demokratizálódás folytatásának kritériumai; vagy akár olyan hosszú távú szemléletet tükröző programok, mint a civil társadalom nemzeti korlátokat átszelő hálózatainak a regionális, az európai és a globális civil társadalom projektje (Kaldor – Vejvoda, 2002). Hasonlóképpen naiv illúzióként került használaton kívülre a közép-európai együttműködés gondolata, noha mind a civil társadalom, mind Közép-Európa normatív koncepciókként a szellemi erjedés gyűjtőpontjában állottak a '80-as évek elejétől (Borsody, 1998; Miszlivetz, 1993).

A civil társadalom mint a demokrácia önkorrekciós képességének garanciája

A kérdés tehát kiélezett formában megfogalmazva: jelentett-e törésvonalat 1989 a liberális demokráciák történetében, hozott-e valami radikálisan újat, vagy csupán belesimult az eddigi tradíciók valamelyikébe, ezáltal – úgy mond – helyreöklentve a kelet- és közép-európai átmenetileg kisiklott történelmét.

Habermas nyomdokain haladva Claus Offe azon az állásponton van, hogy miután nem létezett semmiféle *ex ante* forradalmi elmélet, így nem is várható semmilyen társadalmi vagy politikai értelemben vett forradalmian új, intézményesülési képes eredmény, a társadalomszerveződés semmilyen új koncepciója. Ralf Dahrendorf ki is mondja, hogy 1989-cel „egy hosszú és fájdalmas kitérőnek van csupán vége” (Dahrendorf, 1991).

Bruce Ackerman némileg megengedőbb '89 innovatív jellegét illetően. A liberális forradalmak második hullámáról beszél, amely „... meg fogja változtatni Európa és a világ arculatát” (Ackerman, 1992, 3.).

Egy önkorrekciós liberális rendszer kialakulását valószínűsíti, amely belülről, politikai eszközökkel radikálisan átalakítható, anélkül, hogy ez visszasüllyedéshez vezetne az erőszakos forradalmak világába. '1989 „békés, demokratikus forradalmi” számára a liberális forradalmi hagyományok újjáélesztését jelentik – úgy látja, hogy az amerikai hagyomány szellemében lehetővé válik az új politikai rendszerek ciklikus megújulása. Eszerint '89-ben nem történt más, mint az amerikai alkotmányozási hagyományok újjáéledése. Ebben az esetben is inkább a hagyományokhoz való visszatérésről, mintsem valami teljességgel új jelenségről van szó.

Ezekben az elemzésekben sok a megszívlelendő és elfogadható szempont. De mégis nyitva marad a kérdés, hogy értelmezhető-e 1989 (és mindaz, amit ez alatt a dátum alatt értünk) akár az európai, akár az amerikai hagyományokhoz való pusztá visszatérésként, vagy valami másról, többről van szó? Arról, hogy a Kelet-Közép-Európában 1956-tól kezdődően megfogalmazódó, és részben sikerrel megvalósított, radikálisan új és innovatív társadalmi és intézményi reform koncepcióknak és törekvéseknek, a részben megvalósult, de nagyobb részt elsorvasztott vagy betiltott intézményi újításoknak, civil társadalmi és ellenzéki hagyományoknak is komoly szerepük volt a '89/91-es fordulat előkészítésében és sikerre vitelében. Ezt a gondolatot először egy 1988-ban írott tanulmányomban, a *Láttelek: Kelet-Európa sérüléseiben* fogalmaztam meg és álláspontomon két évtized távlatára sem változtatott.

A civil társadalom színrelépése, hatása és megszelídítésének kísérlete

Az Adam Michnik által kidolgozott „új evolucionizmust”, a civil társadalom erőszakmentes, de az elbizonytalanodott kommunista államhatalmat módszeresen provokáló és dialógusba kényszerítő akcióit, a szellemi, lelki, intellektuális függetlenedést és szembehelyezkedést a „fennállóval”, röviden az „antipolitikát” aszovjet típusú totalitarianizmus elfogadható eszközének szokás tekinteni a politikatudományi szakirodalomban is, ugyanakkor a civil társadalom kritikai attitűdje és tevékenysége erősen megkérdőjelezte a demokrácia felépítésének 1989-et követő folyamatában. Az 1990-től kezdve domináló felfogás értelmében a civil társadalom politikai szereplésének ideje lejárt, helyét a politikai pártok parlamenti küzdelmei veszik át, a „világosan tagolt politikai mezőben”. „A politika helye a Parlamentben van!” – így szólt és így szól ma is a politikai pártok credoja. A rakoncátlan, a politikusok dolgába beavatkozni kívánó, önszerveződő civil társadalmat tehát Blokker kifejezésével élve „meg kell szelídíteni”. Meg kell találni a helyét – mivel bizonyos területeken szükség van rá (ahol az állam és a magukat a demokrácia legfontosabb, ha nem egyedüli garanciájának tekintő politikai pártok nem tudnak vagy

nem hajlandók teljesíteni). Ez a közkeletű felfogás a demokrácia leszűkített és egyoldalúan értelmezett konvencionális „liberális modelljén” alapul. Alkalmazásával és sokoldalú súlykolásával sikerült átmenetileg gúzsba kötni, de legalábbis visszaszorítani a fantáziát, a társadalmi kreativitást és cselekvőkészséget. E felfogásban, amiben a parlamenti pártok között jelentős egyetértés mutatkozik, a civil társadalom a liberális demokrácia kellékévé, szükség szerint előrángatható díszletévé alakítható. Az így felfogott és meghatározott civil társadalom lehet egyfajta támogatója, kiegészítője ugyan a politikai demokráciának, de aktív, kezdeményező alakítója, esetleg továbbfejlesztője semmiképp.

Az ellenkező felfogás, a civil társadalom tágasabb és komplexebb fogalmának hívei szerint pedig éppen hogy a civil társadalom az a dinamizáló tényező, amely önreflexiós és önkorrekciós képességének köszönhetően magát a demokráciát is képes megújítani, és ha kell, újraértelmezni. E felfogás szerint nincs merev, világosan meghúzható határ a politikai osztály és a civil társadalom között. A mostanihoz hasonló komplex válságok idején pedig különösen nagy a jelentősége annak, hogy a választóvonalakat mennyire tekintjük merevnek és áthatolhatatlannak. Azaz, hogy mennyire nyitott a politikai társadalom a civil társadalom felől érkező üzenetek, párbeszédkezdemények, kritikák és javaslatok iránt. Mereven el- és bezárkózik védőbástyái mögé, vagy képes maga is az önreflexióra és önkorrekcióra.

A merevség töréshez, egyre mérgesedő és egyre nehezebben gyógyítható konfliktusokhoz vezethet, míg a nyitottság konszenzusos átalakulás lehetőségét hordja magában.

És bár a civil társadalom marginalizálása, anyagi függésben tartása, politika alá szorí-

tása, kooptálása, egyszóval emancipálódásának akadályozása terén jelentős sikereket könyvelhet el magának a posztkommunista politikai „elit”, a depolitizáltság mégsem írható elő tartósan a civil társadalom számára. A civil társadalom tevékenysége és önmozgása hosszú távon előre nem meghatározható, nem szorítható végérvényesen a politikai és a gazdasági osztályok által kijelölt mederbe. Éppen ellenkezőleg, a mostani komplex magyar válsághoz hasonló esetekben társadalmi igény mutatkozik a civil társadalom politikai önszerveződésére. Az új politikai szereplők, csakúgy, mint „89-ben, a civil társadalom arénájából kerülnek ki – a politikai osztály a civil társadalomból táplálkozik, jó esetben a civil közegből szívja magát teli kreatív energiákkal és tettekkészséggel, rosszabb esetben sikertelen elzárkózási és elhatárolódási kísérletei kudarcával fogolyként kerül a civil társadalom csapdájába és onnan a politikai sülyesztőbe.

A demokrácia konvencionális elmélete nem tud mit kezdeni azzal a hihetetlen formagazdagsággal, amit az elmúlt két évtizedben Európa, de különösen a posztkommunista Kelet- és Közép-Európa társadalmi produkáltak a demokratizálódás terén. Idegenek számára a közvetlen demokrácia megnyilvánulásai, nem tud mit kezdeni a civil szervezetek önálló közéleti vagy akár parlamenti szereplésének gondolatával, nem bátorítja a határokat átlépő hálózatosodást és a meglévő együttműködések intézményesülését. Ennek a merevségnek és a mögötte húzódozó pozícióföltésnek és fantáziátlanságnak a következtében kicsúszik a kezéből a hiteles kezdeményezés és a változtatás lehetősége, azaz az átfogó társadalmi reformok konszenzuson alapuló bevezetésének és sikeres megvalósításának képessége. Ez a szem-

lélet nem képes sem igazán felfogni, és ennek következtében kezelni azt a nagymértékű, szinte földcsuszamlásszerű hitelvesztést, ami az utóbbi években a demokratikus intézményeknek, de főként a parlamentnek és a parlamenti pártoknak és politikusoknak lett az osztályrésze. (Lásd Kis, 2009) Jellegzetes tünete ennek a morális és mentális megroppnásnak, amikor vezető politikusok kívülről lökként csodálkoznak rá a „válságra”, és úgy nyilatkoznak a tornyosuló megoldatlan problémákról, mintha semmi szerepük nem lett volna azok felhalmozódásában.

Ebből a gondolatkörből és logikából csak egyetlen „megoldás” adódik: a teljes felelősségáthárítás és bűnbakkeresés. E szerint minden felelősség a politikai ellenfelet és az őket támogatókat terheli. Ez a logika pedig nem vezet máshoz, mint a parlamenti politikai pártok és politikusaik, valamint a megválasztott képviselők további hitelromlásához, végső soron a demokrácia veszélyes eróziójához. A zárt logika tehát negatív spirál kialakulásához vezet, és gátolja az új demokráciák legitimációs problémáinak megértését és megoldását, az állam és a civil társadalom viszonyának új alapokra helyezését és megnyugtató rendezését. A valóság ilyen mérvű tagadása rendszerint a valóság érzékelésének megszűnését eredményezi, amit könnyen követhet valóságos megszűnés vagyis önfelszámolás, ahogyan ezt a magyar politikai paletta jelentős átrendeződése ékesen bizonyítja.

A civil társadalom paradigmájának születése

Andrew Arato inspiráló esszéi a '80-as évek elejéről sok tekintetben hozzájárultak a demokratizálódás folyamatának, ágenseinek és fenntartásának új látószögéből történő értelmezéséhez. 1989 ezt az új megközelítést paradigmatisztikus értékűvé tette. Ennek az új pa-

radigmának a civil társadalom adja a lényegét. Eszerint a demokrácia legitimációs deficitjének ledolgozása, megújulási és önreflexiós készsége elsősorban a civil társadalom kreativitásától, innovációs potenciáljától és mozgósító erejétől függ.

Paul Blokker helyesen állapítja meg idézett tanulmányában, hogy ennek az új paradigmának az *önkorlátozás* és a *civil részvétel* politikája a két leginkább meghatározó eleme (lásd Blokker, 2009, 6.)

Ha '89 előtt és '89/91-ben lehetséges volt a civil társadalom pozitív kimenetelű nyomásgyakorlása a politikai osztályra, 2010-ben miért ne volna az? Az ortodox liberális tanok létezése és erőteljes globális beágyazottsága nyilvánvalóan nem lehet elégséges indok, még képviselőik intranzigenciájának ellenére sem. A 2008-ban kirobbant gazdasági válság világméretekben is aláásta ennek az ideológiai dominanciának a megkérdőjelezhetetlenségét.

Ugyanakkor a civil társadalom Magyarországon és az egész volt keleti tömbben egy hosszú érési folyamaton ment keresztül az elmúlt két évtizedben. Buktatók, válságok, kooptációs törekvések, a politikai pártok gyarmatosítási kísérletei, marginalizációs mechanizmusok, a függő és társadalmilag ellenőrizhetetlen média érdektelensége ellenére létezik, virágzik, szervezeti és mozgalmi számos komoly sikert könyvelhetnek el maguknak.

A civil társadalom sokszínűségéhez tartozik, hogy többnyire töredezett, szétaprózódott, sok esetben még mindig függő viszonyban van helyi vagy országos hatalmi centrumoktól. De mindezek ellenére számos szervezete sikerrel állta és állja a próbát, és sokszor meghatározó szerepet játszik a helyi társadalom önszerveződésében, önvédelmében és

érdekképviseletében. A társadalmi kohézió nagymértékben a civil társadalom megtartó és szervező erejének köszönhetően és nem a politikai és gazdasági osztály hatalmi és presztízsharcai miatt létezik még ma is. A gazdasági, politikai és média „elit” érdekeinek megfelelően keveset vagy semmit nem tudni erről a fantasztikus társadalmi teljesítményről. Az alternatív média gyors terjedésével vélhetően ez a helyzet változóban van. (Hankiss, 2009)

A falujukért, lakókerületükért, városukért, régiójukért, munkahelyük fenntartásáért, a megfelelő oktatásért és továbbképzésért, a tiszta környezetért és jó levegőért, az emberi és kisebbségi jogokért, kulturális örökségük fenntartásáért stb. dolgozó szervezetek legitimációja messze felülmúlja a saját választási ígéreteiket sem komolyan vevő politikai pártokét. Érthető, hogy minden igyekezetükkel megpróbálják távol tartani az aktív, a döntéshozatalt befolyásolni képes civil társadalmat a közélettől. Ennek az elkeseredett törekvésnek a letisztult jelszava: „a civil társadalom ne avatkozzon a politikába!” Nincs azonban egyetlen józan és meggyőző érv arra, hogy miért is ne. Az, hogy a liberális demokrácia-elmélet egy univerzális érvényűnek gondolt változata, pontosabban annak „logikája” ezt kívánja, valójában csak ezen elmélet hívei számára lehet mérvadó. 1989 egyik hozadéka a „nagy narratíva” alkonya. A plurális demokráciákban, a sokféleség állandóan táguló világában nem formálhat magának egyetlen ideológia, filozófia vagy politikai teoréma sem jogot az egyeduralomra, az univerzális világmagyarázatra. Legitimációjukhoz, széleskörű elfogadottságuk fenntartásához nem elegendő, hogy megfelelő számú és rangú befolyásos szakértő, tudós vagy politikus nevezi őket tudományos, tehát meg-

fellebbezhetetlen igazságnak. Ez a módszer lehetett hatékony a rendszerváltás pillanataiban és az azt követő rövid csodavárás idején, de az összefonódó, egymás negatív hatásait megsokszorozó helyi és globális válságokkal, intézményi leépülésekkel, a politikai osztályok szinte totális hitelvesztésével a valóság durván bekopogott a teorémák világába. A politikaelmélet és közgazdaságtan korábbi főszódrának tájékozottabb és gyorsabb reakcióidővel dolgozó képviselői már megkezdtek az elméleti alapvetések áthangolását, néhányan kezdenek visszatérni az általuk szalonképtelennek hitt kritikái megközelítésekhez; de maradtak még, akik saját nézet- és hiedelemrendszerük foglyaiként kivont karddal védik a védhetetlent. Ezek a próbálkozások mind a politikai gyakorlatban, mind a politikai és közgazdasági elméletek terén kudarcra vannak ítélve. A konvencionális, leszűkített értelmezett liberalizmus és a neoliberais közgazdaságtani megfelelője csak egy a sokféle diszkurzus közül. Kétségtelenül alkalmas és könnyen népszerűsíthető világmagyarázatnak tűnt a '80-as évek végének és a '90-es évek elejének elbizonytalanodással, orientációvesztéssel terhes időszakában. Jelenlegi nagyarányú népszerűségvesztését alkalmazásának és alkalmazóinak merevsége és fokozódó valóságidegensége okozza.

Az elméleti irodalomban ugyanakkor találunk példákat a politikai társadalom és civil társadalom dilemmájának feloldására. Ennek az alternatívakereső gondolkodásnak a gyökerei is visszanyúlnak a termékeny '80-as évek elejére. Andrew Arato ugyan elfogadja a politikai és a civil társadalom elkülönülését, de szükségesnek tartja a politikai szféra nyitottságát a civil társadalom irányában. Valóban a két szféra között állandó és részben spontán intézményesült interakció az, ami

hordozhatja egy 21. századi demokrácia önreflexió és önkorrekció képességét. Különbösen elengedhetetlen ez a nyitottság komplex és elhúzódó válságok esetében. A civil társadalom ilyenkor – és ez a mai helyzetre is áll – a demokrácia egészséges vérkeringésének, megújulásának a biztosítója. Valójában a civil társadalom nem csupán önmagát, hanem a politikai osztályt és így a társadalom egészét is képes „demokratizálni”.

Ennek a tágasabb megközelítésnek sikerült megőriznie a civil társadalom politikai mozzanatát – és ebben az értelemben a „civil társadalom egy önmagáért való cél” (Blokker, 2009). Ha a demokráciát nem pusztán a politikai szférára redukált jelenségként kezeljük, vagy a politikai masinéria alkatrészeként fogjuk fel, akkor egy tágasabb és komplexebb koncepció belül a civil társadalom természetes része, aktív alkotóeleme lehet a demokrácia fogalmának.

Semmi nem indokolja, hogy az önmegújító szellemnek miért kellene szükségszerűen eltűnnie a demokrácia intézményesülési folyamata során. A szervezett társadalomnak joga van folyamatosan részt venni saját alapvető törvényeinek és működési szabályainak alakításában (lásd: Arato, 1990, 50.; Miszlivetz, 1989, 1993, 1995 stb.). Emellett jól felfogott önérdéke is ezt kívánja.

Minden látszat ellenére ez a szellem nem tűnt el teljesen az átmenet évtizedei során. Petíciók, népszavazás, állampolgári engedelmesség, internetes portálok, blogok, civil hálózatok stb. egyéni és közös akciói egyre nagyobb számban és hatékonysággal szólnak bele a politikai döntéshozatalba, és befolyásolják a politikai osztály döntéseit. Néha csak áttételesen, de egyre gyakrabban közvetlenül is. Sokszor ironikus módon felháborodást váltva ki magukat liberálisnak nevező, vala-

mikor a civil társadalom arénájában küzdő politikusokból. Bibó István a „szabadság kis köreinek” metaforájával tulajdonképpen a *civil autonómia* fogalmát előlegezte meg. A civil autonómia nem más, mint a mereven és formálisan értelmezett reprezentatív demokráciából való kiábrándulás alternatívája (Castoriadis, 1987). Megvalósulásához reflexív stratégiára van szükség. Ennek összetevői:

- a *civil önkorlátozás*, amely magában foglalja a fundamentalista projektumok elutasítását; valamint
- a *szuverenitás pluralista felfogása*; a demokratikus gyakorlat széleskörű elfogadása; a meggyőzés gyakorlata;
- az „*egyet nem értés etikája*” szemben a politikai hatalomért folyó kíméletlen versennyel és a hozzá tartozó, az egyéni álláspontot elfojtó pártfegyellemmel.

A civil politika állandósulása a demokrácia új formája: útban a deliberatív demokrácia felé?

A szuverenitás pluralista felfogása – a liberális demokrácia klasszikus és zárt fogalmával szemben – a civil részvételen alapuló, kitágított „minőségi” demokráciafogalom; a demokratikus önkorrekció önkorlátozással párosuló módszertana.

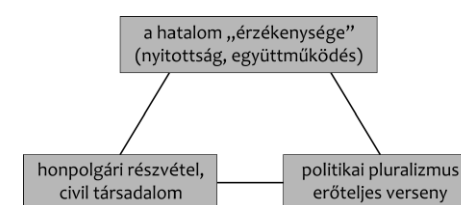
A korábbi modellek esetében a hangsúly a demokratikus intézmények tartósságára, stabilitására esett, most azonban egyre inkább a demokratikus folyamat mélységére, a demokrácia minőségére, a társadalom fenntarthatóságára, kohéziójának megőrzésére kerül. Formális jegyek helyett egyre inkább a tartalmiak kerülnek előtérbe. Ez a demokráciaelméletek terén is jelentős előrelépéshez, a demokrácia összetevőinek, ismérveinek, kritériumrendszerének finomodásához vezetett.

A legújabbak közül például a Diamond–Morlino-moddell a demokrácia nyolc dimenzióját javasolja figyelembe venni az összehasonlító elemzésekhez:

- A törvény uralma (független bíróság/törvényhozás végrehajtás által biztosítva)
 - A közpolgári részvétel (erős és vibráló civil társadalom)
 - Verseny – erőteljes politikai pluralizmus
 - Vertikális elszámoltathatóság
 - Horizontális elszámoltathatóság
- És a három „szubsztantív dimenzió”:
- Szabadság (politikai, társadalmi, gazdasági)
 - Egyenlőség (*de facto* érvényesülése)
 - Érzékenységi (responsiveness) a kormányzat és a hatóságok részéről

Előtérbe kerül az „érzékenység”, azaz a kormányzatok együttműködési készsége

Ez egy kumulatív dimenzió: szorosan kapcsolódik az elszámoltathatósághoz és a részvételhez, a versenyhez és a kölcsönös egymásra utaltság gondolatához.



Ez a kritérium megmutatja, mennyire elégedettek az emberek a demokráciával.

A kulturális dimenzió a minőségi demokrácia modellben elsődleges: minden demokrácia bizonyos dimenziókat preferál másokkal szemben a társadalmak kulturális örökségének, szokásainak, értékeinek megfelelően.

Jó példa erre a reformok kérdése: egy demokrácia akkor képes legitimációs többletet szerezni reformok révén, ha azok javítják a

demokrácia minőségét és erősítik a fenntarthatóság érzetét. Magyarországon – csakúgy, mint a kelet-közép-európai régió legtöbb társadalmában – az utóbbi időben ennek éppen az ellenkezője történt.

*Öndemokratizáló civil társadalom:
a társadalmi demokratizálódás záloga*

Mindezek ellenére vagy inkább éppen a válságok hatására, a civil társadalom kezdeményezései, akciói, társulási, kritikai és protestálási potenciálja és intézményesülési formái impozáns formagazdagságról, társadalmi kreativitásról, autonómiavágyról és az önkéntesség új szelleméről tanúskodnak mind Magyarországon, mind régiószerte. Nem szűnt meg tehát az a társadalmi és politikai innovációs potenciál, amely annyira egyedivé és gazdaggá tette a '80-as éveket (amelyek sűrített fogalma '89) – ha '89-et mondunk, valójában mindarra a szellemi, társadalmi, mozgalmárszervezési, együttműködési, szolidaritási stb. újítási kísérletre gondolunk, amelynek gyűjtőfogalma lett a '80-as évekbeli reneszánszát élő civil társadalom.

Funkciói közül a helyi társadalmak szervezése és a társadalmi kohézió fenntartása mellett megtalálható a „politikacsínálás”, vagy legalábbis az abban való részvétel – a rossz döntések megakadályozása, ésszerű kompromisszumok kialakítása, a részvétel új formáinak és kereteinek megteremtése, új politikai pártok szükség diktálta „kitermelése” és a már meglévő működésének vagy éppen felszámolásának racionális párbeszéddel és diskurzussal történő befolyásolása stb. Ez a társadalmi és politikai értelemben egyaránt újító potenciál valójában ezer szállal kapcsolja össze a „társadalmat” a „politikaival”, de legalábbis potenciális átjárást, ún. „interface-ek” kialakulását feltételezi közöttük.

A civil társadalomnak ez a '80-as évek során sűrítetten megmutatkozó és széles körben kibontakozó demokratizálódási potenciálja gyakorta látszott veszendőbe menni az elmúlt két évtized során. Valójában azonban hosszú és ellentmondásos tanulási folyamaton mentek keresztül Kelet- és Közép-Európa civil társadalmi, amelynek az eredményei ma még csak sejthetők, a korábbiakban elmondottak miatt csak részben láthatók. A politikai osztályok nagymérvű erodálódása és korrumpálódása, és ennek következtében nagyfokú hitelvesztése miatt két évtized után újra a civil társadalom oldalára billenhet a mérleg. Számos pozitív és negatív példa hozható fel ennek alátámasztására, illetve megkérdőjelezésére. A formagazdagság, sokszínűség, professzionalizálódás és jelentős mértékű hálózatosodás a mérleg pozitív oldalához tartoznak; a másik oldalon még mindig ott a rögzült és begyakorolt függés a politikától, a félelmi mechanizmusok indokolt/indokolatlan működése, a hajlam az elszigetelődésre, más szóval a keleti típusú feudális magatartásmintázatok továbbélése. A mérleg azonban pozitív irányba látszik billenni: a nagyobb társadalmi felelősségvállalás és a politikától való függetlenedésre törekvés, helyenként erőteljes önartikuláció és szerepvállalás erősödő tendenciái jól érzékelhetők.

Ahogy 1989 nem tekinthető semmilyen értelemben sem klasszikus forradalomnak, úgy az azt követő és általa elindított demokratizálódási hullámok, folyamatok sem szoríthatók semmilyen korábbi ideológiai vagy filozófiai skatulyába, nem írhatók le a konvencionális liberális demokraciameletek kliséivel.

Ez különösen igaz azokra az új szereplőkre, kezdeményezésekre és hálózatokra, amelyeket civil társadalomnak nevezünk.

Az univerzalisztikus, mindenre magyarázatot adni vélő, valójában egészen eltérő „valóságokat” uniformizáló fogalmak és megközelítések helyett egyre inkább előtérbe kerülnek a kulturális különbségeket figyelembe vevő, pontosabb és valóságghűbb, minőségi megkülönböztetések megtételére alkalmas elméletek.

A Diamond–Morlino-modell, vagy Philippe C. Schmitter az európai demokráciáról szóló kutatási eredményei jó példái ennek az új gondolkodásnak.

*Miben áll tehát '89 jelentősége
a demokrácia szempontjából?*

Az önkorlátozás normatív programja az erőszakmentesség és a jakobinus forradalmiság elkerülésének belső fékjeként sikeresen működött a '80-as évek során.

A fundamentalista projektumokat sikerült elkerülni – a múlttal való szembenézést viszont nem sikerült megvalósítani.

'89 nagy erénye abban áll, hogy sikerült elkerülni az „egyetlen” nagy és „végérvényes” választ a múlt hibáira, bűneire, sikertelenségére. A dinamikus és vibráló-oszcilláló civil társadalom e helyett az állandó önkorrekció és önkorlátozás-önterápia segítségével gondoskodik arról, hogy a demokratizálódás folyamata ne tudjon végérvényesen megtorpanni. Elméleti szinten ezt támasztja alá többek között Cornelius Castoriadis (1997) – a korábbiakban már említett – autonómiafogalma, ami a gondolkodási és politikai cselekvési formák szabadságára épül, fenntartva a megkérdőjelezés és kitérés állandó lehetőségét a meglévő intézmények kínálta keretektől.

'89 egyik tanulsága: egyetlen diskurzus sem állíthatja többé magáról, hogy egyedüli igazságot képvisel: ma már nehezen meg-

kérdőjelezhető tény, hogy a demokráciának több hangja van.

Elmondhatjuk, hogy 1989 egyik legfontosabb célkitűzése megvalósult: a liberális demokráciák egységesített diskurzuskerete helyett biztosíthatóvá vált a heterogenitás fenntartása. A politikai sokféleség strukturális feltételei adóttak.

1989 másik nagy teljesítménye: nem követte a klasszikus forradalmi logikát, amennyiben nem ruházta fel a mitikus népet az új politikai rezsim alkotmányozási jogával (lásd Blokker, 2009, 17.), azaz nem vált dominánssá a homogén népakarat és népszuverenitás fikciója. A demokrácia további erodálásával persze ez a veszély újra felmerülhet.

A bársonyos forradalmak negatív konszenzust fejeztek ki – azt tudták, hogy mit utasítanak el, de azt nem, hogy mit akarnak létrehozni. Általában ezt szokás úgy interpretálni, mint a forradalmi gondolatok hiányát (Offe, 1996). A forradalmi vezérgondolat hiánya azonban nem jelenti azt, hogy ne jelent volna meg számos újszerű ötlet, program és gondolat. (Ez a tanulmány éppenséggel ezek új formákban való visszatérésére kívánja felhívni a figyelmet).

Ulrich Preuss kitűnően foglalja össze '89 fő hozadékát. Eszerint *az önkorlátozó forradalmak elmozdulást jelentettek a politikai szuverenitás monista modelljétől a pluralista modell felé, amely előtérbe helyezi a civil társadalmat és tág teret biztosít tevékenysége és kibontakozása számára.* (Preuss, 2001)

Paul Blokker (2009, 17.) mindezeket továbbgondolva szembeállítja a jogszerűséget a legitimitással. Ebből következően „a demokrácia sohasem redukálható a procedurális vagy legalizmus egyszeri igazolására” – ám ahelyett, hogy a legitimitásról beszélhessünk a pusztta jogszerűség helyett, szükség van

társadalmi jóváhagyásra és a civil társadalom folyamatos újraértékelésére.

Ebből következően a törvény uralma nem lehet a demokrácia elégséges feltétele. „A modern demokrácia nem redukálható a törvény uralmára, és a jogi rendszereknek állandó korrekcióra van szükségük az „egyet nem értő” állampolgárok részéről, azért, hogy a törvény uralma ne váljék „jogszabályok herbáriumává” (Pribán, 2002, 143.)”.

1989-et (és e gyűjtőnév alatt értett radikális átalakulásokat, rendszerváltásokat, más néven „bársonyos” forradalmakat kell értenünk) tehát több szempontból is igencsak problematikus pusztán a liberális demokrácia megerősítésének és igazolásának tekinteni. Az idézett szerzők közül Arato, Ackermann, Castoriadis, Blokker, Preuss, Jirí Pribán (Jirí Pribán) és mások meggyőzően mutatják ki azt is, hogy '89 hozzájárulása több a liberális demokráciák „korrelációjánál” is.

A civil társadalom új nyelve

Az ellenzéki és független gondolkodás és cselekvés új nyelvet teremtett, amely képes rá, hogy két évtized múltán az e nyelvet elsőként használókkal szemben is a kritikai gondolat hordozójává váljék. Ez a nyelv és a civil társadalom új diskurzusa egyszerre képviseli a jogszerűség és a jogállam gondolatát és a radikális önkorlátozás és egyet nem értés álláspontját. *A civil társadalom új nyelve egy új paradigma önkifejeződése.*

Ez a második aspektus talán a leginnovatívabb és eredetibb hozadéka 1989-nek, amely a 2010-es évet – vagy az azt követő évek valamelyikét – is a nagy politikai és

társadalmi átalakulások és megújulások időszakává avathatja. Ez a folyamat nem más – se több, se kevesebb – mint a „demokrácia demokratizálása” (Blokker, 2009, 17.)¹

Emellett elméleti kapaszkodókat is adhat: segíthet a kiutat megtalálni a demokráciából kiábrándultaknak, segíthet új mozgásformákat találni a demokráciák megújulási folyamatai során, és túllépni a jelenlegi válságon, amely legalábbis az „új demokráciák” esetében nem kevéssé a demokráciából való kiábrándulásból is fakad.

A civil társadalom ily módon újraértelmezett fogalma kinyitja, és nyitva hagyja a „demokratikus teret”, hozzájárul a demokratikus gyakorlat értelmes sokféleségéhez, emellett fokozza az alkotmányos demokráciák demokratikus legitimitását.

A modern társadalmak pluralista termélete és fokozódó széttöredezettsége a társadalmi képzelőerő olyan új formáit követeli meg, amelyek önreflexívek és egyben önkorlátozóak (lásd: Miszlivetz 1993, 1995, Miszlivetz – Jensen, 2006) és főként, amelyek a demokrácia intézményesülésének minden formáját szükségképpen átmenetinek tekintik, amelyeknek tehát természetükből adódóan nyitottnak kell lenniük a jövőbeli átalakulásokkal szemben.

Ez a megközelítés radikálisan meghaladja a demokrácia jelenleg domináló felfogását, amely lényegében elitista és alapvetően a jogállamra és jogszerűség kérdéseire redukálódik. Azon a feltevésen alapul, hogy a legalitás és a legális-jogi procedurális stabilitás önmagukban még nem alkotnak demokratikus rezsimit.

gének biztosítéka egy olyan új fogalommeghatározás, amely túllép a '80-as évek totalitarianizmus kritikáján és meghaladási kísérletén, és szerves részévé válhat egy új demokráciaelméletnek.

A 21. századi „posztdemokráciák” már nem redukálhatóak egy *a priori* értelmezett intézményes rendre – szükségük van Castoriadisszal szólva a radikális intézményépítő-alakító diskurzusra.

1989 leginnovatívabb hozadéka talán az „egyet nem értés etikájának” legitimálódása. Egy magára valamit adó demokratikus rendszernek, amely elfogadja és támogatja az autonómiát és a politika széles, emancipatorikus fogalmát, nyitottnak kell lennie a polgári engedetlenség irányában, tisztelnie kell a mindenkori másként gondolkodást és nem árt számolnia azzal, hogy a politikai közösség perifériáiról induló civil áramlatoknak, mozgalmaknak és kezdeményezéseknek van

esélyük a válságba került vagy a kiüresedés jegeit mutató demokráciák új életre keltésére, azaz a demokrácia demokratizálására.

Kulcsszavak: *átmenet, civil társadalom, politikai társadalom, európai és globális civil társadalom, demokratizálódás, deliberatív demokrácia, paradigmaváltás, globális válság*

A tanulmány egy korábbi, hosszabb és kevésbé megszerkesztett változata megjelent: Miszlivetz Ferenc: *1989 újraértelmezése*. In: Bayer József – Boda Zsolt: *A rendszerváltás húsz éve: változások és válaszok*. Budapest: MTA Politikai Tudományok Intézete–L'Harmattan Kiadó, 2009. 319–334.

IRODALOM

- Ackerman, Bruce (1992): *The Future of Liberal Revolution*. Yale University Press, New Haven CT
- Arato, Andrew (1981): *Civil Society Against the State*: Poland 1980–81. Telos. 47, Spring, 23–47.
- Arato, Andrew (1992): *Revolution, Civil Society and Democracy*. Praxis International, 10, 1–2.
- Blokker, Paul (2009): Democracy through the Lenses of 1989: Liberal Triumph or Radical Turn? *International Journal of Politics, Culture, and Society*. 22, 3, 273–290.
- Borsody István (1998): *Az új Közép-Európa*. Savaria University Press, Szombathely
- Castoriadis, Cornelius (1997): *Democracy as Procedure and Democracy as Regime*. *Constellations*. 4, 1, April, 1–18.
- Dahrendorf, Ralf (1991): *After 1989. Morals, Revolution and Civil Society*. Basingstoke, London
- Garton Ash, Timothy (1994): *The Uses of Adversity. Essays on the Fate of Central Europe*. Penguin Books
- Habermas, Jürgen (1990): *Die nachholende Revolution. Kleine politische Schriften 7*. Suhrkamp
- Hankiss Elemér (2009): *Igazságtalan ország? – Reménytelenség és remény*. <http://www.ujreformkor.hu/hankiss-elemer-igazsagatlan-orszag-remenytelenség-remeny-o>
- Kaldor, Mary – Vejvoda, Ivan (2002): *Democratization in Central and Eastern Europe*. Continuum, New York <http://books.google.hu>

- Kis János (2009): A köztársaság válsága. HVG. 52.
- Kornai János (2007): Mit jelent a „rendszerváltás”? Kísérlet a fogalom tisztázására. *Közgazdasági Szemle*. LIV, április, 303–321.
- Miszlivetz Ferenc (1989): Látlelet: Kelet-Európa sérülései (Lehetséges-e a civil társadalom önterápiája?). In: Miszlivetz Ferenc: *Béka a szárazon*. Műzsák, Budapest
- Miszlivetz Ferenc (1993): *A lehetséges határainak újrafogalmazása*. Pesti Szalon–Savaria University Press, Budapest–Szombathely
- Miszlivetz Ferenc (1995): *Vadkelet-party*. Savaria University Press, Szombathely
- Miszlivetz Ferenc – Jensen, Jody (2006): *Global Civil Society: From Dissident Discourse to World Bank Parlance*. In: Wagner, Peter (ed.): *The Languages of Civil Society*. Berghahn Books, New York–Oxford, 177–206.
- Offe, Claus (1996): *Varieties of Transition: The East European and East German Experience*. The MIT Press
- Pribán, Jirí (2002): *Dissidents of Law: On the 1989 Revolutions, Legitimizations, Fictions of Legality and Contemporary Version of Social Contract*. Asgate Publishing, Aldershot
- Schöpfung György (2009): *1989 és ahogy húsz év múltán látjuk* (ford. Farkas János). Kézirat, Európai Utas. 2, 74–75, <http://europaiutas.hu/7475/schopflin.pdf>

A TUDOMÁNY OSZLOPAI

Makai Mihály

az MTA doktora, egyetemi tanár, tudományos tanácsadó,
Budapesti Műszaki Egyetem Nukleáris Technika Intézet,
KFKI Atomenergia Kutató Intézet
makai@reak.bme.hu, makai@aeki.kfki.hu

Bevezetés

A tudomány bonyolult és kiterjedt eszközöket és intézményeket működtet annak érdekében, hogy ki tudja szűrni a hibás nézeteket. Ez többnyire sikerülni is szokott. Az említett eszközök egyike a nyílt vita, amelynek lényege, hogy a szembenálló nézetek körülbelül egyenlő feltételek mellett csapnak össze. Ezzel együtt elismert tény, hogy a radikálisan új nézetek többnyire úgy győznek, hogy a régi nézetek képviselői kihálnak. A nyílt vita helyet kap a tudományos fokozatok megszerzésében, az eredmények tudományos közleményekben történő megjelentetésében. Ezt az eszközt a hétköznapi életben már általánosan használják, például a pályázatok kiírása és elbírálása során a benyújtott pályázatot egy zsűri elbírálja, ebben általában a pályázókat is meghallgatják, és a jelenlévők kifejtetik véleményüket. Bármilyen legyen is a zsűri, ez a konstrukció lehetőséget ad a nézetek ütköztetésére. Másik példa a minőségbiztosítás rendszere, itt intézményes formában egy jó mérési jegyzőkönyv pontosságát írják elő a tervezés fázisától a megvalósításon át az üzemeltetésig a munka minden fázisában.

A tudomány eredményei nemcsak a kutatók számára fontosak, ezért működik egy tájékoztató rendszer, amelynek célja az új tu-

dományos eredmények minél szélesebb körű megismertetése, ezt röviden ismeretterjesztésnek szokás nevezni. Az ismeretterjesztés legfontosabb színtere az iskola, az óvodától a doktori iskoláig, ahol a diákok számukra új, noha a társadalom számára régóta ismert eredményeket, eljárásokat, eszközöket ismernek meg. Ide tartozik a könyvkiadás egy része is: a tankönyvek, a monográfiák, a lexikonok, szótárak, és végül, de nem utolsósorban, a tudományos ismeretterjesztést szolgáló munkák. Az ismeretterjesztés szerepe azért is fontos, mert a hihetetlennek tűnő új eredmények könnyen azt a képzetet keltik, hogy minden lehetséges. Ezt pedig ügyesen ki is használják az áltudományos eszközökből meggazdagodni vágyók. Az ismeretterjesztés segítheti a tájékozódást.

Tagadhatatlan, hogy a tudomány intézményrendszereinek működésében zavarok figyelhetők meg. Jelen írásban három témakört vizsgálunk, ahol komoly problémák jelentek meg.

A tudományos publikáció

A tudományos eredmények szakcikkekben jelennek meg először. A szerkesztőségben a beküldött kézirat átmegy egy *peer review* eljárás. Összefoglaló munkák, egy-egy szakterület átfogó feldolgozása egy monográfiában

jelenik meg, itt egy lektor nézi át a kéziratot, a hibák, ellentmondások kiszűrése céljából. A tankönyveket több lépcsőben ellenőrzik, lektorálják.

2010. június 29. és július 2. között a floridai Orlandóban rendezték a Második Nemzetközi Peer Review Szimpóziumot, amelynek témája a tudományos közlemények minőségbiztosítási technikája, a lektori vélemény, a *peer review*. A *peer review* elnevezés egy elvet takar, amelynek értelmében a kutatási eredményeket az adott szakterületet jól ismerő, a (kutatói) társadalom által elismert szakemberekkel bíráltatják el, a kölcsönös bizalom és megbecsülés alapján.

A lektorálás a minőségbiztosítás legfontosabb eszköze. Feladata a publikálásra szánt munka független ellenőrzése, az ellentmondások, hibák kiszűrése. A lektor személyét csak a kiadó ismeri, a szerző és a lektor vitája a szerkesztőség közvetítésével történik. A lektori véleménnyel kapcsolatban az alábbi követelményeket lehet megfogalmazni: a vélemény legyen objektív, legyen racionális és tartalmazzon indoklást. Jobb szerkesztőségek egy kéziratához két-három független véleményt is kérnek. Ennek oka a különböző iskolák közötti esetleges ellentmondások kiszűrése. A lektorálást a kutatók döntő többsége kiemelten fontosnak tartja. David Goodstein (2000) elismeri, hogy „a lektorálás a tudományos művek kiadásának egyik szent tartópillére”.

A lektorálás jelentősége körüli vita több, mint egy, a tudományos közösségen belüli civakodás. Egy bíróság előtti bizonyítási eljárásban szerepet kapnak az alkalmazott módszerek. Egyes bíróságok előnyben részesítik a tudomány által elfogadott módszereket, az ilyen eszközökkel kapott eredményeket (Goodstein, 2000). Ilyen eszközök hiányában a bíróságok megíósolhatatlan ítéleteket hoz-

nának. Peter M. Rothwell és társai (2000) statisztikai eszközökkel elemezték a lektorálás színvonalát. David F. Horrobin 2001-ben megjelent cikke szerint a lektorok elfogadást vagy elutasítást javasoló döntései közötti korreláció nem haladja meg szignifikánsan a véletlen találgatásból adódó értéket. Daryl L. Chubin és Esward J. Hackett (1990) szerint a kutatók közösségének mindössze 8%-a tartja elfogadhatónak a *peer review* jelenlegi színvonalát. A lektorálás problémáit elsősorban az orvosi-biológiai területen tették szóvá a *Peer Review in Biomedical Publication* címmel, 1990 óta rendszeresen megtartott nemzetközi konferenciákon.

A gyakorlatban a lektorálás nem az ismeretett módon történik. A szakma elismert egyéniségei ugyanis elfoglaltak, sokuk számára a lektori munka csak teher, ráadásul a szerkesztőségek a lektorálást morális kötelességként kezelik. Eredményként a lektori vélemények jelentős késéssel készülnek el (nem ritka az egy évet meghaladó átfutási idő). Egyes munkák (például egy vastag könyv) lektorálása komoly munka. Gyakori, hogy a lektorálásra felkért személy átadja másnak a vélemény elkészítését. Előfordul, hogy egy magát az adott területen kompetensnek hirdető folyóirat nem tud alkalmas lektort találni. Az is tény, hogy a kéziratok döntő többsége nem forradalmian új ötletekkel áll elő (egyébként az új ötletek elfogadása is problematikus), az apró korrekciók értékelése pedig részletes vizsgálatot igényelne.

Ugyanakkor a lektorálás szerepe jelentősen megnőtt. A feljett technika lehetővé teszi a cikkek nagyüzemi gyártását (lásd Makai, 2004, 2.5 fejezet), a cikkekben a hibák száma jelentősen megnő, a hibák is súlyosabbak. Egyes esetekben felmerül a hamisítás vagy a csalás gyanúja is. Van lektor, aki csak olyan

szerző kéziratát hajlandó lektorálni, akit személyesen ismer, így kíván védekezni az esetleges csalások ellen.

A következő kevésbé ismert történet (La Recherche, 1996) is a „rangos folyóiratok” peer review-jának gyengeségére mutat rá. Az eset csak azért maradhatott majdnem észrevétlen, mert a Tamperei Egyetem megmentette a *Journal of Physics D*-t a megszégyenüléstől. A *Sunday Telegraph* híre szerint egy finnországi laboratórium munkatársai kéziratot készítettek egy, az antigravitáció létét megerősítő kísérletről. A kéziratot a tekintélyes *Journal of Physics D: Applied Physics*-nek küldték be. Ezt a folyóiratot a brit fizikai intézet adja ki, a kéziratot elfogadták. A cikk szerzői a Tamperei Egyetem munkatársai, az orosz Eugene Podkletnov és a finn Petri Vuorinen. A cikk a folyóiratnál szokásos szigorú procedúrán ment át, három független referens átnézte a kéziratot, egyikük sem talált benne semmi kivetnivalót. Egy újságcikk (talán éppen a *Sunday Telegraph* cikke) azonban arra ösztönözte a Tamperei Egyetemet, hogy nézzen utána a kéziratnak, és hamarosan kiderült, hogy valamilyen zavaros, ellenőrizhetetlen ügryről van szó. Podkletnov 1990-től kezdődően tényleg a Tamperei Egyetemen dolgozott, de az egyetem nyilatkozata szerint nem is tudtak a témáról. Vuorinen a saját állítása szerint meglepődött, amikor megtudta, köze van a cikkhez. Végül a kézirat megjelenés előtt visszavonták, Podkletnovot elküldték az egyetemről.

A lektorálásra azonban nem csak a szakfolyóiratokban van szükség, de például a könyvkiadásban is. A könyvkiadás kereskedelmi tevékenység, itt a tulajdonos dönti el, milyen szerepet kap egy-egy mű kiadásában annak belső értéke. Ha a szerző tehetős, kiadhatja saját munkáját – ahogyan József Attila

is tette a maga szűkös lehetőségei között. Sajnos a kiadott mű színvonala gyakran elmarad József Attila kötetének színvonalától, a költészet szerepe is eltér a tudományos művektől. Ha valaki nincs tisztában egy könyv tényleges értékével, könnyen hibás eljárásokat tanulhat meg, vagy alkalmazhat. Az olvasó nyilván megérti, hogy egy híd tervezése, egy orvosi beavatkozás nem alapozható obskurus körülmények között megjelentetett kiadványokra. Ugyanakkor a nagyközönség nem tudja eldönteni, hogy egy kiadvány mennyire hiteles. Röviden emlékeztetem az olvasót az Alan Sokal, Igor és Grichka Bogdanoff, Jan Hendrik Schön stb. nevekkel fémjelzett botrányokra (Makai, 2004). Ezek eltérő szándékkal vagy eszközökkel felhívták a figyelmet a lektorálás körüli visszasságokra.

A lektorálással kapcsolatos fejtegetést azzal zárom, hogy az olvasók többsége nem lehet biztos abban, hogy a kezében tartott könyv vagy cikk megfelel-e a tudományosság követelményeinek, de még abban sem, hogy annak felhasználása nem jár-e számára jelentős hátránnyal.

A tudomány intézményei

A modern társadalom intézmények sorát működteti a racionalitás érdekében. Az intézmények egy része a korábban felhalmozott tudás átadását szolgálja, egy másik része a tudás gyarapítását. Az egyén tudásának gyarapodását vizsgák, bizonyítványok, oklevelek tanúsítják. A bizonyítványok, oklevelek elérése, az általuk biztosított jogosítványok rendszere egy bonyolult minőségbiztosításon alapszik. Mindenki tudja, mit jelent egy gépjárművezetői vizsga, egy érettségi vagy egy új technika elsajátítására indított tanfolyam elvégzését bizonyító oklevél. Megjegyezzük, hogy hasonló bizonyítványokat az élet min-

den területén kiadnak. Az oktatás ma már nem fejeződik be egy iskola elvégzésével. Aki munkába áll, arra számíthat, hogy új technikákat kell elsajátítania. Aktív élete során akár több szakmát is ki kell tanulnia, ha nem akar munkanélkülivé válni. Ezt nevezik *lifelong-learning*-nek; egész életén át tartó tanulásnak.

A kutatásban dolgozók haladását az egyetem elvégzése után tudományos fokozatok megszerzése mutatja. Az első, a PhD-fokozatot többnyire egy doktori iskolában szerzik meg. Az egyetemek többségén működnek doktori iskolák, az iskola működési engedélyt a Magyar Akkreditációs Bizottság adja ki egy eljárás során. Az eljárás során ellenőrzik a doktori iskola tagjainak kompetenciáját (pl. adott mennyiségű személynek kell rendelkeznie megadott tudományos fokozattal).

A PhD-fokozat megszerzése után az egyetem lehetőséget adhat egy habilitációnak nevezett eljárás lefolytatására. A habilitációra pályázni kell. Meghatározott feltételek esetén a pályázó a folyamat végén habilitál. Az egyetem előírhatja bizonyos állások betöltéséhez a habilitációt. Ettől eltérő lehetőség a Magyar Tudományos Akadémián az MTA doktora fokozat megszerzése, ez a fokozat szükséges ahhoz, hogy valaki később az MTA levelező vagy rendes tagja lehessen. A fenti fokozatok megszerzése nem könnyű, jelenleg az MTA doktora fokozattal rendelkezők száma Magyarországon kevesebb, mint háromezer. Értelemszerűen, a rendszer feltételezi, hogy a következő fokozat presztízse elegendő ahhoz, hogy kellő számú jelölt próbálkozzon megszerzésével. Az MTA levelező, rendes és külső tagjait jelölik, arra nem lehet pályázni. A jelöltek közül az MTA választja ki a tényleges tagokat. Vizsgáljuk meg a tudományos minősítés rendszerének két elemét: az MTA doktora fokozatot és az MTA tagválasztást.

Természetesen a hierarchia csúcsán állók állnak leginkább a figyelem középpontjában, sokak szemében ők jelentik a követendő példát. László Ervin zongoraművész szívesen elmélkedik tudományos problémákon. A fizikusok többsége szemében a kitűnő zongoraművész egyszerűen áltudós. László Ervint mégis díszdoktorrá avatta 2002-ben a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kara az alábbi laudációval: „László Ervin professzor külföldi tartózkodása óta tartós kapcsolatot alakított ki egyetemünkkel. Rendszeresen tartott előadásokat a Közgazdaságtudományi Karon és a Természettudományi Karon oktatók és hallgatók részére. Támogatója és szakmai segítője a környezet-gazdaságtannal és a regionális gazdaságtannal foglalkozó graduális és Ph.D. kurzusoknak, az ez irányú tudományos kutatásoknak. László Ervin főbb művei angol német és magyar nyelven egyaránt bizonyítják, hogy nagyformátumú, de rendszerben gondolkodó tudós, akinek szemlélete példa lehet egyetemünk hallgatói és oktatói számára.” Remélhetőleg nem László Ervin zavaros fizikai nézetei alapján, amelyet – többek között – Bencze Gyula joggal tett szóvá (Bencze, 1997). Illusztrációnak íme két idézet László Ervin egyik könyvéből (László, 1996): „*A vákuum maga nem anyagi: energiái negatív állapotban vannak. Ez szerencsés dolog, mert ha nem így volna, akkor a világegyetem nyomban olyan kicsire zsugorodna, mint az atom átmérője.*” (László, 1996, 183.) „*A tárgyak »vákuumnyomását« és még inkább ezeknek felrűnő maradándóságát kísérletileg igazolta egy másik orosz kutatócsoport Vlagyimir Poponyin vezetésével az orosz Tudományos Akadémia Biokémiai Fizikai (sic!) Intézetében...*” (László, 1996, 188.)

Az áltudományos nézetek visszhangjának bemutatására álljon itt néhány gondolat

Csorba F. László recenziójából (Csorba, 2005). A recenzens megjegyzi, hogy László Ervin munkájához tárgyi tudásra és bátorságra van szükség, László Ervin esetében pedig a „mesterségbeli tudás” szárnyaló tehetséggel és művészi tehetséggel párosul. László Ervin a kozmológia, a termodinamika és az evolúció elmélete mellé felsorakoztatja munkájában a telepátiát, az aurát, és a lélekvándorlást is: „*E részben rejtélyes, részben már földértített tényeket közös elmélet segítségével kapcsolja össze. Mint könyvének eredeti címe (The Fifth Field) jelzi, a kapcsolatot egy ötödik kölcsönhatástípus föltelezésével teremti meg (az elektromágneses, a gravitációs, az erős és a gyenge erők mellett), mely kiterjedt mezőként összefüggéseket teremt anyagi és szellemi, múltbeli és jövőbeli események között. Az »öt mező« elmélete valójában több is, más is, mint egy újabb tudományos elmélet. Talán világképformáló paradigmának nevezhetjük. Lehetséges következményei filozófiailag, sőt teológiaiilag is aggályosak.*”

Egyelőre a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Karának díszdoktora az egyetlen, aki a természettudósok közül tud valamit az ötödik kölcsönhatásról. A recenzióban később azt is megtudjuk, László Ervin valójában a tudományos nézetek oldalán küzd: „Az igazi szellemi bátorság ezért nem a szélhámosoké, akik gátlás nélkül bármit leírnak, hanem azoké, akik kellő kritikai érzékel és szaktudással vizsgálódva vállalkoznak az ocsú és a tiszta búza (az áltudomány és valódi tudomány) lehetőleg pontos elkülönítésére, ám eközben végig megőrzik nyitottságukat, és vállalják az ütközést mindazon területeken, melyeket ígéretesnek tartanak. Talán éppen ezt nevezi a modern pedagógiai irodalom »scientific literacy«-nek, azaz a természettudományos tudás (knowledge) alkalmazási képességének, abból a célból, hogy

döntéseinket megalapozó, segítő következtetésekre juttassuk.”

A díszdoktor 2010-ben pedig az MTA külső tagjává választották a Gazdaság- és Jogtudományok Osztálya javaslatára, az alábbi előterjesztés alapján: „*Budapest született 1932-ben. 1970 óta Docteur des-Lettres & Sciences Humaines (Sorbonne). A Budapest Klub Alapítvány elnöke. Szűkebb szakterülete az általános evolúció és rendszerelmélet és a tudományfilozófia. A modern rendszerelmélet, a társadalomfejlődés történeti szintézise, a káoszelméletekkel kapcsolatos fenntartható fejlődés és a jövőkutatás átfogó területein fejtette ki társadalomtudományi munkásságát. A magyar tudományos közélettel 1964 óta állandó kapcsolatban áll, első magyar nyelvű írásai a Valóság című folyóiratban jelentek meg, később könyveit is publikálták. 1983 és 1993 között az UN Egyetem megbízásából a Művelődéskutató Intézetrel közösen nemzetközi tudományos kutatómunkát folytatott Magyarországon. Ekkor alapította meg a Budapest Klubot, amelynek ő az elnöke. A klub a világ haladása érdekében nemzetközi szellemi nagyságokat és művészeket fog össze.*”

Az előterjesztésben a jelöltnek nem az előterjesztő osztály területén kifejtett munkásságát említik. Mindezek alapján világos, hogy a Magyar Tudományos Akadémia egyes osztályai meglehetősen különböző módon értelmezik a tudományos munkásságot. E nézetkülönbségek világosan láthatóvá váltak az MTA osztályai által megfogalmazott, az MTA doktora fokozattal szemben támasztott követelményekben (Doktori, 2010).

Az MTA doktora cím odaítélése az MTA tudományos osztályai által kidolgozott és az MTA Doktori Tanácsa által elfogadott eljárás alapján történik. A cím megszerzéséhez a jelölt elkészít egy dolgozatot tudományos eredmé-

nyeinek összefoglalásával, azt beadja ahhoz a tudományos osztályhoz, amelynek címét megszerezni kívánja. Az osztály egy habitusvizsgálatnak nevezett eljárásban megvizsgálja a jelölt tudományos közéletben, oktatásban játszott szerepét, valamint tudományos munkásságát. Amennyiben a habitusvizsgálat eredménye pozitív, a jelölt megvédheti dolgozatát az opponensekkel szemben egy nyílt tudományos vitában. A követelményeket az egyes osztályok önállóan fogalmazzák meg. A követelmények között jelentős különbségek állnak fenn. Jelenleg az eljárásban is van hiányosság: ha a jelölt több területet érintő munkásságot kíván bemutatni, a szabályok nincsenek kidolgozva, ekkor egy interdiszciplináris bizottság áll fel, és vizsgálja meg a jelölt teljesítményét.

Természetesen a jelölt mérlegeli: melyik osztály követelményeit tudja könnyebben teljesíteni. Előfordulhat, hogy az interdiszciplináris dolgozat szerzője valójában csak kibúvót keres. Interdiszciplináris kutatásra sok példa van. Ha valaki a radioaktív sugárzás egészségre gyakorolt hatását kutatja, valószínűleg matematikai, fizikai, biológiai és orvosi módszereket, eszközöket fog használni. Lehet, hogy ezek egyike sem újdonság a fizika, matematika stb. területén, de ha az eredmények nyomán megérthető egy betegség kialakulása, a jelölt jogosan igényli tudományos eredményeinek elismerését. Az esetleges visszasságokat egy közelmúltbeli példán mutatom be.

A közelmúltban egy interdiszciplináris folyóirat szerkesztője, aki korábban filozófiából szerzett PhD-fokozatot, dolgozatot adott be az MTA doktora cím elnyeréséért. Téziseiben nem kevesebbet állított, mint egy új tudomány, a szimmetrológia létrehozását: a „...szimmetrológia interdiszciplináris téma-

körének egy átfogó szintézise”. A téma magától értetődően interdiszciplináris, hiszen a szimmetria fogalma matematikai eredetű, kitüntetett szerepet játszik a fizikában (kristálytan, spektroszkópia, szilárdtestfizika, relativitáselmélet stb.), a kémiában és a biológiában (izomer állapotok, cisz-transz térbeli alakzatok stb.). Márpedig ha valami ennyire univerzális, akkor felmerül a lehetőség, hogy valami szaktudományok felett álló általános elvről van szó, ami a filozófiához tartozik. A filozofok egy része, nevezetesen a Gazdaság és Jogtudományi Osztály, kész volt egy zongoraművészt (a vele járó ötödik kölcsönhatással együtt) az MTA külső tagjává választani, ám a filozófusok most megmakacsolták magukat, kijelentették, nem illetékesek a dolgozat elbírálásában. Marad az interdiszciplináris elbírálás. Az MTA Doktori Tanácsának Titkársága az osztályok javaslata alapján összeállított egy interdiszciplináris bizottságot a jelölt habitusának vizsgálatára. A jelölt tekintélyes tudományszervezői tevékenységet végzett, folyóiratot szerkeszt, egy sor konferenciát rendezett, saját folyóiratában publikált, előadásokat tartott konferenciákon, írt monográfiát, ám munkája nem talált visszhangra. A jelölt habitusában is vannak hiányosságok: egy rövid ajánlólevelet recenzióknak vélt, az ajánlólevél íróját lektorként tüntette fel monográfiájában. A fizikusok és a matematikusok nem találtak értékelhető tudományos teljesítményt a jelölt munkásságában. Végül az interdiszciplináris bizottság nem találta indokoltnak a doktori eljárás lefolytatását.

Az univerzalitás mögé bújás ismételtelen felbukkan a fokozatszerzések során. Gyakori, hogy felkapott elméleteket alkalmaznak anélkül, hogy az alkalmazhatóság minimális feltételei teljesülnének. Valószínűleg az axiomatikus rendszerekre kimondott Gödel-féle

nemteljességi tétel viszi el a pálmát, alkalmaz-
zák nyelvészek, filozófusok, szociológusok,
noha sem a filozófia, sem a szociológia, de a
nyelvészet sem tekinthető axiomatikus tuda-
mánynak. Erre a jelenségre Sokal (2008)
hívta fel a figyelmet.

Többéves tapasztalatom szerint, aki vilá-
gosan megfogalmazható eredményt ért el
több tudományterületen, az többnyire arra
az osztályra adja be dolgozatát, amelynek
területére eredményeinek többsége esik, és
meg is szerzi az MTA doktora fokozatot.
Természetes, hogy a jelölt mérlegel, és ahhoz
a tudományos osztályhoz adja be dolgozatát,
ahol több esélyt lát a sikerre. A tudományterü-
letek különbözősége miatt a követelmények
között jelentős eltérések találhatók. Ezzel
együtt, a több tudományterületet érintő dol-
gozatok (nevezük interdiszciplináris dolgo-
zatnak) elbírálásának elveit az MTA Dokto-
ri Tanácsának még meg kell fogalmaznia.
Ennek alapja csak az lehet, hogy az interdiszci-
plináris dolgozat és a hozzá kapcsolódó mun-
kásság az érintett tudományok követelmé-
nyeit (a jelölt által megadott és az osztály által
elfogadott arányokban) ki kell, hogy elégítse.

Az ismeretterjesztés, áltudomány

A tudományos nézeteket képviselő intézmé-
nyek, ezek zászlóshajója az MTA, egyik fel-
adata az ismeretterjesztés és – a szerző véle-
ménye szerint – az áltudományos nézetek kriti-
kája. A fokozattal rendelkezők többsége
rendszeresen tanít, publikál, szerepel a médiá-
ban. Egy tudományág kiemelkedő képvisé-
lője csak saját szakterületén szakértő, a többi
területen többé-kevésbé laikus. Ez többek
közt abban mutatkozik meg, hogy nem szak-
cikkekből, konferenciákról szerzi ismereteit.

A tudomány és az áltudomány közötti
határ eléggé bizonytalan. Ennek okai között

a hibák felbukkanását és az emberi gyenge-
séget lehet első helyen említeni. Részben en-
nek tudható be, hogy „áltudományos” néze-
tek felbukkannak rangos intézményekben is.
Erre mutatunk be egy kiemelt példát.

1999-ben Victor Ninov és munkatársai
bejelentették (Ninov, 1999), hogy megfigyel-
ték a legtöbb protont tartalmazó 118-as rend-
számú elemet. Ninovék kísérletét a jól felsze-
relt Berkeley National Laboratoryban (Ber-
keley, California) hajtották végre. A cikk le-
írja, hogy a ^{208}Pb céltárgyat 449 MeV-es ^{86}Kr
ionokkal¹ bombázták. A céltárgyban olyan
bomlási láncokat figyeltek meg, amelyben
egy nehéz mag hat egymást követő, térben
és időben korrelált bomlása azonosítható. A
bomlásban megfigyelhető 10 MeV fölötti
energiájú alfa részecskék arra utalnak, hogy
a 118-as rendszámú elem 283-as tömegszámú
izotópjának bomlásáról van szó. A mérések
feldolgozása nagyon munkaigényes. A részt-
vevő kutatók közül négyen Németországban
születtek. Erre utalt Bell Richardson, a Berke-
ley Laboratóriumot működtető Department
of Energy vezetője, amikor kijelentette: „Az
élenjáró tudomány nem ismeri az országha-
tárokat. Saját világszínvonalú kutatásainkat
károsítjuk, ha laboratóriumunkat elvágjuk a
világ többi részétől.” A részecskefizikai kísérle-
tek drágák is, időigényesek is, de reprodukálha-
tók. Ezt a kísérletet megismételték Német-
országban a GSI-laboratóriumban és Japán-
ban a RIKEN-laboratóriumban. Mindkét
kísérlet eredménytelen maradt (URL–1, 2001).
A következtetés világos: valami hiba történt,
ilyenkor a kísérletezők elkezdik közösen ele-
mezni a mérési adatokat, a feldolgozás mód-
szereit, hiszen a Berkeley által bejelentett hír

¹A kripton nemesgáz, az ionok létrehozásához is kell
egy kis fizika.

csak annyit jelentett, hogy a több milliónyi
kiértékelt nyom között mindössze három
olyat találtak, ami a 118-as elemre utalt. Nem
tudjuk, mi lett a közös kiértékelés eredménye,
de Berkeley visszavonta a bejelentést. „A tuda-
mány önkorrekciót hajt végre” – jelentette ki
Charles Chank, a Berkeley igazgatója. A tu-
domány minőségbiztosítási mechanizmusa
újra működött. Hiszen csak annyi történt,
hogy egy bonyolult kísérlet kiértékelésében
valamilyen hiba történt, feltehetően elsiették
az eredmény bejelentését. A visszavonást kö-
vetően Berkeleyben belső vizsgálat indult (egy
neves laboratórium nem engedhet meg ma-
gának ilyen blamázt), a vizsgálat eredménye-
ként Victor Ninovot elbocsátották. A vizsgá-
lat eredményei nem publikusak, annyit lehet
tudni, hogy a felfedezés bejelentése mögött
manipulált adatsorok álltak.

Az áltudomány és a tudomány között
húzódó határ kérdése a hétköznapiakban
egyre élesebben vetődik fel, hiszen a közvéle-
mény védtelenül áll a csodadoktorok, az
egészséget visszaadó csodagépek, készítmé-
nyek előtt. Kevésbé ismert a KERMI tevékeny-
sége, hogy bárki kérhet vizsgálatot egy vitat-
ható berendezéssel, termékkel kapcsolatban,
és a gyártónak kell igazolnia, hogy berendezé-
se tényleg alkalmas a termék leírásában meg-
adott feladatokra. Különösen szerencsétlenül
alakult a szakértők szereplése az influenza el-
leni védőoltás kapcsán. Emberéletekbe került
az ÁNTSZ felemásra sikeredett tájékoztató-
ja, és egyes testületek, illetve tagjaik felelőtlen
nyilatkozata. Fájdalmas, ha ismeretterjesztő
kiadványokban jelennek meg ostoba, hibás
nézetek, s különösen sajnálatos, ha a könyvet
neves kiadó adta ki, lektorálás után.

Az oktatás a szemünk előtt alakul át jelen-
tősen. Itt röviden csak a kimaradókkal kap-
csolatban említek meg néhány érdekes néze-

tet. Lawrence (Larry) Ellison, az Oracle cég
vezetője a Yale Egyetem végzősei előtt mon-
dott beszédében (Makai, 2004) kijelentette,²
hogy az egyetemet sikeresen elvégzők mind
vesztesek lesznek – a meggazdagodásért vívott
küzdelemben. A Yale Egyetem nem a meg-
gazdagodásra tanítja hallgatóit, hanem a
nemzet előtt álló feladatok elvégzéséhez nyújt
jó alapokat. Larry Ellison egyszerűen vesztés-
nek titulálja a végzősöket, ez persze felzaklat-
ja a hallgatókat. „Mégis, hogy jövök én, *Larry
Ellison*, aki kibukott az egyetemről ahhoz,
hogy ilyen módon ítélkezsem a nemzet egyik
legnagyobb presztízsű egyetemének végzősei
előtt? Megmondom. Mert én, *Lawrence El-
lison*, a bolygó második leggazdagabb embe-
re, kibuktam az egyetemről, és maguk nem.
Mert *Bill Gates*, a bolygó leggazdagabb em-
bere kibukott az egyetemről, és maguk nem.
Mert *Paul Allen*, a harmadik leggazdagabb
ember, ő is kibukott az egyetemről, és maguk
nem. És azért mert *Michael Dell*, aki jelenleg
a kilencedik helyen áll, ő is kibukott. És erő-
sen tör felfelé. Most nagyon fel vannak zak-
latva. De hisz ez természetes.”

Beszéde folytatásában a bolygó második
leggazdagabb embere azt ecseteli, milyen sa-
nyarú sors vár a „vesztesekre”: „Hadd báto-
rítsam önöket azzal, hogy nem hiába szerez-
ték meg keserves munkával a diplomájukat.
Nem hiába töltötték el öt évet itt azzal, hogy
jó munkamorált tanuljanak, kapcsolatokat
alakítsanak ki, és egy életre megismerkedje-
nek a terápia szóval. Mindez nagyon jó. Kell
is majd a jó munkabírás. Kellenek is majd
maguknak a kapcsolatok, és bizony, kell majd

²Nos, valójában Larry Ellison ezt a beszédet sohasem
mondta el, noha lassan tíz éve kering az interneten.
Ezzel kapcsolatban ld. <http://www.snopes.com/quotes/ellison.shtml> és <http://www.satirewire.com/news/006/satire-ellison.html>

a terápia is. Mert maguk nem buktak ki, és sosem lesznek a világ tíz leggazdagabb embere között. És bele kell törődniük egy nyomorúságos, évi 200 ezer dolláros állásba, ahol is a fizetési csekkjüket egy volt évfolyamtársuk írja majd alá, aki két éve kibukott”.

Egy viszonylag új világjelenség (Salam, 2010): a kieső diákok magas száma és sikeres szakmai karrierje. Az amerikai középosztály gyermekeit kiskoruktól fogva arra nevelik, hogy dolgozzanak keményen, fejessenek be valamilyen iskolát. Mégis az amerikai diákok 30%-a kimaradt a középiskolából (2006-os

adat). Salam szerint *kimaradási forradalom* előtt állunk, amely egy új korszakot hoz, az új korszakot a tanulás új módszerei, és új életmód jellemzik. Az információs forradalom következményeként a munka fogalma átalakul, és ma még ismeretlen formákat fog ölteni. Mielőtt bárki is bátorítást merítene a fentiekből, megemlítem: kimaradó diákok csak néhány területen számíthatnak sikerre.

Kulcsszavak: *tudományos közlemény, minőségbiztosítás, referálás, tudományos fokozatok, ismeretterjesztés*

IRODALOM

- Bencze Gyula (1997): Kiszera méra bávatag – posztmodern módra. Népszabadság. 1997. február 15. <http://hps.elte.hu/~gk/Sokal/Sokal/Magyarul/kiszera.htm>
- Chubin, Daryl R. – Hackett, Edward J. (1990): *Peerless Science, Peer Review and U.S. Science Policy*. State University of New York Press, New York <http://books.google.hu>
- Csorba F. László (2005): László Ervin: Kozmikus kapcsolatok – A harmadik évezred világképe, Új Pedagógiai Szemle. 3, <http://epa.oszk.hu/00000/00035/00090/2005-03-kf-Csorba-Laszlo.html>
- Doktori (2010): Magyar Tudomány. 2010. januári szám melléklete
- Goodstein, David (2000): How Science Works. In: *Reference Manual on Scientific Evidence*. 2nd edn. Federal Judicial Center, Washington, DC., 67–82. <http://www.its.caltech.edu/~dg/HowScien.pdf>
- Horrobin, David F. (2001): Something Rotten at the Core of Science? Trends in Pharmaceutical Sciences. 22, 2, <http://post.queensu.ca/~forsdyke/peerrev4.htm>

- La Recherche (1996): Canular et mystification, 292, novembre, 5.
- László Ervin (1996): *Kozmikus kapcsolatok. A harmadik évezred világképe*. Magyar Könyvklub, Budapest
- Makai Mihály (2004): *Merre vagy szellem napvilága? A megismerés rögös útjai*. Typotex, Budapest, 2.2 fejezet, 7.2 fejezet <http://books.google.hu>
- Ninov, Victor et al. (1999): Observation of Superheavy Nuclei Produced in the Reaction of ⁸⁶Kr with ²⁰⁸Pb. Physical Review Letters. 83, 1104–1107.
- Rothwell, Peter M. et al. (2000): Reproducibility of Peer Review in Clinical Neuro Science. Is Agreement between Reviewers Any Greater Than Would Be Expected by Chance? Brain, 123, 1964–1969. <http://brain.oxfordjournals.org/cgi/reprint/123/9/1964>
- Salam, Reihan (2010): The Dropout Economy. Time. 22 March 2010. 40–41. http://www.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,1971133_1971110_1_971126,00.html
- Alan Sokal – Jean Bricmont (2008): *Intellektuális impostorok*. Typotex, Budapest
- URL–1 (2001): Element 118 Disappears Two Years After It Was Discovered. Physics World. 02. 08. 2001. <http://physicsworld.com/cws/article/news/2629>

150 ÉVE SZÜLETETT KÚNOS IGNÁC

Tasnádi Edit

turkológus
tasnadi.edit@gmail.com

Hajdúsámson, 1860. szeptember 22. – Budapest, 1945. január 12.

Turkológus, nyelvész; az MTA tagja (levelező 1893). A párizsi Société Asiatique (külső 1889), a Deutsche Morgenländische Gesellschaft (1899), az isztambuli tudós társaság tagja, a helsinki Finnugor Társaság levelező tagja, a nemzetközi Közép- és Kelet-Ázsiai Társaság alelnöke, 1890-től a budapesti egyetem török filológia tanszék magántanára, 1890-től a keleti kereskedelmi akadémia tanára, majd 1919 és 1922 között igazgatója. Ugor és török–tatar nyelvészettel foglalkozott. 1885-től tanulmányutakat tett Kis-Ázsiába, Egyiptomba, a Balkánra – így a lexikonok, de személyiségéhez, stílusához és tevékenységéhez jobban illik talán, ha így mesélünk róla:

Hol volt, nem volt, volt egyszer egy falu, ott született egy tehetséges és tanulni vágyó fiú. Annak volt egy gépész nagybátyja, aki sokfelé megfordult a világban, s úgy találta, hogy a török nép és a török nyelv áll hozzánk legközelebb, ezért azt tanácsolta unokaöccsének, hogy ne latinul meg görögül, inkább törökül tanuljon. El is ment a fiú az egyetemre törökül tanulni. Egy nap aztán a városban jártában-kelteben rátalált egy pici édességbolt-ra. A sok finom édesség mellett a fezt viselő boltos édes beszéde is rabul ejtette. Ám azt is észrevette, hogy ez a beszéd nagyon is különbözött attól a török nyelvtől, amelyet mestertől tanult. Szöveget ütött fejébe, hogy tanul-

mányai során nem találkozott olyan irodalmi alkotással, amely az árustól hallott nyelven szólt volna. Kérdezősködésére a mester csak annyit mondott, hogy ezt a nyelvezetet a törökök „durvának” tekintik, és ezért csakis az arab és perzsa szavakban bővelkedő irodalmi nyelven írnak. Miután azonban tanítványa kitarzott amellett, hogy az egyszerű emberek is megfogalmazzák érzéseiket, tehát kell lennie népköltésnek is, a mester elküldte őt szerencsét próbálni...

Így szállt fel a pesti kikötőben Vámbéry Ármin buzdítására egy Törökországba induló hajóra Kúnos Ignác, és már a hajó első állomásán, az ada-kalei kikötőben török dal ütötte meg a fülét, tehát a gyűjtés azonnal megkezdődött...

Senki sem próféta a saját hazájában – s ha Törökországgal hasonlítjuk össze, igaz ez a mondás Kúnos Ignácra is. A törökök ugyanis népköltésük felfedezőjét tisztelik benne, hiszen neki köszönhetik a népdalaik, a négy-soros *mani*-k, a Naszreddin Hodzsa-anekdoták, az árnyjáték *karagöz*- és a népi *ortaoyunu*-előadások szövegeinek első lejegyzéseit és kiadásait – nemcsak törökül, de magyarul, majd más európai nyelveken is –, valamint ő nyitotta meg a „boszporuszi tündérvilág” és „Adakálé mesekertje”, azaz a török népmesék kapuját is.

A gyűjtés azonban nem volt mindig könnyű feladat egy messziről jött férfiember

számára, hiszen a mesével akkoriban leginkább nők és gyermekek mulatják az időt a parázsló *tandır*-t körülülve. Kúnosnak azonban szerencséje van: egy ramazán hónapi csillagfényes éjszakán a magyar apától született Nigâr Hanım isztambuli házában vendégeskedik. (Az első jelentős török költőnő (1862–1918), akinek édesapja a magyar szabadságharc menekültjéből, Farkas Adolfból Macar Osman Paşa, azaz *magyar Osman pasa* néven lett az isztambuli katonai akadémia ismert tanára.) Az ő kedvéért mond el Nigâr Hanım édesanyja egy mesét, majd rögtön utána hallhat egy másikat is a vendégek közül egy muzsikustól. Később „egy idős földije, az 1848/49-es szabadságharc menekültje, Szilágyi Efendi Hüsnü nevű írónoka értesülván Kúnos érdeklődéséről, felajánlja, hogy anyjával és nővérével, akik sok régi mesét ismernek, és nagyon szépen is mondják őket, leírat néhányat. ...

„1885-ben rövid időt töltött a bulgáriai törökök között, majd Anatóliába utazott. Maga sem gondolta volna, hogy ez a kutatóútja öt évig fog tartani. [...] Törökországi tartózkodása idején Kúnosnak több tanulmánya jelent meg, többek között azok a népdalgyűjtemények, amelyek folklórkutatásának alapjait képezik. Hazatérése után egymás után sorjázó művei is ékes bizonyítéka annak, hogy törökországi éveit egy igazi tudós szorgalmával és lelkesedésével végzett munkájával töltötte. Úti jegyzeteiben eleven képet festett Anatólia népének életéről. Munkássága a népköltés minden területét felölelte. [...] Az összegyűjtött népköltési anyagot nemcsak a tudományos világ, hanem a széles

olvasóközönség számára is hozzáférhetővé tette. Jelentős számú kiadványban testet öltő munkásságát igen nagy elismerés övezte, rövid idő múltán külföldön is az ő tollából jelent meg a legtöbb török népköltési anyag.

Az európai turkológia központjai már Kúnos törökországi kutatóútjával egyidejűleg figyelemmel kísérték munkáját. [...] Radloff *Proben-je*¹ különlegesen fontos helyet foglal el Kúnos munkái között, tudniillik az anatóliai és ruméliai török nyelvjárások és népköltési alkotások bemutatásával ő is részt vett ebben a hatalmas sorozatban. Nem kevésbé fontosak Leidenben és Lipcsében

megjelent német nyelvű munkái. Helytálló a turkológus és folklorista Georg Jacob megálapítása, miszerint Kúnos vetette meg a török folklórkutatások alapjait. [...] Amikor Kúnos 1925–26-ban a török kormány meghívására Isztambulban és Ankarában előadásokat tartott, több műve megjelent törökül is. [...]” – írja Prof. Dr. Tuncer Gülensoy, aki ezeknek a már 1925-ben, még arab írással *Türk Halk Edebiyatı* címmel kiadott előadásoknak újabb, latin betűs kiadásait sajtó alá rendezte.²

Kúnos nemcsak felfedezője és ismertetője, de bizonyos tekintetben megmentője is a török népköltés kincseinek, és nemcsak azért,

mert az ada-kalei gyűjtés után nem sokkal az al-dunai szabályozás következtében örökre ellepte a víz e töröklakta szigetekeskét, hanem azért is, mert az ország igazodása a nyugati kultúrához meg a technikai fejlődés lassú halálra ítéli a népi kultúrát. A *karagöz- és ortaoyunu* előadásokat már az ő első útja idején is csak bizonyos helyeken és adott alkalmakkor lehetett látni, így az ada-kalei népdalokat és népmeséket, valamint e népi játékok jó néhány szövegét éppen az ő lejegyzése mentette meg az utókor számára.

Több mint egy évszázaddal korábbi török világba vezetnek gyűjtései, mégis azt tapasztaljuk, hogy a tér- és időbeli távolság ellenére ismerős közegbe érkezünk. Ahogyan Bartók Béla 1936-os törökországi gyűjtőútja során felfedezte a magyar és a török népzene rokon vonásait, úgy ismerhetünk rá a Kúnos-gyűjtötte népdalokban és népmesékben a magyar népköltésből ismerős elemekre. A *karagöz* és az *ortaoyunu* figuráinak jellegzetes párbeszédeiben ugyanaz a humor forrása, mint Hacsék és Sajó jeleneteiben. Az 1886 nyarán lejegyzett Naszreddin Hodzsza-anekdoták között is sok olyan akad, amely közel áll a mi adomáink szelleméhez. A gyűjtés anyaga 1899-ben a Magyar Tudományos Akadémia

kiadásában jelent meg először; sőt a vidám történeteket Kúnos csengő-bongó rímekkel versbe szedve is átnyújtotta az olvasóknak, megcsillantva humorát is, amelyről joggal írja „a nyelvészet, az irodalom, a filológia határvidékein” tevékenykedő unoka, Kúnos László:

„Valóban, ha a gazdag hagyatékban, túl a tudomány köteles részén, van valami, ami nemcsak a család tagjainak, az unokáknak és dédunokáknak, hanem minden olvasónak az élmény és az öröm állandó forrása lehet, akkor az nem más, mint a mindent átítató, bölcs és szelíd humor. Az a humor, ami több, mint tréfa. Az a humor, ami világszemlélet, a megismerés, a megértés, az ellenállás, az elviselés és a megbocsátás eszköze. És a bizalom és az ételszeretet, ami Kúnos Ignácot halála napjáig elkísérte. Mert arkhimédieszi halált halt: a köreit rajzolgatta, meséket írt szinte élete utolsó percéig, amikor Budapest ostroma közben már bombák hullottak körülötte. Meséket írt, őrizte a múlt emlékeit. *Est meminnisse voluptas* — ez volt a jelmondata. Emlékezni gyönyörűség. Immár őt magát is az emlékezet őrzi.”

Kulcsszavak: Kúnos Ignác, török népköltés, folklór, török–magyar kapcsolatok



¹ Wilhelm Radloff: *Proben der Volksliteratur der türkischen Stämme*. 1866 és 1907 között jelent meg I–X. vaskos kötetben.

² A mű Ender Arat, a Török Köztársaság akkori nagykövete támogatásának köszönhetően jelenhetett meg 1999-ben magyarul: *A török népköltés. Kúnos Ignác török nyelven tartott egyetemi előadásai (1925–26)*. (fordította Tasnádi Edit) Terebess Kiadó, Budapest

VÁLLALKOZÁSI TEVÉKENYSÉG A VILÁGBAN ÉS MAGYARORSZÁGON A GLOBÁLIS VÁLLALKOZÓI INDEX (GEI) ALAPJÁN

Szerb László

habil. egyetemi docens,
Pécsi Tudományegyetem
Közgazdaságtudományi Kar, Pécs
szerb@ktk.pte.hu

Zoltan J. Acs

egyetemi tanár,
School of Public Policy, George Mason University,
Fairfax, VA, USA
Max Planck Institute of Economics, Jena, Germany
zacs@gmu.edu

Bevezetés

A közgazdaságtudomány egyik legtöbbet kutatott területe a gazdasági növekedés, a gazdasági fejlődés mibenléte és meghatározó tényezői. A klasszikus, a tőke és a munka kombinációjára épülő Solow-modell azonban a növekedésnek csak kisebbik részére adott magyarázatot (Solow, 1956). A későbbi elméletek többek között az innovációt és a tanulást építették be a modellbe (Romer, 1990), mások az intézmények szerepére helyezték a hangsúlyt (Alesina – Rodrick, 1994; Acemoglu et al., 2005). Amellett, hogy a makrogazdasági növekedés mikroökonómiai, vállalati szintű megalapozásának az igénye már az 1980-as években felmerült (Lucas, 1988), az egyéni és intézményi tényezőket kombináló modell és empirikus elemzések máig hiányoznak.

Bár Joseph Schumpeter (1934) már régen rámutatott arra, hogy az innováció és a vállalkozás a gazdasági fejlődés kritikus elemei, a közgazdaságtan fő irányzata erről hosszú ideig nem vett tudomást. A 2000-es években aztán többen kezdtek el foglalkozni a vállalkozásnak a gazdasági fejlődésben és a gazdasági növekedésben betöltött szerepével

(Harper, 2003; Acs, 2006; Carree – Thurik, 2002). Csupán az elmúlt években kerültek kifejlesztésre a tudás *spillover* és a tudás filter elméletek, amelyek a Romer-féle endogén növekedési modell vállalkozói oldalú kiterjesztése révén kísérlik meg magyarázni a gazdasági növekedést és fejlődést (Acs – Plummer, 2005; Acs et al., 2007).

A gazdasági növekedést elősegítő gazdaságpolitika hosszú időn keresztül a vállalkozói aktivitás fokozására, a vállalkozásindítások könnyítésére fókuszált. A vállalkozáskutatás egyik prominens alakja, Scott Shane egy nemrégien megjelent cikkében éppen azt taglalta, hogy mennyire téves a vállalkozói aktivitás mindenáron történő növelésére helyezni a hangsúlyt a magas minőségű, nagy növekedési potenciálú vállalkozásindítás elősegítése helyett (Shane, 2009).

Tanulmányunk az eddigi matematikai modellezésen alapuló kutatásoktól eltérően, más oldalról próbálja új megvilágításba helyezni a vállalkozás és a gazdasági fejlődés közötti kapcsolatot, mégpedig egy komplex vállalkozást mérő mutató, a Globális Vállalkozói Index (GEI) megalkotása révén. Úgy véljük,

hogy az index az egyéni és az intézményi tényezők kombinálásával alkalmas arra, hogy magyarázza a gazdasági fejlődést, és éppen a Shane által vázolt követelményeknek megfelelő gazdaságpolitikai javaslatokat tehessünk.

A vállalkozási tevékenység és mérései

A vállalkozás és a gazdasági növekedés kapcsolatának elemzéséhez meg kell határozni, mit is értünk vállalkozás alatt. A vállalkozás olyan tevékenység és magatartási forma, amely kapcsolatban áll az új szervezeti egység létrehozásával, az innovációval, a nem rutinszerű döntéshozatallal és a profitorientációval (Wennekers – Thurik, 1999). A vállalat pedig a vállalkozási tevékenység szervezeti keretként definiálható (Chikán, 2008). Ennek következtében a kisebb méretű cégek, összefoglalóan a kis- és középvállalatok sem azonosak a vállalkozással (Román, 2006).

Bár az elmúlt két évtizedben számos mérőszámot alkalmaztak a vállalkozás mérésére, jelenleg sincs egy általánosan, szakmai konszenzussal elfogadott változat. Az OECD által gyűjtött önfoglalkoztatási adatokat, vagy a Flash Eurobarometer hasonló jellegű felméréseit a vállalkozói szándékok és attitűdök méréséhez használják. Vállalatdemográfiai adatokat új vállalkozásokról, illetve megszűnésekről rendszeresen közöl az EUROSTAT és a *European Observatory*. Az elmúlt években a Világbank kezdett hozzá vállalati adatok gyűjtéséhez, amelyet vállalkozói indexként is interpretálnak.

Az OECD kezdeményezésére a 2000-es évek közepén indult el a Vállalkozói Indikátorok Program, amely a strukturális indikátorok, a vállalkozói teljesítmény, a vállalkozói hatások, és a vállalkozást befolyásoló tényezők több mint negyven változóját azonosította. Probléma, hogy az adatok csupán kevés,

19–32 ország esetében állnak rendelkezésre, és bár kidolgozásra került egy elméleti modell is (Ahmad – Hoffman, 2007), komplex indexet nem alakítottak ki.

Sokat vitatott a jelenleg legáltalánosabban alkalmazott vállalkozó indikátor, a Global Entrepreneurship Monitor (GEM) által alkalmazott korai fázisú vállalkozói index (TEA), amely az mutatja, hogy egy adott ország 18–64 éves munkaképes korban levő lakosainak hány százaléka van a cégalapítás fázisában, vagy tulajdonosa egy 3,5 évnél fiatalabb cégnek. Problematikus, hogy – hasonlóan az önfoglalkoztatáshoz – a fejlődő dél-amerikai és ázsiai országok vezetik a rangsort, azaz Bolívia, Peru vagy Angola vállalkozóibb, mint az USA, Ausztrália vagy a skandináv országok. A TEA aktivitási indikátor mellett a GEM számos más mutatót is konstruált az elmúlt évek során az attitűdök, a finanszírozás, a növekedés és az innováció adatait felhasználva, azonban ezen adatok egy mutatóban történő egyesítésére nem történt kísérlet (Bosma et al., 2008).

A bemutatott vállalkozói mutatókkal kapcsolatos problémák egy része a vállalkozás eltérő meghatározására vezethető vissza (Wennekers – Thurik, 1999). Másrészt, a vállalkozáskutatók egy része ragaszkodik az egyszerű vállalkozói mutatókhoz, de a jelenlegi mérőszámok csak a vállalkozás egy-egy aspektusát, jellemzően az aktivitást ragadják meg. Ezáltal nagyon különböző teljesítményű „vállalkozások”, például a perui földműves és a Szilícium-völgyi csúcstechnológiai fejlesztő kerülnek egy kalap alá. Ne felejtszünk el arról sem, hogy a vállalkozás nem csak pozitív jelenség lehet. Az illegális kábítószer forgalomba hozatala vállalkozói módszerekkel történik, mégsem nevezhetjük társadalmi szempontból hasznosnak. A fekete- és a szürkegazda-

ságban tevékenykedő vállalkozó sem tekinthető társadalmilag konstruktívnak, hiszen nemcsak, hogy adót nem fizet, de a legális vállalkozások esélyeit is rontja. A vállalkozók egy része pedig erőfeszítést tesz annak érdekében, hogy innováció és megújulás helyett monopolhelyzetbe kerüljön, vagy állami támogatásokhoz jusson (Baumol, 1990).

A vállalkozók magatartását és a vállalkozások teljesítményét alapvetően befolyásolja az intézményi környezet, amely hatással van arra is, hogy a vállalkozás társadalmilag konstruktív vagy netán kifejezetten romboló, destruktív módon működik. Az alacsony intézményi fejlettségű országok esetében a magas szintű vállalkozói aktivitás társadalmilag jó részt nem hasznos, ugyanakkor az intézményi rendszer fejlődésével a vállalatok hatékonysága is növekszik. A fejlett intézményi infrastruktúrával rendelkező országok esetében lehet, hogy kevesebb cég van, viszont ők jó részt társadalmilag hasznos vállalkozói tevékenységet végeznek. Az eddigi vállalkozói mutatók nem vették figyelembe az ilyen intézményi környezetből fakadó különbségeket. Ugyanakkor a vállalkozások környezeti, intézményi feltételeit vizsgáló indexek – a Világ gazdasági Fórum Globális Versenyképességi Indexe, a Világbank Vállalkozásalapítás könnyűsége indexe vagy a Heritage Alapítvány Gazdasági Szabadság Indexe – nem tartalmaz egyéni vagy vállalati szintű változókat.

További probléma a vállalkozás és a gazdasági növekedés közötti kapcsolat iránya. Ameddig az önfoglalkoztatási adatokat vizsgálva az a kép alakul ki, hogy a vállalkozói aktivitás a gazdasági fejlettség függvényében csökken, leginkább egy „L” alakkal jellemezhető (Carree et al., 2007), addig a TEA „U” alakú összefüggést mutat, azaz a kezdetben csökkenő vállalkozói aktivitás a gazdasági

fejlődés későbbi fázisában növekedésnek indul (Acs, 2006). A közgazdaságtan meghatározó elméletei viszont a vállalkozás és a gazdasági fejlődés között egy „S” alakú, alapvetően növekedő tendenciát implikálnak.

A Globális Vállalkozói Index (GEI) képzése és alkalmazása

Ha egy új, széles körben alkalmazható vállalkozói mutatót szeretnénk kifejleszteni, akkor legalább három alapkövetelménynek kell megfelelni: (1) az index legyen multidimenzionális, azaz fejezze ki a vállalkozás komplex természetét, (2) tartalmazzon a pusztán mennyiségi változók mellett a minőségi különbségeket is kifejező indikátorokat is, (3) mind az egyéni mind pedig az intézményi, környezeti feltételeket számszerűsítő változókat foglaljon magába. Ezen követelményeknek megfelelően került kialakításra a Globális Vállalkozói Index (GEI), amely a *vállalkozói attitűdök*, a *vállalkozói aktivitás* és a *vállalkozói aspirációk* kombinációjaként határozható meg. A módszer teljes és részletes leírása Zoltan J. Acs és Szerb László (2009) cikkében található meg, itt csupán az indexképzés legfontosabb lépéseit emeljük ki rövidített formában.

A *vállalkozói attitűdök* egy ország lakosságának vállalkozással kapcsolatos általános attitűdjeit mutatják mint a lehetőségek észlelési képessége, a vállalkozásalapítás-indítási készségek megléte, a vállalkozás létrehozásával kapcsolatos kockázatviselési hajlam, a vállalkozó személyes ismerete, és a vállalkozók társadalmi státuszának értékelése. Ezen attitűdök nem csupán azért fontosak, mert az ezekkel rendelkező személyek inkább hajlamosak a vállalkozóvá válásra, hanem mert fontos kapcsolati, pénzügyi, társadalmi támogatást nyújthatnak akár a kezdő akár a már létező

vállalkozásoknak is. A *vállalkozói aktivitást* a magas minőségű új vállalatalapításként definiálhatjuk. Az alindex figyelembe veszi a lehetőség motiválta vállalkozásindítást, a magas és közepes technológiai szektorba tartozást, a vállalkozó iskolázottsági fokát, és a (potenciális) verseny erősségét, ami egyben a cég által kínált termék/szolgáltatás egyediségére is utal. A *vállalkozói aspiráció* pedig a vállalkozó azon stratégiai erőfeszítéseire reflektál, mint az új termék bevezetése, az új technológiák alkalmazása, a magas növekedés, a nemzetköziesedés és a formális/informális kockázati tőkefinanszírozás lehetőségei és képességei.

A környezeti/intézményi változók bevitelére egy egyedi módszert fejlesztettünk ki, amely az egymással kölcsönhatásban álló interakciós változók logikáján alapul. Az ökonometriában alkalmazott interakciós módszer lényege, hogy az egyes változók nem egyenként, hanem egymással szoros kölcsönhatásban fejtik ki hatásukat. Ennek megfelelően az egyes vállalkozói indikátorok képzésekor a GEM-felmérés egyéni változóit összeszorozzuk a megfelelő intézményi változóval. A 14 indikátorhoz ugyanannyi intézményi változót használtunk fel. Az egyéni változók a GEM reprezentatív felnőtt lakossági felméréséből az intézményi változók külső forrásból származnak (lásd: *Melléklet*).¹ A megfelelően képzett indikátorokat ezek után normalizáljuk 0 és 1 közé.

A következő probléma az, hogyan kombináljuk az alindexek építőköveiként alkalmazott indikátorokat. Az alindexek legtöbbször az indikátorértékek átlagaként kerülnek számításra. Gyakran alkalmazott megoldás a faktorelemzés is. Ezen módszerek hátrányai

¹ Az adatbázis részletes leírása illetve a mutató számításának a módja megtalálható Zoltan J. Acs és Szerb László (2009) publikációjában.

jórészt a gazdaságpolitikai javaslatok szempontjából mutatkoznak meg. Az átlagszámítás üzenete, hogy teljesen mindegy, melyik indikátort javítjuk, az ugyanolyan hatással lesz az alindex értékére, azaz az indikátorértékek különbségei nem játszanak szerepet az alindex értékeinek számítása során. A faktorelemzés pedig főleg az egymással szoros kapcsolatban levő indikátorok kombinálására alkalmas, azonban nem ad semmi újat arra nézve, hogy melyik indikátort is kellene növelni, hogy az index a legnagyobb mértékben javuljon.

A fenti problémák áthidalására olyan módszert fejlesztettünk ki, amely figyelembe veszi a szűk keresztmetszeteket; az alindexet alkotó indikátorok közötti abszolút különbségek mértékét. A mérnöki tudományok területén gyakran alkalmazott elv, hogy a rendszer egészének működését a leggyengébb láncszem határozza meg. Ez a szempontja a minőség-ellenőrzést a középpontba állító 6-sigma elméletnek (Nave, 2002). A leggyengébb láncszem tézisének társadalomtudományokra való adaptálása során azonban figyelemmel kell lennünk arra, hogy az egyes tényezők legalább korlátozottan, de nem teljes mértékben helyettesíthetők egymással. Gyakori ez a felfogás a pénzügyi rendszer hatékonyságának mérésénél is (Rajan – Bird, 2001).

Az általunk kidolgozott, a szűk keresztmetszetek miatti büntetésnek (PFB) nevezett módszer tulajdonképpen a leggyengébb láncszem elvének az alkalmazását jelenti: az egyes alindexen belüli indikátorokat a legalacsonyabb indikátorértékhez igazítjuk. Az igazított értéket úgy kapjuk meg, hogy a legalacsonyabb indikátorértékhez hozzáadjuk az egy plusz az aktuális indikátorérték és a legalacsonyabb indikátorérték különbségének természetes alapú logaritmusát.

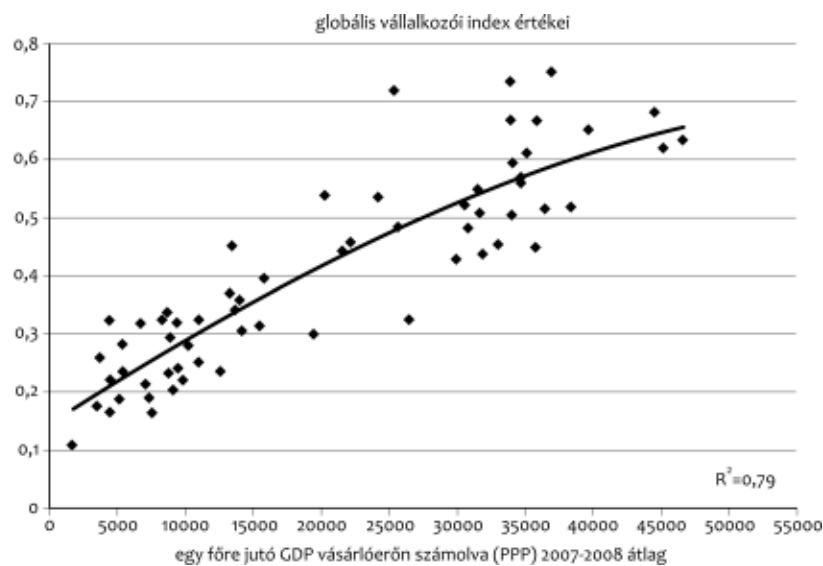
Legyen például egy ország egyik normalizált indikátorértéke 0,60, és a legalacsonyabb indikátor értéke 0,40. A különbség 0,2, és ennek megfelelően az igazítás értéke $\ln(1+0,2) = 0,18$. A szűk keresztmetszetért történő büntetés utáni igazított érték így $0,40 + 0,18 = 0,58$ lesz az eredeti 0,60 helyett. Ha a legalacsonyabb indikátorérték csupán 0,2, akkor az igazítás mértéke $\ln(1+0,4) = 0,34$, az igazított érték pedig $0,2+0,34=0,54$ lesz, azaz a büntetés mértéke nő. A módszer nagy előnye, hogy analitikai, nem pedig statisztikai alapokra épül, így nem érzékeny a mintaszám nagyságára. Problémát jelenthet viszont, hogy a büntetés mértékével kapcsolatban sem elméleti, sem empirikus kutatások nem állnak rendelkezésünkre. Éppen ezért alkalmaztunk egy meglehetősen konzervatív, azaz relatíve alacsony szintű büntetési tételt, ami az eredeti értékeket csupán kisebb mértékben korrigálja. A módszer nem feltétlenül optimális, azonban elméletileg és főleg a gazdaságpoli-

tikai javaslatok szempontjából jobb, mint a szimpla átlagszámítás vagy a faktorelemzés.

A szűk keresztmetszetek miatti büntetés elvénél fontos gazdaságpolitikai üzenete van. Ha a leggyengébb indikátort, a szűk keresztmetszetet sikerül javítani, az pozitív hatással lesz az alindex további indikátoraira, és ezen keresztül az alindex értékére, végső soron pedig a GEI-indexre is. Ezzel szemben a relatíve magas értékű indikátor javítása csak az adott indikátor szintjét javítja, így összességében az alindex sokkal kisebb emelkedése várható.

A GEI-index alakulását az egy főre jutó GDP függvényében az 1. ábrán láthatjuk.

A GEI-index a GDP függvényében nagyjából lineárisan növekszik, a harmadfokú polinom függvény a variancia mintegy 79%-át magyarázza. A GEI-index a fejlettség függvényében teljesen más képet mutat, mint az eddigi TEA-index „U”, illetve az önfoglalkoztatás több országban tapasztalt „L” alakja. Az elméletek inkább az életciklus-görbének



1. ábra • A GEI-index az egy főre jutó GDP függvényében (harmadfokú polinom illesztés)

megfelelő „S” alakot implikálnak, azonban a gazdasági fejlettséggel növekvő GEI sokkal konzisztensebb a Paul Romer nevével fémjelzett endogén növekedési modellel és a Schumpeter-féle felfogással a gazdasági fejlődésről, mint az eddigi vállalkozási mutatók. Az alábbi, 1. táblázat pedig az egyes országok vállalkozói sorrendjét mutatja.

Az országok rangsorának élén a fejlett észak-európai és az angolszász nemzetek talál-

Ország	GDP	GEI-index	Ország	GDP	GEI-index
1 Dánia	36 903	0,75	33 Horvátország	14 040	0,36
2 Svédország	33 799	0,73	34 Lengyelország	13 615	0,34
3 Új-Zéland	25 320	0,72	35 Kolumbia	8631	0,34
4 USA	44 384	0,68	36 Jordánia	4287	0,33
5 Ausztrália	33 947	0,67	37 Uruguay	11 028	0,33
6 Kanada	35 776	0,67	38 Görögország	26 483	0,32
7 Izland	39 603	0,65	39 Kína	8242	0,32
8 Írország	46 587	0,64	40 Törökország	9307	0,32
9 Norvégia	45 206	0,62	41 Peru	6617	0,32
10 Svájc	35 106	0,61	42 Argentína	15 437	0,31
11 Hollandia	34 059	0,60	43 Dél-Afrika	14 159	0,31
12 Belgium	34 580	0,57	44 Magyarország	19 451	0,30
13 Finnország	34 654	0,56	45 Makedónia	8822	0,29
14 Franciaország	31 458	0,55	46 Egyiptom	5388	0,28
15 Puerto Rico	20 223	0,54	47 Románia	10 206	0,28
16 Szlovénia	24 172	0,54	48 India	3789	0,26
17 Izrael	30 578	0,52	49 Mexikó	10 963	0,25
18 Hong Kong	38 227	0,52	50 Thaiföld	9435	0,24
19 Ausztria	36 445	0,52	51 Szerbia	5351	0,24
20 Szingapúr	31 652	0,51	52 Oroszország	12 595	0,24
21 Egyesült Királyság	34 075	0,51	53 Dominikai Közt.	8760	0,23
22 Dél-Korea	25 574	0,49	54 Indonézia	4488	0,22
23 Olaszország	30 777	0,48	55 Kazahsztán	9841	0,22
24 Csehország	22 077	0,46	56 Jamaica	4503	0,22
25 Japán	33 014	0,45	57 Bosznia/Hercegovina	7048	0,21
26 Chile	13 494	0,45	58 Brazília	9176	0,20
27 Egyesült Arab Em.	35 661	0,45	59 Venezuela	7315	0,19
28 Portugália	21 555	0,44	60 Fülöp-szigetek	5207	0,19
29 Németország	31 855	0,44	61 Irán	3456	0,18
30 Spanyolország	29 951	0,43	62 Bolívia	4453	0,17
31 Lettország	15 781	0,39	63 Ecuador	7456	0,16
32 Malajzia	13 251	0,37	64 Uganda	1648	0,11

1. táblázat • Az országok GEI vállalkozói index szerinti sorrendje

hatók. Két kisebb Európai uniós ország, Dánia és Svédország vezeti a rangsort, majd egy „kakukktojás”, a közepesen fejlett Új-Zéland következik. Az USA 4. helye talán meglepetés, de az amerikaiak relatíve gyengén szerepeltek az attitűdök esetében, amit kiváló aspirációs és aktivitásbeli teljesítményük nem tudott ellensúlyozni. A TEA tekintetében az egyik leggyengébben szereplő ország, Belgium a sokkal előkelőbb 12. helyen található. A volt szocialista országok közül Szlovénia meglehetősen kiegyensúlyozott teljesítménnyel szerepel a legjobban a 16. helyen, és Csehország a 24. helyével is a fejlettséghez tartozó trendvonal felett található. Magyarország 44. helye talán nem meglepetés, és összhangban van versenyképességi indexünk alacsony értékeivel. Az EU nagy országai, Franciaország (14) kivételével, az Egyesült Királyság (21), Olaszország (23), Németország (29), Spanyolország (30) fejlettségükhöz képest meglehetősen közepes teljesítménnyel a trendvonalon vagy kissé alatta láthatók. Mindez talán magyarázatot adhat az EU lemaradására az USA-val vagy a fejlődő ázsiai országokkal összevetve. Úgy látszik, az EU nagy nemzetei jórészt még nem tették meg azokat a lépéseket, amelyek a vállalkozói társadalom irányába vezetnek.

A rangsor végén találhatók a fejlődő országok, a TEA éllovas Peru a még mindig relatíve jónak mondható 41. helyen. Uganda, Ecuador, Bolívia, Irán, a Fülöp-szigetek, Venezuela vagy Brazília helyezése teljesen összhangban áll fejlettségükkel. Ugyanakkor Oroszország és Mexikó vállalkozói szintje a trendvonal alatt található.

Magyarország vállalkozói aktivitásának elemzése

Gyakran és joggal illetik kritikával azokat, akik egyetlen mutató alapján próbálják értékelni

az egyes országok teljesítményét. A GEI-mutató csupán az egyes országok relatív helyezését mutatja, és önmagában nem alkalmas arra, hogy vállalkozáspolitikai ajánlások alapja lehessen. Nem a szuperindex, hanem az azt alkotó alindexek, indikátorok, egyéni és intézményi változók, azok gyenge és erős pontjai kell, hogy az elemzés középpontjába álljanak, és a gazdaságpolitikai javaslatok alapjául szolgáljanak. A változók és indikátorok változtatása esetében nyomon követhetjük a GEI-index változását is. Eltérően az eddigi indexszámításoktól, a PFB-módszertan alkalmazása miatt képesek vagyunk arra, hogy a szűk keresztmetszetek felszámolására irányuló gazdaságpolitikai javaslatok révén az index minél nagyobb növekedését érjük el. A következőkben Magyarország példáján szemléltetjük és teszteljük a GEI-index használhatóságát.

A 2. ábrán Magyarország helyzete látható a GEI-index és a három alindex eseteiben, összehasonlítva azzal a 63 országgal, amelyek a felmérésben részt vettek. Magyarország a közepesen fejlett országok közé tartozik mintegy 19 500 USD/fő GDP-vel (2007). Az ország átfogó vállalkozói teljesítményét kifejező érték 0,30, mely szerint hazánk a fejlettségnek megfelelő trendvonal alatt helyezkedik el. Az elmaradás mintegy 0,1, azaz meglehetősen nagy. Összehasonlításként más régiós országokkal: Szlovénia 0,54, Csehország 0,46, Lettország 0,39, Horvátország 0,36 Lengyelország 0,34 értékekkel mind a trendvonal felett vagy a trendvonalon (Lengyelország) helyezkednek el. Makedónia 0,29, Románia 0,28, Szerbia és Oroszország 0,22, Bosznia és Hercegovina 0,21 értékekkel a trendvonal alatt helyezkednek el (Szerbia egy kicsit felette). Helyzetünk tehát rosszabb a fejlettebb közép-európai országoknál, és inkább a régió fejletlenebb országaihoz hasonlít. A három alin-

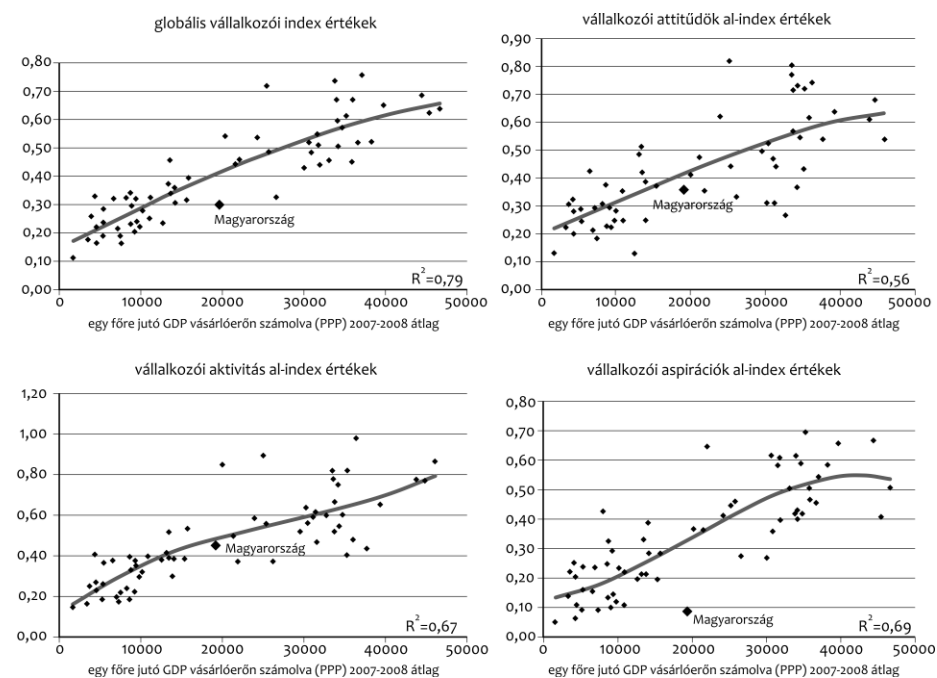
dexet vizsgálva látható, hogy a legkisebb a lemaradásunk az aktivitás területén és a legnagyobb az aspirációk esetében. Ahhoz, hogy Magyarország vállalkozói teljesítményén javítani tudjon, elsősorban tehát az aspirációk területén kellene lépéseket tenni.

Magyarország tizennégy intézményi változó, egyéni változó és indikátorai értékeit tartalmazza a 2. táblázat, ahol az adott értéket a többi országhoz viszonyítva elemezzük, összehasonlítva vezető országokkal (*benchmarking*), és a többi országgal. Fehér színnel jelöljük, ha Magyarország teljesítménye a felső harmadba, világosszürkével, ha az átlaghoz közeli második harmadba és sötétszürkével, ha az utolsó harmadba tartozik.

Az indikátorok szintjén a vállalkozói attitűdök alindex alacsony értékének elsődleges oka a lehetőségek fel-, illetve ebben az esetben

a fel nem ismerésével kapcsolatos (sötétszürke szín): a magyarok más nemzetekkel összevetve kevésbé látnak jó üzleti lehetőséget. A hálózatosodással is gondok vannak (világosszürke szín), kevesen ismernek olyat, aki az elmúlt két évben indított vállalkozást, és a lakosság internethasználati gyakorisága is átlag alatti, bár már a világosszürke zónában található. Ugyanakkor helyzetünk a vállalkozásindítási képességek területén kifejezetten kedvező. A kockázatvállalás és kulturális támogatottság elfogadható mértékű.

Szűk keresztmetszetek vannak a vállalkozói aktivitás területén, ahol Magyarország a legjobb helyezést érte el. Kevés cég található, amelyik a közepes vagy a magas szintű technológiát alkalmazó szektorban alapított (világosszürke, a leggyengébb pont), és kezdő vállalkozóink hajlamosak már eleve éles ver-



2. ábra • Magyarország vállalkozói teljesítménye a GEI és a három alindex eseteiben

Intézményi változó	Int. vált. érték	Egyéni változó	Egy. vált. érték	Indikátor	ind. érték
méret	0,433	lehetőség	0,181	lehetőség-felismerés	0,155
felsőfok	0,692	képesség	0,423	váll. indítása képesség	0,643
kockázati ráta	0,667	kockázat	0,800	kockázatvállalás	0,609
internethasználat	0,373	ismer	0,057	hálózatosodás	0,205
korruptió	0,446	karrier	0,457	kulturális támogatás	0,382
doing business	0,743	lehetcél	0,621	lehetőség kezdés	0,606
techrendelkezés	0,445	techsect	0,340	technológiai szektor	0,264
humán fejlettség	0,797	felsőfok	0,679	humán minőség	0,639
szabadság	0,500	verseny	0,334	versenyelőny	0,416
gerd	0,213	újterm.	0,073	új termék	0,090
innov	0,444	újtech.	0,000	új technológia	0,004
stratégia	0,406	gazella	0,088	magas növekedés	0,116
globalizáció	0,835	export	0,205	nemzetköziesedés	0,245
kockázati tőke	0,380	infinv	0,005	kock. finanszírozás	0,004
intézményi átlag	0,527	egyéni átlag	0,305	GEI	0,299

2. táblázat • Magyarország vállalkozói mutatóinak alakulása az intézményi változók, az egyéni változók és az indikátorok szintjén

seny körülmények között piacra lépni, azaz kevés az egyedi terméket/szolgáltatást kínáló vállalkozó. A lehetőség motiválta vállalkozások aránya alapján fejlettségünknek megfelelően, közepes helyen vagyunk. Ellentétben a köz-hiedelemmel, a hazai vállalkozások mintegy kétharmada nem kényszerből alapított. A felsőfokú végzettségűek által alapított cégek aránya tekintetében is jól állunk. Javítani az aktivitás alindexet úgy lehet, ha elsősorban a technológia szektororientált vállalkozásindítást, másodfokon az egyedi termékeket kínáló, vállalkozásindítási gyakoriságot növelnénk.

A vállalkozói aspirációknál több szűk keresztmetszetünk is van, sőt minden tekintetben az országok utolsó harmadához tartozunk, ami az alacsony fejlettségi szintű erőforrásvezérelt gazdaságokkal helyez bennünket egy szintre. Az új technológiák alkalmazása, az

informális és a kockázati tőke finanszírozásának területein leggyengébb a teljesítményünk, amelyekhez képest alig jobb az új termékek előállítása szerinti sorrendünk. A magas növekedési potenciálú cégek esetében valamivel jobb a pozíciónk, a kategória legjobbjá pedig a nemzetköziesedést kifejező indikátor.

A további elemzéshez a következő szintre kell lépniünk, azaz a változók esetében kell megvizsgálni, hogy lemaradásunk oka vajon az egyéni vagy az intézményi tényezők esetében gyenge. A 2. táblázat alapján egyértelmű, hogy Magyarország relatív teljesítménye az intézményi fejlettség szintjén döntő mértékben elfogadható a közepesen fejlett, hatékonyságorientált országokkal összehasonlítva. A humán erőforrás fejlettsége és a felsőfokú végzettségűek aránya esetében pedig még kedvező is. A fejlett, innovációvezérelt orszá-

gokhoz képest azonban számos területen van még mit tennünk. Az egyéni változók esetében azonban sokkal nagyobb a lemaradásunk nem csupán a fejlett országokhoz, de még a közepesen fejlett országokhoz képest is. Csupán két olyan egyéni változó van, ahol jól szerepelünk, ezek pedig a kockázatvállalás és a felsőfokú végzettségűek által indított cégek aránya. Összevetve tehát az egyéni és az intézményi változókat, alapvetően az a probléma, hogy sokszor még a közepesen fejlett országokra jellemző intézményi rendszer lehetőségeit sem használjuk ki. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy Magyarországon ne kellene intézményi fejlesztéssel foglalkozni!

Legsürgetőbb a helyzet az aspirációk esetében, ahol nincsen olyan terület, ami egyáltalán elfogadható szintű lenne, az új technológiák használata területén pedig a legutolsók között vagyunk. Ez összecseng azzal, amit hazai kutatási eredmények jeleznek: a magyar gazdaság egyik rákfénje a vállalatok alacsony szintű innovációs aktivitása mind a termék, mind a technológiai innovációk esetében. Az innováció legfontosabb gátja azonban elsősorban nem a K+F kiadások (GERD) alacsony szintje (az sem túl magas!), hanem a vállalkozások innováció iránti alacsony aspirációja. A technológiai innováció szintjét kifejező környezeti változó értéke közepes, viszont kezdő cégeink inkább régi technológiákat alkalmaznak. Ráadásul a magyar gazdaságból jórészt hiányoznak a magas növekedési potenciálú cégek – a gazellák, és alig akad külső informális befektető is. Az ezekhez az egyéni változókhoz tartozó intézményi változók mindkét esetben közepes szinten állnak. A hazai gazdaság kettősségére utal az is, hogy Magyarország globalizációs szintje nemzetközi összehasonlításban kifejezetten magas, ugyanakkor a kezdő és fiatal cégek exportaktivitása igen

alacsony, ez okozza a nemzetköziesedés alacsony értékét. Ha mindezeket összevetjük azzal, hogy a vállalkozásindítási és a kockázatvállalási képességek területén a hazai lakosság meglehetősen jól áll, sőt a felsőfokúak aránya is magas a kezdő vállalkozók között, akkor arra a következtetésre juthatunk, hogy nem igazán azok vállalkoznak Magyarországon, akiknek leginkább kellene.

Összefoglalás és következtetések

Jelen tanulmányban bemutattunk egy olyan új vállalkozói indexet, amely az eddigi vállalkozási mutatókhoz képest alkalmasabb eszköznek tűnik a gazdasági fejlődés magyarázásához. A Globális Vállalkozói Index (GEI) komplex – 31 változót, 14 indikátort és 3 alindexet tartalmaz, alapvetően nem mennyiségi, hanem minőségi különbségeket mutat, továbbá egyéni és intézményi változókat egyaránt tartalmaz. Ellentétben az önfoglalkoztatási rátával vagy a TEA-indexszel, a GEI-mutató a gazdasági fejlettség függvényében növekszik. Ez azt jelenti, hogy a fejlett, innovációvezérelt országok vállalkozói teljesítménye a legmagasabb, a közepesen fejlett, hatékonyság-középpontú országoké ennél alacsonyabb, a legkisebb pedig az erőforrás-vezérelt gazdaságoké. A pozitív kapcsolat a vállalkozás és a gazdasági fejlettség között konzisztens mind az endogén növekedési modellel, mind a gyakran alkalmazott, a környezeti-intézményi fejlettséget mérő mutatókkal.

Két módszertani újítást vezettünk be, egyrészt az interakciós változók módszerét alkalmazva kombináltuk az intézményi és egyéni változókat, másrészt pedig az alindexeket tartalmazó indikátorok szintjén egy olyan metódust mutattunk be, amely képes arra, hogy a leggyengébb láncszem elvének megfelelő szűk keresztmetszetek okozta teljesítmény-

csökkenést számszerűsítse. A gazdaságpolitikai üzenet az, hogy a leggyengébb láncszemet kell erősíteni, mert annak javítása multiplikatív hatással van az alindex további indikátorértékeire, és a GEI-indexre is.

Magyarország a GEI-index alapján közepes, inkább gyenge teljesítménnyel a hatvan-négy országból a 44. helyen található. A legtöbb relatíve fejlett kelet-európai ország, Szlovénia, Csehország, Lettország, Horvátország és még Lengyelország is, előttünk található, ugyanakkor az alacsonyabb fejlettségűek, Szerbia, Montenegró, Oroszország, Románia, Makedónia mögöttünk vannak. Leggyengébb teljesítményt Magyarország az aspirációk, míg a legjobbat az aktivitás területének alindexei alapján mutatta.

Az aspirációs alindexhez tartozó indikátorokat és változókat elemezve helyzetünk igen rossz, mondhatni katasztrofális, a termék- és technológiai innováció, valamint az informális finanszírozás területén, de az országok alsó harmadába tartozunk a nemzetköziesedés és a magas növekedés eseteiben is. Az intézményi és az egyéni változók összehasonlítása azonban azt mutatja, hogy Magyarország gyenge teljesítményének elsődleges oka nem az intézmények alulfejlettsége, hanem az egyénekhez köthető tulajdonságok, aspirációk alacsony szintje. Például a gyenge hazai innováció oka elsősorban nem a GERD és a technológiai innovációt befolyásoló környezet lemaradása, hanem a kezdő és fiatal cégek elégtelen egyedi aspirációja az új termékek és az új technológiák bevezetése területén. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy intézményi fejlettségünkön ne lenne mit javítani, hiszen az sokszor elmarad a fejlett országoktól.

A rendszerváltás óta eltelt időszakban Magyarország nagy lépéseket tett, hogy a piacgazdasággal konform intézményi rendszert ala-

kítsa ki. Ezek a lépések eredményesek voltak, amit sikeres európai uniós csatlakozásunk is bizonyít. Ugyanakkor az emberek gondolkodásmódja lassabban változik, mint az intézmények: a fejlett piacgazdasággal és főleg a vállalkozói társadalommal összhangban álló attitűd és a magatartási normák terén lemaradásunk jelentős. Felzárkózásunk és gazdasági fejlődésünk előmozdítása érdekében alapvető intézkedések megtételére lenne szükség.

Jelenlegi hazai gyakorlatunkat a vállalkozáspolitikai és a kis- és középvállalati politika összemosódása jellemzi (Román, 2006). A II. Nemzeti fejlesztési terv alapján kidolgozott stratégia a kkv-k nagyvállalatokkal szembeni versenyhátrányának csökkentésére fókuszál (Kkv stratégia, 2007; Román, 2008). A vállalkozói aktivitás növelését pedig a vállalkozásindítás könnyítését lehetővé tevő, egyébként irányukban alapvetően helyes, intézményi fejlesztései szolgálták. Jelen tanulmány viszont más vállalkozáspolitikát sugall: a versenyhátrányok csökkentése és a vállalkozói aktivitás általános növelése helyett a minőségi vállalkozásindítás és a magas növekedési potenciálú, innovatív cégek fejlődésének elősegítésére kellene koncentrálni. Az intézményi fejlesztések területén elsősorban a szűk keresztmetszetek felszámolása lehet a cél. A nagyobb léptékű előrelépéshez pedig a társadalom tagjait kellene felkészíteni az intézményi rendszerben rejlő lehetőségek megragadására, főleg oktatási rendszerünk fejlesztése révén.

A szerzők köszönetet mondanak a kutatást támogató OTKA-nak (témaszám NK 69283), valamint azoknak, akik a korábbi verzióhoz való hozzászólással, megjegyzésekkel járultak hozzá a jelen változat kialakításához: Alex Acs, Elaine Allen, Jose Ernesto Amorós, David B. Audretsch, Erkko Autio, Niels Bosma, Alicia

Coduras, Czákó Erzsébet, Samee Desai, Saul Estrin, Jolanda Hessels, Jonathan Levie, Thomas Mickiewicz, Paul Reynolds, Román Zoltán, Lois Stevenson, David Storey, Roy Thurik, Varga Attila, Sander Wennekers. Külön köszönet az Ipargazdasági Bizottság

2009. áprilisi ülésén részt vevőknek hasznos megjegyzéseikért, és Chikán Attilának a magyar változat lektorálásáért.

Kulcsszavak: *vállalkozás, gazdasági fejlődés, növekedés, globalizáció, innováció, index*

IRODALOM

- Acemoglu, Daron – Johnson, S. – Robinson, J. (2005): The Rise of Europe: Atlantic Trade, Institutional Change, and Economic Growth. *The American Economic Review*. 95, 3, 546–579.
- Acs, Zoltan J. (2006): How Is Entrepreneurship Good for Economic Growth? *Innovations* Winter. 99–107. <http://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/itgg.2006.1.1.97>
- Acs, Zoltan J. – Audretsch, D. – Braunerhjelm, P. – Carlsson, B. (2005): *The Knowledge Spillover Theory of Entrepreneurship*. Discussion Papers on Entrepreneurship Growth and Public Policy, Jena
- Acs Zoltan J. – Plummer, Lawrence A. (2005): Penetrating the “Knowledge Filter” in Regional Economies. *Annals of Regional Science*. 39, 3, 439–456. <ftp://papers.econ.mpg.de/egp/discussionpapers/2004-38.pdf>
- Acs, Zoltan J. – Szerb László (2009): The Global Entrepreneurship Index (GEINDEX). *Foundations and Trends in Entrepreneurship*. 5, 5, 341–435.
- Ahmad, Nadim – Hoffman, Anders (2007): *A Framework for Addressing and Measuring Entrepreneurship*. OECD Entrepreneurship Indicators Steering Group, Paris <http://www.oecd.org/dataoecd/21/51/39629644.pdf>
- Alesina, Alberto – Rodrik, Dani (1994): Distributive Politics and Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*. 109, 2, 465–490. <http://www.iset.ge/old/upload/Distributive%20Politics%20and%20Economic%20Growth.pdf>
- Baumol, William (1990): Entrepreneurship: Productive, Unproductive and Destructive. *Journal of Political Economy*. 98, 893–921.
- Bosma, Niels – Jones, K. – Autio, E. – Levie, J. (2008): *GEM Executive Report 2007*. Babson College – London Business School
- Chikán Attila (2008): *Vállalatgazdaságtan* (4. átdolgozott kiadás). Aula, Budapest
- Carree, Martin – Thurik, Roy (2002): The Impact of Entrepreneurship on Economic Growth. In: Acs, Zoltan – Audretsch, David B. (eds.): *International Handbook Series of Entrepreneurship Research*. Springer <http://arno.unimaas.nl/show.cgi?fid=2978>
- Harper, David A. (2003): *Foundations of Entrepreneurship and Economic Development*. Routledge, New York
- [Kkv stratégia] (2007): *A kis- és középvállalkozások fejlesztésének stratégiája 2007–2013*. Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, Budapest
- Lucas, Robert E. (1988): On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*. 22, 3–42.
- Nave, David (2002): How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints. *Quality Process, American Society of Quality*, March, 73–78.
- Rajan, Ramkishan S. – Bird, Graham (2001): *Still the Weakest Link: The Domestic Financial System and Post-1998 Recovery in East Asia*. Adelaide University Discussion Paper No. 0133. <http://www.adelaide.edu.au/cies/papers/0133.pdf>
- Román Zoltán (2006): *Small and Medium-sized Enterprises and Entrepreneurship*. Hungarian Central Statistical Office, Budapest
- Román Zoltán (2008): Egy műhelyvita tanulságai – javaslatok kkv politikánk továbbépítéséhez. *Vezetéstudomány*. 39, 7–8, 90–97.
- Romer, Paul (1990): Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*. 98, 5, 71–102.
- Schumpeter, Joseph (1934): *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge, MA
- Shane, Scott (2009): Why Encouraging More People to Become Entrepreneurs Is Bad Public Policy. *Small Business Economics*. 33, 2, 141–149.
- Solow, Robert M. (1956): A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*. 70, 1, 65–94.
- Szerb László (2005): *Vállalkozásindítás, vállalkozói hajlandóság, és a vállalkozási környezeti tényezők alakulása Magyarországon a 2000-es évek első felében*. Pécsi Tudományegyetem Pécs
- Wennekers, Sander – Thurik, Roy (1999): Linking Entrepreneurship to Economic Growth. *Journal of Small Business Economics*. 13, 1, 27–55.

MELLÉKLET: A GEI-index egyéni és intézményi változó alindexek szerinti bontásban

Egyéni változó	Intézményi változó	Forrás	Számítás	Indikátor
<i>Vállalkozói attitűdök</i>				
LEHETŐSÉG: a 18–64 éves korosztály azon hányada, amelyik jó üzleti lehetőséget lát azon a környéken, ahol él	MÉRET: a potenciális piac nagysága, az ország mérete, beleszámítva a belső piacot és az exportot is	Világgazdasági Fórum	lehetőség × méret	lehetőség-felismerés
KÉPESSÉG: a 18–64 éves korosztály azon hányada, amelyik úgy véli, megfelelő vállalkozásindítási képességekkel rendelkezik	FELSŐFOK: a lakosság azon hányada, amelyik felsőfokú végzettséggel rendelkezik	Világbank	képesség × felsőfok	vállalkozás indítása képesség
KOCKÁZAT: a 18–64 éves korosztály azon hányada, amelyiket a bukástól való félelem nem akadályoz abban, hogy vállalkozásba kezdjen	KOCKÁZATI RÁTA: az ország kockázati ráta, amely a cégek makroökonómiai környezeti tényezőit számszerűsíti. Az alfabetikus besorolást hétpontos Likert-skálára formáltuk át.	Coface	kockázat × kockázati ráta	kockázat-vállalás
ISMER: a 18–64 éves korosztály azon hányada, amelyik az elmúlt két évben vállalkozást indított személyt ismer	INTERNETHASZNÁLAT: a száz főre jutó internet-használók száma	Nemzetközi Telekomunikációs Egyesület	ismer × internet-használat	hálózatosodás
KARRIER: a 18–64 éves korosztály azon hányada, amelyik is úgy véli, hogy a vállalkozás jó karrier és magas társadalmi státusz (a jó karrier és a magas státusz százaléka átlagolva szerepelnek)	KORRUPCIÓ: az egyes országok észlelt korrupcióját számszerűsíti. Itt a vállalkozás társadalmi megítélésére gyakorolt hatása érdekes: a magas korrupció nemkívánatos vállalkozói magatartásformák elterjedéséhez járulhat hozzá.	Transparency International	karrier × korrupció	kulturális támogatás
<i>Vállalkozói aktivitás</i>				
LEHETCÉL: a TEA-vállalkozások azon hányada, amely a lehetőség kihasználása, a jövedelem növelése vagy személyes célok megvalósulása miatt jött létre, szemben a kényszervállalkozással	DOING BUSINESS: a Vállalkozás könnyűsége sorrend normalizált értékei, amely a vállalkozásalapítás és működtetés szabályozási környezeti nehézségeit számszerűsíti	Világbank	lehetcél × doing business	lehetőség kezdés
TECHSECT: a TEA-vállalkozások azon hányada, amelyik a közepes vagy magas technológiai szektorba tartozik	TECHRENDELKEZÉS: A legújabb, világszínvonalú technológia elérhetősége	Világgazdasági Fórum	techsect × techrendelkezés	technológiai szektor

FELSŐFOK: a TEA-vállalkozások azon hányada, ahol a vállalkozó felsőfokú végzettséggel rendelkezik	HUMÁN FEJLETTSÉG: a humán erőforrás minőségét számszerűsíti és az élettartamkilátások, az oktatás szintje és a jövedelem kombinálásából tevődik össze.	ENSZ	teafelsőfok × humán fejlettség	humán minőség
VERSENY: a TEA-vállalkozások azon hányada, ahol csak néhány versenytárs kínálja ugyanazt a terméket	SZABADSÁG: a vállalkozás szabadsága, amely a gazdaság szabadsága index része, 100-as érték a maximális szabadság	Heritage Foundation	verseny × szabadság	verseny-előny
<i>Vállalkozói aspiráció</i>				
ÚJTERM: a TEA-vállalkozások azon hányada, ahol a vállalkozó úgy véli, hogy fogyasztóinak legalább egy része újnak tartja a cég jellemző termékét	GERD: a K+F kiadások aránya a GDP százalékában	OECD	újterm × Gerd	új termék
ÚJTECH: a TEA-vállalkozások azon hányada, ahol öt évnél fiatalabb technológiát használnak	INNOV: egy komplex mérőszám, ami azt számszerűsíti, hogy a vállalati környezet mennyiben támogatja a csúcstechnológiák létrehozását szolgáló innovációkat. A Versenyképességi Index egyik alindexe.	Világgazdasági Fórum (GCI)	újtech × innov	új technológia
GAZELLA: a TEA-vállalkozások azon hányada, amelyik azt tervezi, hogy az elkövetkező öt évben legalább tíz emberrel többet alkalmaznak, és 50 %-nál nagyobb mértékben növekednek	STRATÉGIA: a cégek megkülönböztető stratégiaalkotási képességét számszerűsíti, ami magában foglalja a pozicionálást, az innovatív módszerek alkalmazását a termelés és az értékesítés területén. A Versenyképességi index egyik alindexe.	Világgazdasági Fórum (GCI)	gazella × stratégia	magas növekedés
EXPORT: a TEA-vállalkozások azon hányada, amely árbevétele egy részét exportból szerzi	GLOBALIZÁCIÓ: KOF globalizációs index, amely a globalizáció három dimenzióját: a gazdasági, a szociális és a politikai tényezőket számszerűsíti	KOF Svájci Gazdasági Intézet	export × globalizáció	nemzetköziesedés
INFINV: a 18–64 éves korosztály azon hányada, amelyik olyan, tőzsdén nem jegyzett cég alapításához nyújtott segítséget, amely nem az ő tulajdonuk volt (informális befektetők) megszorozva az informális befektetés átlagos összegével	KOCKTŐKE: a kockázati tőke rendelkezésre állási lehetőségeit számszerűsíti egy országban	Világgazdasági Fórum	infinv × kocktőke	kockázati finanszírozás

A MŰSZAKI TUDOMÁNYRÓL

Vámos Tibor

az MTA rendes tagja
vamos@sztaki.hu

Amióta a tudomány szakágazatokra szálazódott szét és főleg, amióta mindennapi életünk elsőrendű alakítójává vált, természetesen megjelentek a tudományok jellegéről, értelméről, értékéről szóló viták. Hol vannak az egyes tudományterületek diszciplináris határai, mi az, amire a társadalomnak igazán szüksége van, hol helyezkedjék el a tudomány a társadalmak szervezeti rendszereiben? Mindez egyre élesebben, amióta a tudomány már a nemzeti jövedelmek számottevő részét igényli, a tudományok műveléséhez szükséges ráfordítások, kutatási eszközök, képzés költségei természetes növekedést követelnek, a tudomány művelése némileg iparszerűvé vált, a kutatók és segédszemélyzetek légióival, és azzal a kiválasztódási mechanizmussal, amely ebből a légióból kiemeli a legtehetségesebb alkotó szellemeket és a legígéretesebb, világot forgató gondolatokat.

Ez a folyamat hol élesebb, hol udvariasabb vitákat gerjeszt nemcsak az egyes tudományterületek között, a beláthatóan rövidebb távon eredményt hozók és korszakokat alkotó nagytávú feladatok értékelésében, hanem az egyes tudományterületeken belül is, harcban a támogatásokért, társadalmi tekintélyért, életpályák alakításáért.

Ez a vita folytonos, de mai, gyorsan változó és erőforrásokban, pozíciók lehetőségeiben korlátozott világunkban élesebbé vált, különösen a tudományok alkalmazása és a kíváncsi tudomány értékvilágaiban, így jellegzetesen a műszaki tudományok nagyon is nem homogén tevékenységi spektrumában. A példa persze általánosabban is érdekes, *mutatis mutandis* egész tudományos világunkban. Az itt közölt írás ezért vitaindítónak készült, óvakodik az egyszerű ítéletektől, receptosztogatástól, és a szerzője reméli, hogy ez az óvatosan közelítő szemléletet szolgálhatja a nézetek a tudományhoz méltó módon megfogalmazott vitája.

Mint minden fogalom, a tudomány fogalma is változó tartalmú, és e változó tartalomnak is változóak a határai. Valójában megegyezéssel fogalom, de mint minden fogalom-megegyezés, alá van vetve az őt jellemző valóságnak, illetve a valóságról alkotott időszzerű ismereteknek. A tudomány éppen ezeknek a valóságról alkotott ismereteknek az összességét van hivatva összefoglalni, és így a fogalom adott tartalmi értelmezése válik többé-kevésbé tartósan érvényesnek tekintett és annak is tekinthető megegyezéséssé.

A megismerési folyamat eredménye így a tudomány elsőrendű tartalma. Nem is olyan nagyon régen az olvasás és az alapműveletek ismerete is tudománynak számított, a jól-rosszul megfigyelt élettani jelenségek értelmezése úgyszintén. A megismerési folyamat maga, annak módszerei és a

módszerekből összesített megismerési módszertan lett a tudomány másik ismertető jellemzője.

Ezekből következik, hogy ma azt tartjuk tudománynak, ami a világ megismerésének állásáról szól, és tudományos tevékenységnek az ebben a megismerésben kipróbált módszerei alkalmazását.

Így alakulnak a határok is. A filozófia volt a tudományok egységes, összefoglaló kezdete, ma a filozófiából elsősorban azokat az elemeket tekintjük tudománynak, amelyek a megismerés módszertanához tartoznak. A filozófiának más elemei átkerültek az emberrel foglalkozó tudományokba, így például a pszichológiába és a szociológiába. A teológia és az ehhez kapcsolódó lételmélet (ontológia) azért nem tekinthető tudományos diszciplinának, mert nem a tudománynak ma elfogadott megismerési módszereivel működik, és így nem szolgálhat cáfolható vagy bizonyítható eredményeket.

Volt olyan nézet, amely – a maga elvont fogalmi világa révén – a matematikát is valami tudományon túli tevékenységnek tekintette, ez a nézet azonban ma a matematikának mint a tudományos kutatás alapmódszerének gyakorlatában tarthatatlanná vált.

Az angolszász nyelvhasználatban a *science* megnevezés a tudományra leszűkített fogalomként szigorúan a természettudományokra vonatkozik. Megismerve az emberi és állati viselkedés természettudományos mozgatóit, az emberrel foglalkozó tudományok gyorsan bővülő természettudományi alapú eszköztárát, ez a szűkítés sem tartható, káros a humán tudományok fejlődése szempontjából is.

A bennünket most érdeklő határkérdést, a tisztán megismerés célú, a kíváncsiságunkból ösztönzött tudomány és az alkalmazott

tudományok elválasztását ezen általános megfontolások után vesszük sorra. Ilyen az orvostudomány és a mérnöki tudományok problematikája. A kérdésnek van gyakorlati jellege is, hiszen mögötte számos anyagi és társadalmi pozíciós érdek is meghúzódik. Miből kell ezt és azt finanszírozni, mik legyenek ennek vagy annak a támogatásnak az arányai, határai, milyen társadalmi szerepet, megbecsülést kap az, aki a tudományt és aki az alkalmazást (esetleg alkalmazást is, elméleti tudományt is) műveli?

Ez a problémakör tehát nagy gyakorlati és társadalmi jelentőségű, azaz valós, érdemes ezzel szembenézni.

Mindenekelőtt visszatérünk a tudomány módszereinek kérdéséhez, mert ez lesz a fő kapaszkodónk az érvelések során.

A megismerési definícióból is következőleg szűródik le a megismerés verifikálásának gondolatsora, az eredmények nyilvánosságának, megismételhetőségi bizonyításának és cáfolási lehetőségének kritériumai. Erre történt utalás a teológiával kapcsolatban, de a sor jól bővíthető az áltudományokként elhatárolhatókkal és az egyéb, nem bizonyított, nem bizonyítható ismeretnek tekintett nézetek tengerére.

Az alkalmazott tudományok ennek a kritériumnak nemcsak hogy megfelelnek, hanem a nem gyakorlati célú tudományokkal szemben sokszorosan erősebbek a követelményeik. Az élet és a vagyon gyakorlati érdeke ezt követeli. A verifikálási kritériumok gyakorlati tartalma a tudomány fejlődésével módosul, általában szigorodik, gondoljunk csak azokra a geometriai méretekre, anyagtisztasági követelményekre, időbeli és megfigyelési számosságokat előíró lehetőségekre, amiket főleg éppen a gyakorlati tudomány és a tudomány gyakorlata hajt előre.

A gyakorlati célú tudományos tevékenység többi kritériuma sem sokban különbözik a kíváncsiság hajtotta „tisztá” tudománytól. A nyilvánosság kritérium legfeljebb csak átmeneti időre válhat felfüggesztetté, és ez a felfüggesztettség azzal jár, hogy az adott eredmény, annak szerzője ebben az időszakban nem részesülhet a tudományos értékelés elismerését szerző, stimuláló áldásaiban és gyötrelmeiben, viszont igényt tarthat ennek megfelelő kompenzációra.

Ez a kényelmetlen, rejtegető állapot és több más bölcs társadalmi, törvényi intézkedés igyekszik azt ösztönözni, hogy a gazdasági érdek és az ismeretek nyilvánossága érdekében konfliktusa ne hátráltassa a haladást. Ilyen elsősorban a szabadalmak rendje és a gyógyszerek generikussá nyilvánításának intézménye. A tudomány társadalmi szervezeteinek egyik fontos feladata a tudomány etikájának őrzése, a tudományos nyilvánosság sokoldalú védelme. Ezek mind, persze ugyanúgy, mint bármely hasznos és jószándékú társadalmi elv és berendezkedés, nem érvényesülnek ideális módon, de mutatnak olyan hasznos törekvéseket, melyek a tudományos erkölcsöt, a lehetséges közhasznúság elvét általában támogatják. A nyilvánosság, transzparencia érvényesülésében nem kis szerepe van a versenynek, akár a közvetlen gazdasági versenyben, akár a kutatási támogatásokért folyó versenyben. Mindez persze szintén nem csak ideálisan érvényesül a versenyek működésében.

A műszaki tudomány gyakorlati célokat szolgál, és így, ahogy mondtuk, alkalmazott tudomány. A kíváncsi tudománytól a szétválás főleg a finanszírozási eljárások azon rovatánál ugrik ki, amely a kutatás hasznosságára, alkalmazási lehetőségére vonatkozik. A keveredés természetesen a finanszírozó célfüggvé-

nyeihez történő alkalmazkodásban máris jelentkezik, a talpraesett kutató ennek megfelelően interpretálja igényét. A *mundus vult decipi, ergo decipiatur* – a világ arra vágyik, hogy megcsalják, ezért meg is csalatik – ősi elve itt is érvényesül.

Hosszú sorát idézhetjük azoknak a kutatási melléktermékeknek, amelyek eltérve a kíváncsi alapcéltól lényegesen módosították a technológia és más alkalmazások menetét, de olyan kutatási szépségeknek is, amelyek később roppant hasznosaknak bizonyultak. Legalább ennyi mély alapprobléma adódott, amelyek viszont az alkalmazások során merültek fel. A tudományon belüli kapcsolódások, a korán meglátottak és a csak később felismertek nemcsak összeérnek, hanem egymás elengedhetetlen szerves lényegei, a valóság egészének részlenyomatai. Nem véletlenül hasonló ez agyunk funkcionalitásainak elosztott összműködéséhez.

A műszaki tudománynak van lényeges jellemzője is. Ez a már némileg körüljárt szintézis. Az alkalmazási cél általában megköveteli ezt a szintézist, a valóság kevésbé elvonatkoztatható jellege, ezért a kérdésfeltevései miatt. Az alaptudományok elvontsága az alkalmazásban kapcsolódva lép át a valóság konkrét bonyolultságába. A műszaki kutatót ez a széles felkészültség-ismeret és asszociációs, kombinációs kreatív képesség különbözteti meg az alkalmazó fejlesztőtől. Kevésbé igaz ez a különbség a kíváncsi alapkutatóra, hiszen neki is rendelkeznie kell ezzel a szintézis-zsenialitással. A zsenialitás szó itt fontos utalásként került alkalmazásra. A fejlettebb technikájú és tudományú népek nyelvén nem véletlenül szerepel a műszaki tudományra és annak művelőjére alkalmazott ’ingeniator’, ’ingenium’ eredetű és a ’genius’-ra, a szellemre utaló megnevezés. A magyarba ültetett, a

régi földmérő feladatból származó *mérő, mérnök* főnév csak az egyik fontos feladatát jelzi.

Így kaphatunk kulcsot a műszaki kutatás, illetve a műszaki kutató és az alkalmazó, fejlesztő követelmény-elválasztásra, amit a feladathoz szükséges szintetizáló alaptudás és képesség jellemez. Ez a követelmény más színvonalú alapismeretekre és alkotóképességre utal, amit egy jól kidolgozott képzési rendszer is megfelelően adagol. Másképp oktatják a matematikát a hivatásos matematikai kutatásra készülők számára, mint a mérnököknek, az előbbieknél a definíciós és bizonyítási szigorúságot erősítik, az utóbbiaknál a matematika sokoldalú modellalkotó szemléletét. Maga az alkalmazás, mint a kutatási folyamatnak a műszaki területen elengedhetetlen lépése, szükségszerűen kapcsolja a tevékenységeket egészen a kivitelező szakmunkásig.

Az alaptudományok és a műszaki alkalmazások közötti összefüggés lehetőséget ad többféle ellentmondásra is. Így, egyfelől, az alkalmazási jelentőségre hivatkozva tudományosan értékesíteni lehet az alapkutatások szintjén ismert vagy csak másodlagos eredményeket és a gyengébb szereplőket. Másfelől, az alkalmazás szintézisében nagyjelentőségűvé váló és ezeket az összefüggéseket súlyos felkészültséggel és alkotó elmével felhasználó innováció lebecsülhető az absztrakció vélt magasságából.

A folyamat gondolatmenete könnyen átváltható a többi, gyakorlati célú kutatási feladatra, az orvostudományra a biológustól az ápoló személyzetig, a szociológustól a kérdőívek feldolgozójáig és a szolgáltató alkalmazottig.

Még egy fontos jelzés. A matematikában azt a tételt ítélik mélynek, amely nemcsak egy adott feladat megoldását, ellenőrzését szolgálja, hanem további gazdag gondolkodást,

új alkalmazásokat, módszereket generál, újat alkotó módon változtat szemléletet.

A meghatározás erősen alkalmazható a műszaki tudományokra, itt is a tudomány és a többi fontos műszaki tevékenység különbségének jellemzésére. A műszaki tudomány által naponta megújuló és többségében áldásos mesterséges környezetünk, amely elválaszt bennünket a természeti lények kegyetlen világától, e tudományterület általános érvényességeinek és sajátos voltának demonstrációja. Sok olvasó itt megbotránkozhat ezen a mondaton, de ha az ember mai és lehetségesse váló holnapi életvilágát tekintjük, összehasonlítva a vad természet és a korábbi embergenerációk éhes, vérengző, rövidebb életű, gyötrelmes és kegyetlen világával, érdemes elfogadni ezt a valóságunkat.

A verifikálás során a lényeges különbség az, hogy a műszaki újdonság bizonyító próbája a legtöbbször az elkészült, új feladatokat, új módon megoldó mű. Az elkészülés pedig sokszor nem is évek, hanem évtizedek, sok mástól függő erőfeszítés eredménye. A bizonyítás az elkészülés után a használat statisztikája, tapasztalatgyűjteménye, ritkábban lehet ezt a hosszú és sokfajta módon befolyásolt átfutást a kivitelezési terv fázisában elkerülni. Maga a tervezés is általában hosszabb időt igénylő és nem független folyamat. A műszakihoz a gyakorlattal való kapcsolat vonatkozásában hasonló tudományoknál sem különb a helyzet, gondoljunk egy új gyógyszer vagy gyógyító eljárás kutatásának, bevezetésének és próbájának tartamára.

A publikáció csak ezek után érheti el az egyébként megkívánt szakmai hitelességet.

Az innovációk történelme gazdag az eredetvitákban. Ezeknek a vitáknak a ténybeli háttere majdnem mindig a gondolattól az átütő bizonyító alkalmazásokig vezető utak

állomásainak értékelése. Mivel a feladatot valahol a gyakorlati igény vagy az igényre megérett technológiai-társadalmi állapot veti fel, és a megvalósításban is, éppen a szintetikus jelleg miatt, sok résztvevő lépésenkénti hozzájárulása lehet értékelendő, az elismerés nagy nehézséggel járhat. Az elismerés azonban, és ezek között a tudományos elismerés nagy erő az innováció útjain, sőt remélhetőleg előbb-utóbb ezek a babérok lényegesebbek lesznek, mint a szerzők közvetlen anyagi érdekei.

Így egyszerű receptek nem nagyon alkalmazhatók. A szakmai közélet szigorú, de

innovatív beállítottságú működése, annak nyilvánossága, a szabályokat erős precedensekkel kibővítő gyakorlata, az eredményes és etikai vonatkozásokban is súlyos grémiumok tekintélye önálló, társadalmi és szakmai érték. Ehhez sincsenek igazi receptek, ökölszabályokból szerkesztett szabályzatok. Viszont általános értékteremtő erőfeszítéseink során érdemes efelé az igényideál felé törekedni. Ez a konklúzió nem különbözik az emberi együttélés más nehéz, de szép törekvéseitől.

Kulcsszavak: *tudomány, alkalmazott tudomány, műszaki tudomány, verifikáció, érték*



Interjú

DIGITÁLISAN SZABAD AKARAT AVAGY HOMOKSZEM A GÉPEZETBEN?

Barabási Albert-László fizikus, Erdélyben született, hosszú évek óta az Egyesült Államokban kutató, Bostonban a Northeastern és a Harvard Egyetemen dolgozik. Évekkel ezelőtt jelent meg a *Behálózva – a hálózatok új tudománya* című kötete. Az idei könyvhét alkalmából jelent meg *Villanások, a jövő kiszámítható* című műve. A Vörösmarty téren, az Ünnepi Könyvhét nagyszínpadán beszélgetett vele Sipos Júlia.

A Villanások olvasmányos, szórakoztató, tipikus angolszász stílusú tudományos ismeretterjesztés. A könyv bevezetése is nagyon tudatosan jelenítette meg az Ön kutatási tárgyát, az interneten lehetett egy vetélkedő keretében megrendelni, egyszerre jelent meg több nyelven. Igazi hálózatos gyakorlat...

Minden könyvnek az a célja, hogy olvasmányos legyen, ez nemcsak angolszász sajátosság, mindig úgy írok, nemcsak könyvet, de szakcikket is, hogy az, amiről beszélünk, egy tágabb közösség számára is érthető legyen, nem csak a szakemberek számára, tehát nem csak fizikusoknak és matematikusoknak írok. Ami a könyv marketingjét illeti, igaza van, végül is tanultunk a *Behálózva* című könyvből, és megpróbáltuk hálózatszerűen terjeszteni.

Ön szerint a digitális technológia megjelenésével az emberi cselekvések kiszámíthatóakká válnak, hiszen annyi adatot, annyi digitális nyomot hagyunk magunk után, amennyiből egy kutatói apparátus a jövőre érvényes megállapításokat tehet várható viselkedésünkről. A világ egy hatalmas kutatólaboratórium lett ily módon, az emberi viselkedés pedig bizonyos mintázatokat követ, de mit gondol, hol ér véget a spontaneitás, és hol kezdődik ez a bizonyos kiszámíthatóság?

Pontosan ez az alapvető kérdés. Mi magunk sosem gondoljuk magunkról, hogy véletlenszerűek vagyunk, tehát úgy véljük, hogy a saját viselkedésünk megérthető, tudjuk a motivációinkat. Viszont egy külső szemlélő számára nagyjából érthetetlen a viselkedésünk, miért vagyunk most éppen ott, ahol vagyunk, hol leszünk holnap délután. Továbbá úgy képzeljük, hogy spontán a viselkedésünk, hiszen elvileg lehetnénk bárhol, mehetnénk bárhová, de a kérdés az, hogy az emberiség alapvetően valóban lehetne spontán, akkor mégis hol a határ, ahol a jóslhatóság megjelenik. Ez kényes kérdés. Én fizikusként azt mondom, hogy egy atomi részecske vagy bármilyen természeti jelenség matematikailag leírható, mérhető, jóslható és kontrollálható.

tó, és ez nagyon is elfogadott állítás. De, ha én az emberről mondom azt, hogy matematikailag leírható, jósolható és kontrollálható? Ez már nagyon ijesztő állítás. Mindamellet ezt a kérdést fel kell tennünk: jósolható-e az emberi viselkedés, és miért nem tettük ezt eddig? Ami az elmúlt tíz évben lehetővé tette ennek a kérdésnek a feltételét, az éppen az adatok terén történt változás; ugyanis, hogy bármit jósolhassunk, nekünk, mint természet-tudósoknak, kutatóknak, adatokra van szükségünk. Azt kell tudnunk, hogy tipikusan hogyan viselkedik a rendszer; nem lehetett Newton törvényét levezetni, amíg Keplernek nem voltak pontos észrevételei a bolygókról, csak utána lehetett levezetni a törvényeket. Az emberi viselkedéssel kapcsolatban is az a kérdés, hogy ha rengeteg adat áll a rendelkezésünkre, vajon ezek segítségével le tudjuk-e írni a rendszert...? A legfontosabb tehát, ami az elmúlt tíz évben történt, hogy megjelentek az adatok. Nem azért, mert a kutatók összegyűjtötték őket, hanem azért, mert mobiltelefon használnak, e-mailezünk, hitelkártyát használnak, és ezáltal a szolgáltatónk tudja, hogy egy adott pillanatban hol vagyunk, tudja, hogy kik a barátaink, a bankunk tudja, hogy mit tudunk megvásárolni, mire vagyunk képesek, mi az ízlésünk, hová járunk vásárolni. Ezeknek az adatoknak a segítségével manapság a nyugati társadalomban élő egyénnek a napi teendői majdnem percnyi pontossággal lefedhetőek, vagyis megjósolhatóak ezekből az adatbázisokból.

A magunk után hagyott digitális lenyomatok létezése mindaddig a nyilvánosságban kétféle kontextusban jelent meg: egyrészt, hogy ezek hatalmas üzleti értéket képviselnek, másrészt, hogy ezeknek a léte alkalmas a személyiségi jogaink veszélyeztetésére. Amennyiben ezek

tényleg alkalmasak lennének a cselekvéseink előrejelzésére, akkor például a terrorista cselekmények megállíthatóak lennének... Valójában mire tudjuk használni ezeket az adatokat?

Sokat feszegetem ezt a kérdést a *Villanások*-ban: hol vannak a pozitív lehetőségek ebben a jelenségben, és mik a fenyegetések benne, amit Big Brother effektusnak hívnak, mert valóban ijesztő lehet, amikor az életünket percnyi pontossággal követheti valaki. De mik a lehetőségeink? Egyfelől mondhatjuk azt, hogy dobjuk ki ezeket az adatokat, de akkor nem lehet orvosságokat fejleszteni, vírusokat tervezni, vírusokat megállítani. Másik oldalról meg az a lehetőség, hogy minden adatot tegyünk elérhetővé, számunkra nagyon ijesztő. Az adatok léteznek, ezt már nem lehet visszacsinálni. Nem léphetünk ki a társadalomból, amiben élünk, de senki sem mond le arról, hogy mobiltelefon vagy számítógépet használjon, tehát együtt kell élnünk velük. A kérdés tehát, hogy hogyan élünk együtt velük, és megértjük-e, hogyan lehet alkalmazni ezeket az adatokat. A célom az volt, hogy ne söpörjük a szőnyeg alá ezeket a kényes kérdéseket sem, hanem vessük fel a probléma mindkét vetületét, a hasznosságát és az ijesztő oldalát egyaránt.

Einsteint is az érdekelte, hogy az atomok mozgása mennyire véletlenszerű, de az Ön példái a könyv olvasmányosságát szolgálják. Székely György, vagyis Dózsa György történelmi útját kíséri végig, de miért éppen őt választotta egyik hőséül, talán a családi, ősi kövélék is szerepet játszik ebben?

Először is Dózsa történetét mindenki ismeri Magyarországon, de egyáltalán nem ismert másutt. Ez a könyv pedig nemcsak a magyar

olvasónak készült, hanem amerikai, japán, kínai olvasóknak is, hiszen ezekre a nyelvekre máris lefordították, így szándékom szerint ők is megismerhetik ezt a történetet. Azért is izgatott éppen ez, mert a történelmi dokumentumok szerint van egy pillanat, amikor Telegdi István Budavárban feláll a király előtt, és pontosan megjósolja, hogyha felfegyverzik a parasztokat, azok nem a török ellen fordulnak, hanem igazi ellenségeiknek a nemességet fogják tekinteni, és éppen ellenük fordulnak majd. A történetet tovább követve mindig föltehető a kérdés, hogy lehetséges volt-e megjósolni egy ilyen horderéjű végkifejletet? Hogy hogyan, milyen adatok, információk birtokában mondott ilyen pontos jóslatot Telegdi? A személyesebb ok a könyv kétharmadánál megtalálható, hagyjuk ezt meg az olvasónak...

Azt állítja, hogy a cselekedeteinkben látszólag véletlennek tekinthető események nem is valódi véletlenek, ezeket nevezi villanásoknak. Mik ezek a villanások?

Nézzük meg először, hogy a tudomány hogyan tekint ma az emberi viselkedésre. Az alapvető modellek ma az emberi cselekvést véletlenszerűnek tekintik. Én nem tudom, hogy ön mikor telefonál, mikor küld emailt stb. Ezzel szemben, amikor mérni kezdtük, hogy az emberek mikor telefonálnak, mikor küldenek e-mailt, mikor böngésznek a világhálón, azt találtuk, hogy ez nem egy unalmas véletlen jel, hanem vannak olyan rövid időszakok, amikor *rengeteget* telefonálunk, és azután egy hosszabb ideig *egyáltalán nem* telefonálunk, ugyanez a helyzet az e-mailekkel és így tovább. Ez valójában egyáltalán nem meglepő, most például a telefonom ki van kapcsolva, de később lehetséges, hogy néhány hívást le kell bonyolítanom. Ez érthető. Ami

viszont érdekes, hogy az időintervallumok a hívások között nagyon pontos matematikai törvényt követnek, teljesen új matematikai rendszer kellett hozzá, hogy ezt leírjuk, és ez jelzés volt, hogy az emberek elég pontos törvényszerűség szerint végzik különböző tevékenységeiket. Ezt nem tudatosan tesszük, sosem gondolunk rá, de mégis valamilyen belső törvényszerűség alapján tesszük a dolgainkat. Ezek a villanások. A villanások a nagyon rövid időintervallum alatt történő intenzív tevékenységekre utalnak, és bármilyen emberi tevékenységet vizsgáltunk, mindig ilyen villanásszerűen történik.

Amit Ön humán dinamikának nevez, és ami vizsgálatának tárgya, az valójában átmenet a természettudományból a társadalomtudományba, voltaképpen a szociálpszichológiába. De a megállapításainak egy része evidencia, hiszen hány tévéfilmben látjuk, hogy figyelmeztetik a fontos embert, biztonsági okokból váltogassa megszokott útvonalait... tehát ismerjük azt az emberi szokást, hogy járt utat a járatlanért nem szívesen választunk... Telegdi István jóslatáról is elmondhatjuk, hogy vannak jó politikusok, akik bizony politikai bölcsességből előre meglátnak veszélyeket egy-egy helyzetben. Akkor az Ön kutatása, ez a fajta tudományos bizonyíték milyen többletet adhat a társadalom számára?

Rengeteg olyan társadalmi és technológiai jelenség van, amelyben segíthet, ha jóslásokat tudunk tenni. Az egyik ilyen fontos példa a vírusok terjedése: hogyan terjednek a vírusok, a mi mozgásunkkal? Ehhez tudnunk kell, hogy az emberek hogyan, hová mozognak... De az ún. emberbarátibb városok tervezéséhez is szükséges, hogy előre megjósoljuk az emberi mozgásokat, ezek törvényszerűségeit,

beleértve a forgalomirányítást is. Ezek azok az alkalmazások, amelyeket ma ismerünk. De az orvostudománytól az internetig a hálózatelemélet hihetetlenül fejlődik, már a *Behálózva* című könyvem 2002-es megjelenéséhez képest is nagyságrendekkel több adat áll rendelkezésünkre, és az elkövetkező években sokkal több területen ennél izgalmasabb alkalmazások is várhatóak.

Amennyiben ilyen hatékony ez az elemzési módszer, az amerikai gazdasági válság miért érte olyan váratlanul a társadalmakat? Számos olyan társadalmi jelenség zajlik körülöttünk, amely a váratlanság érzésével zúdul ránk, megjósolhatatlannak tűnnek...

Ez teljesen jogos. Ahhoz, hogy jóslni tudjunk, adatokra és módszerekre van szükségünk. Ez a tudomány az alap kutatások és a módszerek kidolgozásának szintjén áll. Egy meteorológiai példát hozok, az időjárást bizonyos adatmennyiségből elég pontosan megjósoljuk egy-két napra előre. Tizenkilenc napon túl már nem tudunk jóslni, elértük a kaotikus határt. Az alapvető kérdés, hogy mi az, ami az emberi viselkedésből tényleg megjósolható, és mi az, ami nem. Az időjáráshoz rengeteg adat áll rendelkezésünkre, helyi mérések, műholdak és így tovább. Ezek mind egy központi számítógépbe kerülnek, amely elvégzi az időjárás előrejelzését. Tehát két dolog a lényeges: van-e elég adatunk, és ez egyre inkább van; és hogy mik a belső limitációi, határai a jóslhatóságnak. Ezeket e kérdéseket feszegetjük a kutatásainkkal.

Mindannyiunkat az izgat, hogy kiknek a kezében lesznek vagy vannak ezek az adatok? Ki az, aki ezeknek az adatoknak a birtokában bármilyen jóslásra, cselekvésre, akcióra képes lesz? Ez alapkérdés.

Ehhez társadalmi konszenzusra van szükség. Az, hogy milyen védelmi rendszerek épülnek az adatok köré, attól függ, hogy kitől félünk. Az amerikai törvénykezés szerint a cégek bármit csinálhatnak az adatokkal, de a kormánynak nem szabad személyi adatokat ki szolgáltatni. Az európai törvénykezés azt mondja, hogy a cégek nem nyúlhatnak az adatokhoz, de a kormánynak minden adatot be kell szolgáltatni. Az amerikai a jelek szerint a kormánytól fél, az európai a cégektől. Hogy hol van a valódi határ, kitől kell félni? Ez tőlünk is függ. Ezért kell megértenünk, hogy milyen adatok vannak, mire lehet ezeket használni, hogy képesek legyünk véleményt formálni egy törvényalkotásnál kompetens módon is. Hiszen az sem megoldás, ha mindent kidobunk, mert ezzel megállítjuk az innovációt. Amerikában van a legtöbb alkalmazási lehetőség, a legtöbb társadalmi hálóra épülő applikáció, éppen azért, mert az európai törvények túlságosan restriktívek. Tehát, hogy hol lesznek ezek a határok, ehhez mindannyiunk véleményére szükség van, közös döntés lesz, reményeim szerint ebben segít ez a kötet.

Kulcsszavak: *emberi viselkedés, jóslatok, data mining, személyes adatok, adatok mennyisége*

Megemlékezés



Szeptember 4-én, 82 éves korában elhunyt Kulcsár Kálmán jogász, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja.

Kulcsár Kálmán 1928-ban született Erdőtelken. Egerben, a ciszterci gimnáziumban érettségizett, jogi tanulmányait az Egri Érseki Jogakadémián kezdte és az Eötvös Loránd Tudományegyetemen fejezte be. 1956-ban kandidátusi fokozatot szerzett, 1950 és 1956 között fogalmazó, majd bíró volt. Az 1956-os forradalom idején a Legfelsőbb Bíróság Forradalmi Bizottmányának tagja. 1956. december 11-én a statárium bevezetésekor megtagadta a bíraskodásban való részvételt és lemondott. Pár évi állástalanság után az MTA Jogtudományi Intézetében kapott kutatói státust. 1968-ban az állam- és jogtudományok doktora lett, nem sokkal később pedig a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagjává választották.

1963 és 1970 között a Pécsi Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Karán tanított, később pedig az Eötvös Loránd Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Karának professzorává nevezték ki. 1969 és 1983 között a Magyar Tudományos Akadémia Szociológiai Intézetének igazgatójaként dolgozott. Az MTA-nak 1973-ban lett levelező tagja, 1982-ben rendes taggá választották. 1979-83-ban illetve 1993-99-ben az MTA Gazdaság- és Jogtudományi Osztályának elnöke volt. 1983 és 88 között a Magyar Tudományos Akadémia főtitkárhelyettesévé választották, majd 1988. május 29. és 1990. május 22. között Magyarország igazságügyminisztereként szolgált. 1994-98-ban az MTA Politikai Tudományok Intézetének igazgatója, 1998-tól kutatóprofesszora lett, 1970-1998 között az ELTE egyetemi tanára volt.

A Magyar Tudományos Akadémia új levelező tagjai

Kedves Olvasóink,

régi szokásunk, hogy az MTA új tagjait – ha csak röviden is – bemutatjuk. Reméljük, hogy a *Magyar Tudomány* néhány kérdésére adott válaszaik legalább vázlatos képet adnak róluk. Az Akadémia most megválasztott tagjai idén a következő kérdéseket kapták:

1. *Mit tart a legfontosabbnak, leghasznosabbnak kutatómunkájában, és mit tart a legérdekesebbnek? Mert e kettő nem mindig közös halmaz...*
2. *Mit vár saját magától, milyen tudományos eredményt szeretne elérni tudományos pályafutása során?*
3. *Kit tart az egyetemes tudománytörténetben példaképének – nem feltétlenül a saját tudományterületéről –, és miért éppen őt?*
4. *A tudományosság elkövetkező tíz évének eredményei közül mi izgatja leginkább a fantáziáját?*



HUDE CZ FERENC (1952)

Kémiai Tudományok Osztálya • Szakterület: biomolekuláris kémia, bioorganikus kémia, immunkémia • Foglalkozás: egyetemi tanár, kutatócsoport-vezető • Munkahely: Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Kémiai Intézet, MTA–ELTE Peptid-kémiai Kutatócsoport

1. Két példát említek. Fontosnak tartom annak megismerését, hogyan lehet hatóanyag-molekulákat (elsősorban tumorelles szerekkkel foglalkozom) érintett, azaz tumorsejtekbe juttatni úgy, hogy egyidejűleg ne kerüljenek azok az egészséges sejtekbe. A daganatterápia egyik legnehezebb dilemmája: meddig lehet terhelni a beteg szervezetet úgy, hogy a tumorsejtek elpusztuljanak, de az egészséges sejteket semmilyen vagy csak minimális károsodás érje. Ez a kutatás hihetetlenül izgalmas, hiszen egyfelől meg kell ismerni a tumorsejt és az egészséges (gyorsan osztódó) sejtek közötti szerkezeti, működésbeli különbségeket. Másfelől olyan új molekulákat kell tervezni, szintetizálni és a sejtekre gyakorolt hatásukat kipróbálni, amelyek szelektívek. Ilyenek azok a biokonjugátumok,

amelyek – egyszerű esetben – két alkotórészből állnak: az egyik – a laborban nálunk általában – olyan peptid vagy fehérje, amely képes kötődni a „célsejt” (tumorsejt) felszínén elhelyezkedő, membránba ágyazódott olyan struktúrákhoz, amelyek kizárólag vagy döntő mértékben csak a tumorsejteken fordulnak elő. A másik alkotórész a sejt elpusztítására – kis mennyiségben is – képes hatóanyag. Izgalmas e két alkotórész „megtalálása”, kiválasztása. Még izgalmasabb azt kikísérletezni, hogy az egymáshoz kapcsolás (konjugálás) során mely molekularészt lehet a másikhoz úgy kapcsolni, hogy egyik partner se veszítse el funkcióját (célfelismerés vs. sejtpusztítás). Az eddig elmondottakból talán látszik, hogy e kutatás nemcsak szellemi izgalmat vált ki a kutatócsoport tagjaiból, egyetemi hallgatókból, hanem igencsak hasznos: gyorsabb gyógyulás, kevesebb és kevésbé kíméletlen mellékreakció ígértét rejt a daganatos betegségek kezelésében.

2. A másik példa, amelyet az első kérdésre válaszolva ígértam, bepillantást enged abba, mit is szeretnék elérni a következő években. A hatóanyagok célba juttatása nemcsak a tumorelles kemoterápia területén izgalmas és fontos. Néhány éve – az elv megtartásával – angol, olasz és dél-afrikai kutatókkal együttműködve kiterjesztettük kutatásainkat – a TBC-ellenes szerekre. Munkatársaimmal egy NKTH Jedlik-projekt keretében azon dolgozunk, hogyan lehetne új tuberkulózisellenes szereket azonosítani számítógépes, enzimeket mint célfehérjéket hálózatként kezelő módszerrel, és a kísérletileg is ígéretes molekulákat hogyan lehet bevinni azokba – és csak azokba – a makrofágokba (falósejtekbe), amelyek fertőzöttek, „alvó” *M. tuberculosis* baktériumokat tartalmaznak. Ez a kutatás, amelynek

eredményeiről munkatársam Dr. Bősze Szilvia a Magyar Tudomány Ünnepeén fog beszámolni, foglalkoztat, jó lenne új tudományos eredményekkel előállni, és az egyre terjedő fertőzés hatékony kezeléséhez hozzájárulni.

Egy további izgalmas terület számomra a mesterséges vakcinák, illetve az immunrendszerben működő felismerésen (pl. ellenanyag – antigén, sejt – antigén) alapuló szintetikus diagnosztikumok kutatása. Ez egyrészt elméleti probléma: hogyan lehet olyan kémiai struktúrákat megtervezni és létrehozni, amelyeket az immunrendszer akár természetesnél is „kedvezőbb” módon ismer fel. A kísérletezés során olyan molekulákat, peptideket és peptid-konjugátumokat szeretnénk kialakítani, amelyek alkalmasak lehetnek biztonságos és hatékony vakcinaként működni, megfelelő erősségű és specificitású immunválaszt indukálnak, és védelmet alakíthatnak ki például bizonyos tumoros megbetegedések, vírus- vagy parazita fertőzéssel szemben. E peptid-konjugátumok – előzetes adataink szerint, szerkezetüktől függően – alkalmasak lehetnek egyes betegségek (például herpesz szimplex vírus, autoimmun betegségek, allergia) korai kimutatására vérből vagy más testfolyadékából is. Ezek a konstrukciók klinikai gyors tesztek kifejlesztését is lehetővé tehetik, hiszen nagy mennyiségben, megbízható és reprodukálható módon szintetizálhatók és tisztíthatók. Ugyancsak e tesztek segítségével lehetne ellenőrizni a betegségek kezelésének hatását, monitorozni a kezelés hatékonyságát. Éppen egy ilyen területen – magyar és francia immunológus/klinikus partnereinkkel – gyorsultak fel az események a napokban.

3. Gyerekkoromban szerettem az életrajzokat. Nagy hatással volt rám például egy Bartók-életrajz vagy az Edisonról, illetve Marie Curie

életéről készült munkák. Később Louis Pasteur munkássága tett rám mély benyomást. Ő, aki kémikusként egymástól igencsak eltérő területeken (a borkősav optikai aktivitása, a pasztörözés módszere, a veszettség elleni oltóanyag kikísérletezése) alkotott maradandót, és akinek családi élete a szakmai munkájával szorosan összefonódott. Érdemes Párizsban megnézni intézetét, amely egyben lakásként is szolgált, és amelynek alagsorában van a sírhelye. Pasteurt olyan kérdések foglalkoztatták, amelyek megoldása, elemzése az elméletet segítette megszületni, gazdagítani, egy-egy jelenség tudományos magyarázatát adva. Ugyanakkor e tudás a kor (és utókor) mindennapi életnehézségein is enyhített. Sokat tanultam másoktól, elsősorban szemlélet. Nagyon közel áll hozzám az a kutatói-tudósi magatartás, amelyet Ritoók Zsigmond egy interjúban fogalmazott meg a közelmúltban: „De attól félek, a kevés dologhoz sem lehet úgy érteni igazán, hogy az ember az egésznek a látását elveszíti a szeme elől.” (*Magyar Tudomány*, 2009: 1246)

4. Új és áttörő eredményeket, új módszereket várok az adatbázisokon alapuló adatbányászat (*data mining*) területén. Például az általunk (az emberiség által) ismert összes és hatékony gyógyszermolekula adatbázisából vélhetőleg olyan szerkezet–hatás összefüggésekre is rábukkanhatunk, amelyek „szabad szemmel” nem láthatók. Ugyanígy a genom ismeretében a DNS felépítése, a kódolt fehérje expressziója és a betegség közötti korreláció megbízható kimutatása alapja lehet (részben már az is) az egyénre szabott gyógyászatnak.

Új eredményeket várok a környezetbarát/környezetkímélő szintetikus szerves kémia területén. Olyan reakciók és reakciókörülmények kifejlesztését tartom valószínűnek, ame-

lyek csökkentik az e tevékenységgel (gyógyszer-, növényvédőszer-, mosószergyártás, műanyagipar) kapcsolatos környezeti terhelést. A kémia egy másik, kiemelkedően fontos területe az energiahasznosítás hatékonyságának növelésére irányul (pl. energiatárolás).

Fontos eredményeket várok a kultúrák összehasonlító jellemzésével kapcsolatos kutatásoktól. Ezen ismeretek birtokában azt remélem, hogy egyrészt képesek leszünk jobban megérteni, miért „viselkedik” másként a másik, milyenek az értékei, és miért azok.



HUNYADY LÁSZLÓ (1959)

Orvosi Tudományok Osztálya • Szakterület: molekuláris élettan, kísérletes endokrinológia
• Foglalkozás: intézetvezető egyetemi tanár, Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar, Élettani Intézet

1. Kutatómunkám középpontjában azoknak a receptormolekuláknak a vizsgálata áll, amelyek a sejtek működését szabályozó külső tényezők (például hormonok vagy neurotranszmitterek) hatásait közvetítik a sejtmembránon át a sejtek belsejébe. A legfontosabb és

Ezek a tudományos elemzések segíthetik legyőzni a xenofóbiát, a „mástól”, az „ismeretlenről” való félelmet, elutasítást.

A modern, biológiai, biokémiai, természettudományos alapokon nyugvó pszichológiai jellegű tanulmányoktól is sokat várok: a tanulás/tanítás folyamatának megértését és lehetőségeinek/korlátainak felmérését a XXI. századi körülmények között, a digitális generációk világában. Izgalmas lesz megismerni mielőbb az internet hatását a társadalom működésére is.

gyakorlati szempontból is legérdekesebb tudományos eredményeimnek azokat a megfigyeléseinket tartom, amelyekkel kimutattuk, hogy az általunk vizsgált receptormutációk – az angiotenzin II receptorának mutációi – eltérő módon befolyásolják a hormon hatására a sejtekben látszólag párhuzamosan kialakuló molekuláris válaszreakciókat. Ez felveti annak lehetőségét, hogy lehetséges olyan gyógyszereket fejleszteni, amelyek nemcsak abban a tekintetben specifikusak, hogy a sejtek felszínén található ezernyi receptor közül melyiken fejtik ki hatásukat, hanem esetleg az adott receptornak is csupán bizonyos hatásait hozzák létre, illetve gátolják. Ma is rendelkezünk már olyan szerekekkel, amelyek ilyen szelektivitást mutatnak, de várható, hogy a közeli jövőben tudatos fejlesztéssel még több ilyen hatóanyag kerül majd forgalomba.

A kutatómunka hasznosságával kapcsolatban azt szeretném kiemelni, hogy nagyon fontosnak tartom annak szerepét a felsőoktatásban. Ez a társadalmi hasznosulásnak egy olyan formája, amit sokan hajlamosak alábecsülni. Mint egyetemi oktató azt látom, hogy a tudományos munka nem csupán azért fontos, mert a kutatást végző oktató magasabb szinten tudja végezni az oktatómunkáját; ha-

nem azért is, mert a nemzetközi szinten is elismert, valódi eredeti felfedezéseket eredményező kutatómunka olyan vonzerőt jelent, melynek segítségével a legtehetségesebb fiatalokat is bevonhatjuk az oktatásba. Ennek óriási jelentősége van a felsőoktatási intézmények oktatóutánpótlása és az oktatás minősége szempontjából.

2. Az elmúlt években sejtes modellrendszerekben leírtuk, hogy az úgynevezett kalciummobilizáló hormonok hatására a sejteken belül létrejövő jelátviteli folyamat részeként egy olyan hírvívő keletkezik, mely a sejtekből kijutva a környező sejtek működését képes szabályozni. A mechanizmus lényege, hogy a hormonok egy része úgy fejt ki hatását, hogy az általuk aktivált receptor egy enzimet aktivál, mely a sejtmembránban található inozitol tartalmú foszfolipidekből hírvívőket szabadít fel, és ezek egyike a sejtek kalciumanyagcseréjére hatva szabályozza azok működését. Saját kísérleteink alapján felhívtuk arra a figyelmet, hogy a folyamatban szereplő lipidek zsírsavösszetételéből adódóan ennek a jelátviteli folyamatnak részét képezi az egyik legfontosabb endogén kannabinoid hatású anyag, a 2-arachidonil-glicerín felszabadulása, mely a plazmamembránon átjutva hatásokat hoz létre, és összehangolhatja a közelben található sejtek működését. Ez arra utal, hogy az endogén kannabinoidok a szervezetben nagyon sok helyen fejthetnek ki hatásokat. Jelenlegi és a közeljövőben tervezett kutatásaink fő célja, hogy megismerjük azokat az életfolyamatokat, melyekben e sejtes rendsze-

rekben leírt mechanizmusnak élettani szempontból is fontos szabályozó szerepe van.

3. Ez nehéz kérdés, mert nem könnyű annyi kiváló tudós közül egy példaképet kiválasztani. Ha egy tudós mellett le kell tenni a voksot, akkor én Szentágothai Jánost választom, aki megmutatta, hogy Magyarországon, nehéz körülmények között is lehet világviszonylatban élenjáró kutatómunkát végezni, és több generáción átívelő maradandó hatású tudományos iskolát létrehozni. Ma Magyarországon sokkal jobb viszonyok között lehet kutatni, mint a 20. század derekán, amikor Szentágothai János alkotott. Nemzeti sorskerésnek tartom, hogy a legtehetségesebb fiatalok közül minél többet meggyőzzünk arról, hogy itthon is lehet világszínvonalú kutatómunkát végezni. Fontos azonban, hogy ehhez nem elég a meggyőzés és a jó példák, hanem a feltételeket is meg kell teremteni.

4. Amit szeretnék látni, hogy hozzáférhetővé váljon mindenki számára az egyéni genetikai állomány, a DNS-szekvencia meghatározása, és ennek ismeretében a terápiát olyan egyénre szabott módon lehessen megtervezni, hogy a lehető legkevesebb mellékhatás mellett optimális terápiás hatás legyen elérhető. Amit nem szeretnék látni, hogy ezzel az információval visszaélve a biztosítók drágább egészségügyi biztosítást ajánljanak azoknak a személyeknek, akik a génjeikben található információ alapján betegsége hajlamosabbak; illetve azt, hogy az orvos szerepe a terápiában háttérbe szoruljon a számítógépekkel szemben.



MONOSTORI LÁSZLÓ (1953)

Műszaki Tudományok Osztálya • Szakterület: gyártástudomány, intelligens gyártórendszerek, termelésirányítás és informatika • Foglalkozás: tudományos igazgatóhelyettes, egyetemi tanár, MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet, BMGE, Gépészeti Informatika Tanszék

1. Kutatásaim során elsősorban a gyártási folyamatok, gyártórendszerek és termelési struktúrák sokváltozós, heterogén, nemlineáris, hibrid folyamatainak modellezésével, irányításával és felügyeletével foglalkoztam. Talán nem szerénytelenség, ha idézek a Gábor Dénes-díj 2004-es odaítélése kapcsán megfogalmazott hivatalos méltatásomból: „a gyártási hierarchia különböző szintjeire jellemző komplexitás, változások és zavarok kezelésére kifejlesztett, a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás módszerein alapuló új megoldásaiért; az intelligens gyártórendszerek, digitális vállalatok interdiszciplináris kutatási terén végzett, kiemelkedő nemzetközi elismerést szerzett iskolateremtő kutatásaiért; egyetemi tanszékek megszervezéséért és vezetéséért; fiatal kutatók sorának kineve-

léséért; vezető tisztségekben is megnyilvánuló hazai és nemzetközi tudományos szervezői tevékenységéért”.

Legfontosabbnak a gyártási folyamatok és gyártóberendezések irányítása és felügyelete terén folytatott kutatásaim eredményeit tekintem. Ezirányú tevékenységem során, a 80-as évek elején a megmunkálást kísérő jelek párhuzamos feldolgozásán, mélyreható elemzésén, az alakfelismerés döntési módszerein alapuló modelleket és algoritmusokat fogalmaztam meg, és tanulásra képes, általános célú, felhasználó által programozható szerszámgép-felügyeleti rendszereket dolgoztam ki itthon, a BME Gépgyártástechnológia Tanszéke és az MTA SZTAKI közti együttműködés keretében, illetve az Aacheni Egyetem világhírű Szerszámgép Laboratóriumában. Az irányvonalat folytatva, a 90-es évek elején – részben Humboldt-ösztöndíjam során – neurális és hibrid mesterséges intelligencia módszereken alapuló eljárásokat és rendszereket fejlesztettem ki gyártási folyamatok és rendszerek irányítására és felügyeletére. Az International Academy for Production Engineering (CIRP) keretében 1993-ban tartott, *A Step towards Intelligent Manufacturing: Modeling and Monitoring of Manufacturing Processes through Artificial Neural Networks* című bemutatkozó előadásom cikkváltozata eddig több mint száz független hivatkozást eredményezett.

Leghasznosabbnak az elmúlt évtizedben – egy nagyobb kutatólaboratórium élén – végzett, a gyártási hierarchia magasabb szintjeit megcélzó kutatásaimat tartom. Az MTA SZTAKI által vezetett, a BME és a Miskolci Egyetem mint akadémiai partnerek részvételével folytatott „Digitális vállalatok, termelési hálózatok” és a „Valósídejű, kooperatív vállalatok” NKFP-projektek, illetve témához kap-

csolódó, számos EU-s kutatási együttműködés keretében kidolgozott eredményeinket olyan nemzetközi cégek alkalmazzák, mint a GE Hungary, AUDI, BOSCH, PICANOL, BECKER, illetve a további hazai palettáról például Dunapack, M-real, Zalai Nyomda. A Hitachi Production Engineering Research Laboratory (PERL) kutatóközponttal folytatott szerződéses K+F munka már Japánban közösen benyújtott szabadalmat is eredményezett („Self-building Production Simulation Systems”). Valószínűleg e tevékenységemnek köszönhető (más tisztségek mellett) tagságom a European Academy of Industrial Management szervezetben és elnökségem az International Federation of Automatic Control Manufacturing and Logistics Systems szekciójában (Coordination Committee).

2. Munkatársaimmal olyan megoldásokat kutatunk, amelyek képesek a változó, bizonytalansággal terhelt környezetben működő, összetett műszaki és gazdasági rendszerek (ilyenek a kutatásaink fő tárgyát képező gyártórendszerek és termelési hálózatok) valósidejű kezelésére, valamilyen egyensúlyra törekedve az optimalizálás, autonómia és kooperáció között. Váncza József kollégámmal együtt most éppen erősen dolgozunk a CIRP 2011-ben, Budapesten tartandó 61. Közgyűlésének egyik plenáris előadásán, mely ezzel a témakörrel kapcsolatos. A várhatóan *Cooperative, Responsive Manufacturing Enterprises* címmel megjelenő cikket neves európai és tengerentúli társszerzőkkel együtt jegyezzük. Az áttekintő jellegű cikk kapcsán egyrészt tágabb kontextusba tudjuk helyezni saját eredményeinket, másrészt pedig rávilágítunk több, megoldandó problémára és a kíváltképp ígéretesnek tekinthető megközelítésre. E területen még számos, erős elméleti megalapozott

ságot követelő, és a gyakorlatban is releváns, megoldandó problémával nézünk szembe.

Az általam művelt témakörben az alap- és az alkalmazott kutatás középtávon is elválaszthatatlan. Éppen ezért tekintem súlyponti feladatommak, hogy eredményesen építsem fel és működtessem a Fraunhofer Gesellschaft és a Magyar Tudományos Akadémia együttműködésével az MTA SZTAKI-ban, 2010-ben létrehozott Fraunhofer Termelésmenedzsment és -informatika Projektközpontot, a kutatás, az egyetemi oktatás és az ipari felhasználás harmonizálási célkitűzésével.

3. Nem tudok egyetlen tudóst megnevezni. Tanulmányaim idején a tudomány több óriása is megfogott, talán Gausst, Newtont, Maxwellt, Einsteint említeném elsősorban. Gábor Dénes-díjam kapcsán jobban megismertem az ő munkásságát, és többek közt vele összefüggésben szembesültem a tudósok felelősségérzetének fontosságával.

Természetesen a közvetlen emberi kapcsolatok sokszor meghatározóbbak. Pályafutásom során nagyszámú kiváló tudóssal kerültem kapcsolatba, itthon és nemzetközi szinten is. Most csak a hazaiakra és közülük is csak azokra szeretnék kitérni, akik már eltávoztak. Kőváry Károllyal kezdeném, aki ha nem is tudósként, hanem a matematikát csodálatra méltó módon oktatni képes tanárként és emberként volt rám meghatározó hatással a Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium matematika tagozatán. Egyetemi éveim alatt lenyűgözött Simonyi Károly személyisége és átfogó tudása. Az MTA SZTAKI-ban sok kiemelkedő kutatóval ismerkedhettem meg, az elhunytak közül leginkább Hatvany József-re és Márkus Andrásra gondolok gyakran.

4. Legfontosabbnak a világ energiaellátásának új alapokra helyezését, illetve a fenntartható

fejlődés irányába tett fontos lépéseket tartom. E tekintetben a gyártástudomány és -technológia területén is kulcsfontosságú kihívásokkal nézünk szembe. Csak néhányat említve: energiahatékony, a környezetet legkevésbé károsító technológiák; az anyag leválasztásán alapuló megmunkálások helyett az additív

módszerek; a teljes termelési folyamat energia- és nyersanyaghatékony megszervezése; a gyártás, felhasználás, újrahasznosítás körének lehető legteljesebb zárása stb. CIRP-beli szóhasználatával élve, a versenyképes, ugyanakkor fenntartható gyártás (competitive and sustainable manufacturing) megvalósítása.



NAGY FERENC ISTVÁN (1952)

Biológiai Tudományok Osztálya • Szakterület: növényi molekuláris foto- és kronobiológia • Foglalkozás: igazgatóhelyettes, MTA Szegedi Biológiai Kp. Növénybiológiai Int.

1. Kutatással eltöltött éveim alatt különböző pályázatok írása során számtalanszor tettem fel ezt a kérdést magamnak, illetve szembe-
sültem kénytelen-kelletlen ezzel a kérdéssel – pontosabban azzal, hogy mi a legfontosabb eredmény, amit elértem. A pillanatnyi helyzet és ismereteim alapján úgy gondolom, hogy kutatómunkám három legfontosabb eredménye közül az egyiket pályám elején, a másikat néhány évvel ezelőtt értem el, míg a harmadikon jelenleg dolgozunk. Hogy ezek közül melyik a legérdekesebb, nem tudom eldönteni; mindig az a legérdekesebb téma, amin épp dolgozunk, s ez értelemszerűen változik. A

legfontosabb eredményekről azt tudom mondani, hogy még az 1980-as évek derekán, a Rockefeller Egyetemen dolgozva részt vettem és érdemben hozzá tudtam járulni egy olyan kísérletsorozat elvégzéséhez, amely igazolta, hogy transzgenikus növényekben bármilyen tetszőleges gén célzottan kifejeztethető; és azonosítottuk az első cisz- és transzszabályozó faktorokat, amelyek ezt szabályozzák. E munka során bizonyítottuk, hogy a karfiol-mozaik vírus egyik promotere igen magas szintű aktivitást mutat növényekben. Ez az ún. 35S promóter később kulcsszerepet játszott az elsőgenerációs, genetikailag módosított, gazdasági szempontból is értékes, herbicideknek ellenálló transzgenikus növények előállításában. A második, általam fontosnak vélt eredményünket egy kooperációs munka során értük el, amikor bizonyítottuk, hogy a növényekben ketyegő belső biológiai (*cirkadián*) óra működése alapvetően fontos a fotoszintézis és növekedés, vagy divatosabb kifejezéssel, a növényi fitnesz optimalizációjához. Ez úgy valósul meg, hogy a cirkadián rendszer az egyes kulcsfontosságú sejt- és anyagszerezési folyamatokban szerepet játszó gének kifejeződését és működését időben harmonizálja. E felfedezés a gyakorlatban igazolta a kronobiológia e részterületének létjogosultságát, s arra enged következtetni, hogy a cirkadián óra fontos szerepet játszott az evolúció során.

Jelenlegi munkánk során olyan kérdést feszegetünk, amelynek megválaszolásával ta-

lán választ tudunk adni arra a kérdésre, hogy a növények képesek-e az egyébként mutagén és káros ultraibolya sugárzást valamilyen speciális, a többi eukarióta vagy prokarióta szervezetben elő nem forduló módon érzékelni, más szóval található-e a növényekben egy olyan molekula, amely az ultraibolya sugárzást fotoreceptorokként érzékeli.

2. Harmincöt év aktív kutatómunkával a háttam mögött csak nagyon óvatosan válaszolnék erre a kérdésre. Hátralevő, kutatással töltendő éveim száma nagy valószínűséggel nem fogja elérni az eddigi évek számának harmadát sem, így nem nagyon illik és talán nem is reális túlságosan nagyívű célokkal, tervekkel előhozakodni. Ezt figyelembe véve nagyon elégedett lennék, ha a kutatócsoportom érdemben hozzá tudna járulni a következő kutatási célok megvalósításához:

- Azonosítani azokat a komponenseket (fehérjéket), amelyek szerepet játszanak a vörös/távoli vörös és ultraibolya fény, valamint a növényi hormonok (elsősorban auxinok, gibberellin) jelátviteli mechanizmusában és egyúttal lehetővé teszik, hogy a környezeti fényviszonyok változásai módosíthassák a hormonok bioszintézisét, transzportját, szintjét és inaktivációját.

- Azonosítani azokat a molekuláris lépéseket, amelyek révén a megváltozott hormon-homeosztázis visszacsatolódva módosítja a fotoreceptorok irányította jelátviteli kaskádok működését és intenzitását.

- Meghatározni a komponenseket (fehérjéket), amelyek a fotoreceptorok mellett megtalálhatók a sejtmagban fény hatására kialakuló komplexumokban, az ún. sejtmagi testecskékben, és kideríteni, hogy mi e sejtmagi struktúrák biológiai funkciója. Ennek molekuláris, mechanisztikus magyarázata számom-

ra különösen érdekes, hisz ezeket a struktúrákat mi mutattuk ki először, és mi bizonyítottuk, hogy átmeneti jellegűek, méretük függ a fényviszonyoktól, és jelenlétük fontos szerepet játszik a fényindukált jelátviteli láncok működésében, mivel azok a mutáns fotoreceptor-molekulák, amelyek nem képesek ezekhez a struktúrákhoz kapcsolódni, csak igen kis hatékonyságú jelátvitelre képesek.

3. Az egyetemes tudománytörténet legnagyobb alakjairól számtalan könyv, film, színdarab és képzőművészeti alkotás készült, alakjuk legtöbbször legendákba burkolva van jelen a mai modern társadalmakban. Az igazi objektív értékelést megnehezítő szubjektivitás egyre inkább körülöleli a közelmúlt és a jelen tudományának meghatározó egyéniségeit, a média szinte kénye-kedve szerint termeli ki a korszakalkotó gondolkodók, tudósok seregét. Tudományos pályafutásom során volt szerencsém találkozni, beszélgetni számos Nobel-díjas kutatóval, kezdve Barbara McClintockkal 1985-ben egészen Sydney Brennerig, akivel néhány hete találkoztam, és aki az Edinburghben újonnan alapított Rendszertudományi Intézet dolgozóit ünnepi szónokként arról próbálta meggyőzni, hogy az, amit csinálnak, valószínűleg értelmetlen, mert – mint mondta – egy *Escherichia coli* nem tud differenciálegyenleteket megoldani, mégis jól boldogul, valamint az a feltevés, hogy a részek összege több, mint az egész, nem feltétlenül igaz egy biológiai rendszerben. McClintock, Joshua Lederberg, Thomas R. Cech, David Baltimore, Tim Hunt vagy éppen Brenner mindannyian zseniális kutatók, egyéniségük, eredeti gondolkodásuk lenyűgöző. Közülük vagy akár a fizika, a matematika és a kémia óriásai közül bárki nyugodtan tekinthető példaképnek, és ezt a döntést nem lenne

nehéz megindokolni. Igazából a fenti kérdésre legszívesebben nem is válaszolnék, mert feltehetőleg minden alkalommal, amikor ezt a kérdést felteszik nekem, másik névvel hozakodnék elő. Ennek megfelelően valószínűleg pillanatnyi hangulatomat tükrözően példaképemnek tekintem Gregor Mendelt, a genetika atyját. Mendel kutatásai pusztán megfigyeléseken alapultak, munkáját nem támogatták, amit csinált, senkit sem érdekelt, felfedezéseit hosszú évtizedekig nem méltányolták, és nem is értették, mégis maradandót alkotott.

4. Az elmúlt néhány év során számos olyan fejlemény történt a tágabb értelemben vett növénybiológia kutatási területén, amely részben előrelátható volt, részben azonban bizonyos fókig felkészületlenül érte magukat a kutatókat is, nem is említve a kutatás finanszírozásában részt vevő különféle állami szervezeteket, magánjellegű alapítványokat. A rendszertudomány és a szintetikus biológia megjelenése és az ezt lehetővé tevő és kísérő technikai fejlődés, amelyet minden eddiginél hatékonyabb bioinformatikai, új generációs szekvenálási, robotizációs és képfeldolgozási módszerek fémjeleznek, olyan távlatokat nyitott meg, amelyek hatása ma még szinte beláthatatlan. Amennyiben ezek az új diszciplínák igazolják, pontosabban fogalmazva beváltják a hozzájuk fűzött reményeket, akkor a biológiai kutatások hatékonysága lényegesen megnő, és számos olyan kérdésre fogunk vá-

laszt kapni, amelyek megoldása a jelenlegi ún. intuitív megközelítéssel egyszerűen lehetetlen. Az új módszerekkel felhalmozott óriási adathalmazok feldolgozása és az egyes jelenségek matematikai modellekkel történő leírása olyan eszközöket adhat a kutatók kezébe, amelyek segítségével célzott módon, a modellek prediktív erejére támaszkodva fogják munkájukat megtervezni és kivitelezni. Természetesen bízom abban, hogy az álom megvalósul, ami esetemben, szűkebb szakmai értelemben azt jelenti, hogy 2020-ra „megvalósul” az a virtuális *Arabidopsis thaliana* növény, amelynek növekedését, fejlődését, nagyságát és formáját, valamint különféle környezeti stresszhatásokra adott válaszait legalább nagy vonalakban képesek leszünk a hőmérséklet, a tápanyagok elérhetősége, a fény és egyéb környezeti paraméterek alapján helyesen predikálni. Tágabb értelemben véve kíváncsi vagyok, hogy sikerül-e egy olyan mesterséges élőlényt (mondjuk egy nagyon egyszerű mikroorganizmust) előállítani, amelyben a DNS-lánc cukorkomponensét, a dezoxiribózt olyan molekulákkal helyettesítik, amelyeket a „hagyományos” DNS másolását és javítását végző enzimek nem képesek kezelni, miközben a DNS összes biológiai funkciója érintetlen marad. Ez az ún. XNA-alapú organizmus a jelenlegi élőlényektől elkülönülne, azokról függetlenül létezne, így az alkalmazott és az alapkutatás számára hihetetlenül érdekes kísérletek elvégzését tenné lehetővé.

Kitekintés

GYÓGYSZER – ÁTTÉTES MELANÓMÁBAN

Az amerikai gyógyszerhatóság, az FDA (Food and Drug Administration) törzskönyvezés céljából gyorsított eljárásban vizsgálja a melanóma kezelésére alkalmas ipilimumab nevű hatóanyagot, így az a jövő év elején forgalomba kerülhet.

A szer 125 rákcentrumban 625 betegen elvégzett klinikai vizsgálatok szerint hónapokkal meghosszabbítja az áttétes festékes bőrdaganatokban szenvedő betegek életét. Ez lesz az első olyan gyógyszer, amelyről placebokontrollált klinikai vizsgálatok során bizonyítást nyert, hogy a legagresszívabb rosszindulatú daganatok közé tartozó melanóma 4. stádiumú állapotában a túlélési esélyeket javítja.

Az ipilimumab egy monoklonális ellenanyag, amely az immunrendszert segíti a rák elleni küzdelemben.

www.eurekalert.org, 2010. 09. 10.

MESTERSÉGES BŐR – TAPINTÁSÉRZÉKELŐVEL

A robotipar kiválóan tudna használni egy olyan anyagot, amely az emberi bőrhöz hasonlóan hajlékony és rugalmas, ugyanakkor képes a felületén nyomást érzékelni. Segítségével szabályozható volna az erő, amellyel a robotkarok képesek megfogni és mozgatni

különböző méretű és alakú tárgyakat. A *Nature Materials* című folyóiratban egyszerre két cikk is megjelent a mesterséges bőr kifejlesztésére irányuló erőfeszítések eredményeiről. Egyiket a Berkeley, másikat a Stanford Egyetem kutatói jegyzik.

Az intenzív kutatásokat a lehetséges robotipari felhasználáson kívül egy távolabbi cél is motiválja: olyan „intelligens” elektronikus bőr létrehozása, amely lehetővé tenné művégtagok tapintásérzékelését.

Az egyik cikkben az eddigieknél jóval nagyobb felületű, 7×7 cm-es rugalmas és flexibilis, nanohuzal-hálózat segítségével nyomásérzékelővé tett mesterséges bőrt ismertetnek. A rendszer viszonylag kicsi, 5 V feszültséggel működtethető, és kétezer hajlítási ciklus után is megbízhatóan működött.

A másik közlemény olyan kapacitív nyomásérzékelő szenzor-mátrixról számol be, amely az eddigieknél érzékenyebb és reakcióideje kicsi, azaz gyorsan reagál az ingerekre.

Takei, Kuniharu – Takahashi, Toshitake – Ho, Johnny C. et al.: Nanowire Active-matrix Circuitry for Low-voltage Macro-scale Artificial Skin. *Nature Materials*. Published online: 12 September 2010. doi:10.1038/nmat2835

Mannsfeld, Stefan C. B. – Tee, Benjamin C-K – Stoltenberg, Randall M. et al.: Highly Sensitive Flexible Pressure Sensors with Microstructured Rubber Dielectric Layers. *Nature Materials*. Published online: 12 September 2010. doi:10.1038/nmat2834

A BÖLCSESSÉGFOGAK IS JÓK VALAMIRE...

Japán kutatók szerint a felesleges szenvedést okozó bölcességfogak értékes forrásai lehetnek az őssejteknek. A fogbél belsejében ugyanis olyan sejtek találhatók, amelyek viszonylag könnyen őssejtszerű állapotba juttathatók. Az így nyert őssejt-szerű sejteket aztán más, egyébek között szívizomsejtekkel sikerült alakítani a Ogusi Hadzsime (Hajime Ohgushi) által vezetett kutatások során.

Az őssejtkutatások egyik viszonylag fiatal irányzata, hogy felnőtt sejteket, például a bőr hámsejtjeit próbálják őssejtszerű, ún. pluripotens sejtekké alakítani, majd a kívánatos irányba differenciáltatni. Ogusiék azt állítják, hogy ez a folyamat végezhető el hatékonyan a bölcességfogakból nyert sejtekkel. Kísérleteik során három donor fogaiból nyert sejteken három gén aktiválásával érték el az őssejtszerű állapotot, miközben nem aktiváltott egy olyan gén, amely fontos ahhoz, hogy az őssejt rákos sejté alakuljon.

A kutatók szerint elképzelhető, hogy az oly gyakran kihúzott bölcességfogakat előbb-utóbb nem fogják kidobni, hanem sterilizálás után lefagyasztják, tárolják, és a „tulajdonos” betegsége esetén őssejteket nyernek belőlük.

Oda, Yasuaki – Yoshimura, Yasuhide – Ohnishi, Hiroe et al.: Induction of Pluripotent Stem Cells from Human Third Molar Mesenchymal Stromal Cells. *The Journal of Biological Chemistry*, 285, 29270–78.

VÍZBEN ÉS LEVEGŐBEN

Repülőhalak aerodinamikai jellemzőit mérték meg, és publikálták koreai kutatók. Ezek a trópusi és szubtrópusi tengerekben élő különleges élőlények két közegben, vízben és

levegőben egyaránt kiválóan mozognak, ami már régen felkeltette, többek között a biológusok és az aerodinamikai szakemberek érdeklődését. Most szélcsatornában részletesen meghatározták szárnyaik aerodinamikai paramétereit, és összefüggéseket kerestek ezen paraméterek, valamint a szárnyak morfológiája között. Kiderült, hogy a repülőhalak szárnyainak minősége olyan köztudottan kiválóan repülő madarakéival vetekszik, mint a sólymok vagy a vihartörők. Ez teszi lehetővé, hogy a vízből elrugaszkodva akár negyven másodpercet is a levegőben töltsenek, és esetenként 70 km/óra sebességgel 400 méter távolságra vitorlázzanak.

A szerzők remélik, hogy a repülőhalak különleges szárnyfelépítése, amely közvetlenül a vízfelszín fölött vitorlázva még hatékonyabb haladást tesz lehetővé, mint repüléskor, repülőgépek tervezéséhez adhat ötleteket.

Park, Hyungmin – Choi, Haechon: Aerodynamic Characteristics of Flying Fish in Gliding Flight. *Journal of Experimental Biology*. 2010. 213, 3269–3279. doi:10.1242/jeb.046052

BŰN ÉS BÜNTETÉS

Mind a jogi, mind a pszichológiai értelemben vett igazságosság alapelve szerint a büntetésnek tükröznie kell a bűncselekmény súlyosságát. Amerikai kutatók kimutatták, hogy az ítélezésben ez az alapelv érzelmi okokból felborulhat. Az ítélezők jobban átérik az áldozatok helyzetét, mikor a bűncselekménynek egy vagy csak néhány áldozata van, mint amikor sok az áldozat. Ez ahhoz a paradoxonhoz vezet, hogy ugyanazt a cselekményt sok, kevésbé megisméjelezhető áldozat esetében kevésbé súlyosnak ítélik meg, és ennek megfelelően kisebb büntetést szabnak ki.

Laboratóriumi kísérletekkel és archívumokból kigyűjtött bírói ítéletekkel egyaránt alátámasztották ezt a fajta ítélezési elfogultságot. A laboratóriumi kísérletekben résztvevőknek például egytől tízig terjedő skálán kellett értékelni egy pénzügyi tanácsadó által elkövetett sikkasztás súlyosságát. A kísérleti alanyok ugyanazt a történetet kapták értékelésre, eltérés csak abban volt, hogy a sikkasztó három vagy harminc ügyfél összes megakarítását tüntette-e el. Az a meglepő eredmény született, hogy ugyanazt a cselekményt a kísérleti személyek több áldozat esetében kevésbé súlyosnak ítélték, s ezzel összhangban enyhébb büntetést is javasoltak.

Talán ennél is érdekesebb, hogy a bíróságok akták elemzése során is arra a következtetésre jutottak a kutatók, hogy ez az ellentmondás valódi bűncselekményekben ítélező valódi bírók esetében is megtalálható.

Nordgren, Loran F. – Morris McDonnell, Mary-Hunter: The Scope-Severity Paradox: Why Doing More Harm Is Judged to Be Less Harmful. *Social Psychological and Personality Science*. published online 25 Aug. 2010. doi: 10.1177/1948550610382308

BESZÉDJAVÍTÓ

A beszédfelismerő rendszerek elterjedésével egyre fontosabb, hogy a beszédhangokat a háttérzajoktól el lehessen különíteni és az értékelés előtt minél tisztábban, minél jobb minőségben álljanak rendelkezésre.

Ugyancsak fontos szerepe lehet a beszédhangok megtisztításának a mobiltelefon-ipártól kezdve a titkosszolgálati eszközökkel készített felvételek szűréséig.

Tunéziai kutatók olyan beszédminőségjavító technológiát ismertettek, amelynek hatékonyságát egy autó belsejében, illetve egy

vadászrepülő pilótafülkéjében felvett beszélgetés megtisztításával demonstrálták.

A bionikus hullámátalakítót és neuronhálózatot tartalmazó hibrid eljárással különböző minőségű és típusú felvételeken a jel/zaj arányt 5–12 decibellel sikerült javítani.

Mourad, Talbi – Lotfi, Salhi – Sabeur, Abid – Adnane, Cherif: Recurrent Neural Network and Bionic Wavelet Transform for Speech Enhancement. *International Journal of Signal and Imaging Systems Engineering*. 2010. 3, 136–144
doi: 10.1504/IJSISE.2010.035002

MITŐL VONZÓ A TÁNC?

Nem a nyilvánvalónak tűnő kéz és a láb, hanem a nyak, a fej, a törzs, a váll és a csípő mozgatai alapján döntik el a nők, hogy egy férfi jól vagy rosszul táncol. Brit kutatók (Northumbria's School of Life Sciences) tizenkilenc fiatalembert kértek arra – mindnyájan 18 és 35 év közöttiek voltak, hogy egy egyszerű dobritmusra táncoljanak a laboratóriumban. A mozgást tizenkét videokamerából álló 3-D-s rendszerrel rögzítették, majd a filmen a szereplőket jellegtelen fehér humanoid figurákká – avatárokká alakították, hogy az értékelést végző harmincöt heteroszexuális nő ítéletét ne befolyásolja a táncoló férfi külseje.

A kísérletek alapján Nick Neave és munkatársai megállapították, hogy a jó és rossz táncosokat nyolc mozgásvariáció különbözteti meg egymástól, melyeken belül fontos a nyak, a törzs, a bal váll, és csípő elmozdulásának mértéke és aránya, de az ítéletekben a legfontosabb szerepet a nyak és törzs mozgása játssza.

A nők tehát hasonlóan vélekednek arról, hogy milyen a jó illetve a rossz tánc, illetve a

mozgásmintázatokból ugyanazokat a mozgáselemeket keresik és kedvelik. A kutatók szerint – akik egyébként evolúciós pszichológiával foglalkoznak, a kísérletek jelzik, hogy egy igen ősi „ítélkezési rendszerről” van szó, és a tánc kialakulásának értelme evolúciós szempontból az, hogy a mozgás őszinte infor-

mációkat ad a férfi egészségi állapotáról, erejéről, termékenységéről.

Neave, Nick – McCarty, Kristofor – Hönekopp Johannes et al.: Male Dance Moves That Catch a Woman's Eye. *Biology Letters*. Published online before print 8 September 8 2010. doi:10.1098/rsbl.2010.0619

Gimes Júlia



Könyvszemle

„... minden módon számon tartanak”
Barabási Albert-László: *Villanások*

A legújabb webes szolgáltatás, a LifeLinear segítségével bárki nyomon követheti a saját és a többi regisztrált tag életének elektronikusan tárolt mozzanatait. Megtekintheti például a 2010. január 7-én 17:43-kor az Astoria metró-megállóban az ismerőséről készült figyelőkamerás felvételt, vagy a február 23-án 9:38-kor egy bankjegykiadó-automatánál rögzített látogatását. Szinte lekérdezhető életünk filmje.

A „szolgáltatás” természetesen csak mese, Barabási Albert-László új könyvének játékos ötlete, amit a szerző annyira hitelesen mutat be, hogy lesznek olvasói, akiket egy ideig sikerül beugratnia. Arra akarja felhívni a figyelmet, hogy a mai technikák hihetetlen mennyiségű adatot rögzítenek, illetve rögzíthetnek rólunk, így rekonstruálhatóvá válhat egész életünk. Mindennek személyiségi jogi vonatkozásai kevésbé érdeklik a szerzőt, mint az, hogy ezek az adatok a kutatók számára valóságos aranybányát jelentenek.

Barabási már *Behálózva* című, nagysikerű könyvében olyan kutatásokról számolt be, amelyeket a kibervilág hatalmas adathalmazai tettek lehetővé. Népszerű formában összefoglalta azokat a jelentős mértékben neki és munkatársainak köszönhető, áttörésszerű eredményeket, amelyek a komplex rendszerek, például az internet, a világháló, a metabolikus reakciók, vagy a génkifejezési folyamat vázát jelentő hálózatok szerkezetével kapcsolatosak.

Új könyve nagyon más. Olyan problémákat vet fel, amelyek megoldása még sok kutatómunkát igényel.

Barabásit az izgatja, hogy a hatalmas és egyre növekvő adattömeg felhasználásával milyen törvényszerűségeket lehet megállapítani az emberek viselkedéséről. Léteznek-e egyáltalán törvényszerűségek, vagy egy szemlélő a számtalan külső és belső hatás következtében teljesen véletlenszerűnek látja cselekedeteinket? Milyen szabályosságok találhatók az egyének helyváltoztatásában? Mennyire előrejelezhető az emberi viselkedés?

Egy cselekvéssorozat leírásánál a legegyszerűbb feltevés a teljes, korrelálatlan véletlenszerűség. Ha egy hónap alatt háromszáz emailt küldünk, akkor ezek véletlenszerűen bukkannak fel, de nagyjából egyenletesen, szaknyelven: Poisson-eloszlást követve – következésképpen az események között nagy várakozási időket nem figyelhetünk meg, nem lesz három egymást követő nap emailkezés nélkül. Azonban a korrelálatlan véletlenszerűség feltevése nem állja meg a helyét, amint azt email-feljegyzések, weboldalak látogatási statisztikája, orvosi adatok és még sok más rendszer vizsgálata bizonyította. Cselekedeteink koncentráltan, „villanásokban” zajlanak, nem pedig egyenletesen eloszlva. Ezek a villanások meghatározott matematikai törvényszerűséget mutatnak: az események között eltelt idők hatványfüggvény-eloszlásúak, vagyis olykor egészen sűrűn követik egymást, máskor pedig nagyobb szüneteket találunk.

A hatványfüggvény-eloszlások már a hálózatoknál is kulcsszerepet játszottak. Barabási egyrészt rámutatott a természetes és mesterséges hálózatok szinte univerzális sajátosságára: ezen hálózatok többségében a foksám-eloszlás hatványfüggvényt követ, vagyis a csomópontok kapcsolódásainak számában a nagyon kicsitől a nagyon nagyig minden megtalálható, természetesen egyre csökkenő gyakorisággal. Másrészt talált egy egyszerű elvet, ami ilyen hálózatokat eredményezett: a növekvő hálózatoknál az új csomópontok beépülése a halmazódó előny elve szerinti kapcsolódással (preferencial attachment) történik. Ez az elv rendkívül termékenynek bizonyult a komplex hálózatok tulajdonságainak megértésénél.

Érthető, ha Barabási a villanások magyarázatához is egy elvet keresett. A megkonstruált modell itt is egyszerű: az elképzelés szerint cselekedeteinket valamilyen preferencialista alapján szervezzük, és a feladatok közül mindig a legfontosabbat választjuk. Ez a magja a sorbanállási feladatnak, melynek megoldása elvezet a hatványfüggvény-eloszlású várakozási időkhöz. Ezt az elvet a villanásoknál Barabási ugyanolyan általánosnak érzi, mint a halmazódó előnnyel történő kapcsolódás elvét a hálózatoknál.

Az emberek helyváltoztatásában is felfedezhetők szabályszerűségek. Ezek vizsgálhatók akár mobiltelefon-adatok segítségével. A szolgáltatók rögzítik, hogy a telefonáló mikor melyik toronyhoz van legközelebb. Az így kirajzolódó mintázat elárulja, hogy bizonyos önhasonlóság figyelhető meg a különböző egyének által bejárt utak között. Legtöbbünk viszonylag szűk körben mozog a lakás, a munkahely és esetleg még néhány helyszín között, néhányan valamelyest nagyobb távolságokat tesznek meg, s vannak egészen kevesen, akik

rendszeresen nagy utakra mennek. A megtett utak nagysága szerinti eloszlás – micsoda meglepetés! – hatványfüggvény.

Az olvasó, miközben ámul a hatványfüggvények mindenhatóságán, helyenként úgy érzi, hogy bizonyos felismerések meglehetősen kézenfekvőek. Nem meglepő, hogy a napi (heti stb.) periodicitás meghatározza cselekedeteink ritmusát, mint ahogy az sem, hogy helyváltoztatási mintázatunk nem ugyanolyan, mint amilyen az állatok élelemkeresésre irányuló mozgásából adódik. A szakembert zavarhatja, hogy a szerző a „véletlenszerű” leszűkített értelemben használja, mintha kizárólag a Poisson-folyamatok lennének véletlenszerűek. Mindezek apróságok, a lényeg: a hatalmas adatmennyiség alapján leszűrhető, új törvényszerűségek azonosítása izgalmas, magával ragadó kaland.

Barabási úgy gondolja: a fenti törvényszerűségek feltárása hozzájárul, hogy jósolhatóvá váljék az emberi viselkedés, legalábbis valószínűségi kijelentések szintjén. Ha valaki megakarná valósítani a LifeLineart, nem kellene egy személy követéséhez végignézni minden felvételt, és alakfelismerővel azonosítani az illetőt (ami kivitelezhetetlen feladatnak tűnik), hanem elegendő a cselekvési mintázatainak alapján a valószínű pályákat követni. Barabási így ír: „Az én nézőpontomból ennek az új tudománynak az egyik legfontosabb felfedezése a következő: ha egész létünket számok, képletek és algoritmusok segítségével fejezzük ki, kiderül, hogy valójában sokkal jobban hasonlítunk egymáshoz, mintsem gondolnánk. Elismerem, mindenki azt teszi, amit a legjobbának tart, és akkor, amikor tudja, meg amikor a legalkalmasabbnak érzi az időt rá. [...] Ha azonban a cselekvéseinket és azok időzítését vesszük szemügyre, olyan mintázatokra bukkanunk, amelyek [...] több milliárd ember-

nél megfigyelhetők. Egyidejűleg villanások és szabályosságok jellemeznek minket.”

Nagyon érdekes az etikai kérdésekkel foglalkozó fejezet. A kormányzat a terrorizmus elleni küzdelem jegyében, a magáncégek pedig a profitnövelés céljából nyilvánvalóan foglalkoznak viselkedéselemzéssel és -előrejelzéssel. Mi más lenne az USA Totális Információtudatosítás (Total Information Awareness) programja, vagy a Google számos praktikája szokásaink, érdeklődésünk kifürkészése érdekében? Barabási üzenete az, hogy a nyilvános kutatás az egyetlen (bár nem túl erős) biztosíték arra, hogy a kormányzat és a magáncégek ilyen jellegű machinációiba bepillanthassunk. Ugyanakkor fenntartásai vannak a magánélet feltétlen prioritásával kapcsolatban, és példának állítja a székel falvak nyilvános, közösségi életét, amiben a „privacy” számára nem sok hely marad.

A *Villanások* egy rendhagyó tudós rendhagyó könyve. Már megjelenése is szokatlan, hiszen tudományos ismeretterjesztő könyvnél legfeljebb a szöveget közvetlenül alátámasztó illusztrációkra vagy grafikonokra számíthatunk – ehelyett itt Részegh Botond csíkszeredai festő művészi grafikaival találkozunk. Megismerkedhetünk számos tudománytörténeti érdekességgel Siméon Denis Poissonnak az esküdtszékek megbízhatóságáról, illetve tévedési arányáról írt tanulmányától Albert Einsteinnek Theodor Kaluza szerencsétlen sorsában játszott szerepéig. Bepillantást nyerünk a tudományos kutatás folyamatába, ahogy az adatok vizsgálata nyomán felbukkanó ötletből kétségek és remények közepette, tévedések és intuíció, véletlenek és szívós munka nyomán erdmény születik. Élvezetes anekdotákat olvashatunk Hasan Elahi médiaművészről, akinek utazásai az FBI zaklatását váltották ki, vagy Gary Kanist fegyverkereskedőről, aki

megszállott résztvevője a „wheresgeorge.com” címen futó, a bankjegyek útját követő internetes játéknak, és így, ha öntudatlanul is, lényegesen hozzájárult az epidemiológiai kutatásokhoz.

A legszokatlanabb mégis az, hogy a könyv több mint egyharmadát egy történelmi eszéregény adja Dózsa Györgyről, az 1514. évi parasztfelkelés vezérééről. Barabási magyar gyökereihez és erdélyi szülőföldjéhez való ragaszkodásán túl személyes motivációval is indokolja érdeklődését: úgy tűnik, egyik őse nem elhanyagolható szerepet játszott a történelmi eseményekben. A magyar múlt egy fontos villanásának széleskörű forrásfeldolgozása alapul elemzése átszővi a könyvet, és alkalmat ad a szerzőnek a jóslhatóság, a szabad akarat és a véletlenek viszonyáról való elmélkedésre. Ahogy látom, a külföld ezt a sajátosan magyar vonatkozású betétet részben megértéssel, részben furcsállva fogadja. A magyar olvasó számára azonban ettől a könyv csak még érdekesebb.

A könyvet Kepes János fordította és a Nyitott Könyvműhely adta ki. Az ő érdemük, hogy néhány héttel az eredeti, angol kiadás után magyarul is megjelenhetett, bár így a lektorálásra nem maradt elég idő. Nem szerencsés például a könyv alcíme: „A jövő kiszámítható”, hiszen a szerző ilyen állítást nem tesz. Az angol alcím szerényebb és pontosabb: „A cselekedeteink mögött rejlő mintázatok” (*The Hidden Pattern Behind Everything We Do*). A szövegben maradtak hibák, amelyek nem zavarják a megértést, de célszerű a későbbi kiadásokban kijavítani őket.

A *Villanások* az első népszerűsítő híradás egy teljesen új tudományágról, amit – elég szerencsétlen módon – számítógépes társadalomtudománynak (computational social science) kezdenek nevezni, és ami az óriási,

digitális adathalmazok elemzése alapján tanulmányozza az emberek viselkedését és a társadalom működését. A könyv gondolatgazdag, informatív, helyenként vitára sarkall, de végig élvezetes, nemesen szórakoztató. Olvasása után, ha nem is tudjuk kiszámítani a jövőt,

Európa és a mediterrán világ

A globálissá váló világ egyik számunkra kevésbé ismert és kutatott térsége a Mediterráneum, ezen belül is Spanyolország és Portugália kapcsolata Latin-Amerikával.

Szilágyi István legutóbbi könyvében többek között arra vállalkozik, hogy közelebb hozza és a magyar olvasó számára is világosabbá tegye az Európai Unió, Spanyolország és Portugália Mediterráneum- és Latin-Amerika-politikáját. A kötet hét tanulmányt tartalmaz, amelyek 2007 és 2008 között jelentek meg, és amelyek geopolitikai és földrajzi íve Európától Latin-Amerikáig, az Európai Uniótól a szélesebb értelemben vett mediterrán világ horizontjáig terjed. A tanulmányokat jellemző kulcsszavak a demokrácia, a diktatúra, a tekintélyuralmúság, az autoritarius személyiség, a geopolitikai gondolkodás, a multikulturalitás, az új regionalizmus, az EU és Latin-Amerika stratégiai szövetségének kérdései. A tanulmányok „a globálissá vált nemzetközi társadalom és a kölcsönös függőségek hálózatának korában elősegítik az európai történelem és a kontinensünkől oly távolinak tűnő régiók, országok, népek, nemzetek, identitások, események, társadalmi kísérletek, történelmi fordulópontok megismerését, és bizonyítják azok szerves és elválaszthatatlan összekapcsolását és egységét” – olvasható a bevezetésben.

A szerző *Az Európai Unió és Latin-Amerika biregionális szövetsége* című tanulmányban

jobban látjuk, hogy merre halad a tudomány. (Barabási Albert-László: *Villanások – a jövő kiszámítható*. Budapest: Nyitott Könyvműhely, 2010, 300 p.)

Kertész János
fizikus, BMGE

az Európai Unió és Latin-Amerika stratégiai partnerségének alapjait elemzi. Az Európai Unió és Latin-Amerika közti kapcsolat főbb elemeit 2005-ben az alábbiakban vázolta fel az Európai Unió: tényleges politikai párbeszédre van szükség a két régió között (megte-mertve a kapcsolattartás politikai intézményrendszerét), ösztönözni kell a gazdasági és kereskedelmi kapcsolatokat. Stabil és tervezhető európai befektetésekkel az EU hozzájárulhat a kontinens gazdasági és politikai stabilizálásához. Az EU-nak elő kell segítenie Latin-Amerikában a demokratikus kormányzásokat, a kölcsönös megértést a két régió között az oktatás és a kultúra területén (és révén).

Az Európai Unió számára Latin-Amerika gazdaságilag is fontosság vált. 2006-ban az EU importja Latin-Amerika viszonylatában elérte a hetvenmilliárd eurót. Exportja hatvanhat milliárdot tett ki. Latin-Amerika számára az egyenleg tehát négymilliárd pozitívumot jelentett. A XXI. század elejére az EU a legnagyobb latin-amerikai befektetővé vált. Ebben a gazdasági expanzióban Spanyolország játszotta a döntő szerepet. Spanyolország latin-amerikai tőkebefektetése elérte az 52%-ot, megelőzve az USA-t, amely számára Latin-Amerika sokáig hagyományos befektetési piac volt.

Spanyolország és Portugália számára különösen fontos a latin-amerikai kapcsolat megerősítése és bővítése. Nagy szerepe volt Spanyolorzágnak az Iberoamerikai Nemzetek Közössége (Comunidad Iberoamericana de

Naciones – CIN) megszervezésében. A CIN a mexikói Guadalajara városában jött létre 1991-ben tizenkilenc latin-amerikai állam, valamint Spanyolország és Portugália részvételével.

A Spanyol Királyság gyökeresen szakított a francóista múlttal. Sikeresen hajtotta végre a diktatúra/demokrácia-váltást. Ez a váltás Spanyolország Latin-Amerika-politikájában is nyomon követhető. Spanyolorzágnak le kellett küzdenie a latin-amerikai népek gyanakvását, ami háromszáz éves gyarmati múlt-ra tekintett vissza. A CIN-ben Spanyolország a kooperáció középpontjába a kölcsönös előnyöket, a nyelvi, kulturális közösséget állította. A spanyol–latin-amerikai kapcsolatokat nagymértékben elősegítette a latin-amerikai katonai diktatúrák bukása. Latin-Amerikában is lezajlott a diktatúra/demokrácia-váltás. A partnerség egyik alapját éppen a demokrácia védelme alkotja.

Spanyolország külügyminisztere (2001) kijelentette: „Spanyolország külpolitikájának két megváltozhatatlan tengelye van: a Latin-Amerikához és az Európához való közeledés. Goethe szavaival azt is mondhatnánk, hogy nekünk, spanyoloknak két lelkiünk van. Spanyolország két lelke: Európa és Latin-Amerika. Mindkettőre szükségünk van. Spanyolország EU-hoz és az Ibéroamerikai Közösséghez való egyidejű tartozása ugyanis a történelem belső lényegéből eredő tény... Úgy tűnik, hogy formát öltött Spanyolország két kontinens között betöltött híd szerepe” (35–36.)

Latin-Amerikán belül is megalakultak a regionális csoportosulások (például: MERCOSUR, UNASUR stb.), ami arra utal, hogy a latin-amerikai országok is igyekeznek a regionalizmusból származó előnyöket kihasználni. A térség országai közeledésének a gazdasági előnyök kihasználásán túl olyan jel-

lemzői is vannak, mint a brazil „nyelvtörvény”. Brazíliában (az egyetlen portugál nyelvű latin-amerikai országban) elrendelték a spanyol nyelv kötelező tanulását az iskolákban.

A kötet második tanulmánya az *Identitások és identitás-formák találkozása az európai multikulturális térben: a mediterrán tapasztalatok* címet viseli. Ebben a tanulmányban a szerző elemzi a spanyol identitástudat változásait és állandó vonásait. A diktatúra-/demokrácia-váltás azt is jelentette, hogy az új Spanyolország nem zárkozható el a történelmi régiók, népek identitástudatának elismerése elől. Ki kellett elégiteni a katalánok, a baszkok, a galíciaiak (gallegók) stb. autonómiaigényeit. A nemzeti identitás és az államépítés összhangja valósult meg. A XX. század végétől azonban új megoldandó probléma jelentkezett: a bevándorlás. Ismeretes, hogy az 1960-as években Spanyolország „kibocsátó” nemzet volt, azaz spanyolok tömegei vállaltak munkát külföldön, főleg az Európai Közösség országaiban. Az 1990-es évekre a trend megváltozott. Spanyolország befogadó országgá vált. Ezt a gazdasági növekedés tette lehetővé és a lakosság előregedése szükségessé. Spanyolország igen liberális bevándorlási politikát folytatott. Tömegével mentek bevándorlók Spanyolországba. 2007-ben a spanyol lakosság 6,2%-át már a bevándorlók tették ki. Sőt egyes nagyvárosokban (Barcelona, Madrid, Valencia) már a lakosság 10%-át bevándorlók alkotják. (51.) A bevándorlók egynegyede afrikai, 60%-uk marokkói származású. Spanyolország „hídországgént” nemcsak Latin-Amerika felé kíván közeledni, de jó viszonyt szeretne kiépíteni a mediterrán térség afrikai országaival is. Nyilvánvalóan, a Mediterráneumban is vezető szerepre törekszik. (A recenzens teszi hozzá: ebben a törekvésében erős riválist jelent Franciaország, sőt

Olaszország is). Spanyolország tárt karokkal várja a latin-amerikai bevándorlókat. A latin-amerikai bevándorlók 33,9%-a ecuadori, 20,9%-a kolumbiai, 11,2%-a perui, 8,4%-a argentin állampolgár. A nemzeti identitás újragondolása kapcsán figyelembe kell venni a letelepedett bevándorlók nagy számát, hiszen például a baszkok csak a lakosság 6, a gallegók 2,5, a valenciaiak 2%-át teszik ki.

Külön tanulmány foglalkozik az Európai Unió spanyol elnökségeinek tapasztalataival és a várható problémákkal. Spanyolország háromszor töltötte be a soros elnöki funkciót. (1989 első felében, 1995 második felében és 2002 első felében). Spanyolország külpolitikájának formálódásában e periódusokban is kimutatható az ország geopolitikai helyzete, kapcsolatrendszere, tradíciója. „Spanyolország három kultúra kereszttújtán, tengerek övezetében helyezkedik el. Az Ibériai félsziget geopolitikai értelemben hidat képez Európa és Afrika, a Mediterráneum és az Atlanti térség között.” (73.)

A spanyol elnökségek prioritásaiként a szerző a következőket nevezi meg: 1. a latin-amerikai kapcsolat, amelyet, mint már bemutattuk, a spanyol külpolitika kiemelt fontosságú kapcsolatnak tart. 2. A barcelonai folyamat. A Mediterráneum fontosságát az Európai Unió számára a déli szárny bővítése (Spanyolország és Portugália felvétele) csak növelte. Figyelembe kell venni, hogy a Mediterráneum jelentőségét történelmi kapcsolatok, tradíciók miatt Franciaország, Görögország és Olaszország is hangsúlyozza. Az 1995-ben, Barcelonában megrendezett Mediterráneum Tanácskozáson tizennégy uniós, tizenegy afrikai és mediterrán állam (Algéria, Izrael, Ciprus, Egyiptom, Jordánia, Libanon, Málta, Marokkó, Szíria, Tunézia, Törökország) vett részt. A találkozó eredménye az Euro-me-

diterrán Nyilatkozat, amely a 2010-ig tartó időszakra adott munkaprogramot. A térség államai a felzárkóztató program keretében 1996–2000 közötti időszakra 4,7 milliárd euró támogatást kaptak. 3. A keleti bővítés. A spanyol külpolitika a keleti bővítést nem tekintette alternatívának a mediterrán törekvésekkel szemben. A keleti bővítés bizonyos spanyol gazdasági ágazatok számára ugyan fenyegetést jelentett, de a legnagyobb gondot okozó mezőgazdaság esetében a spanyol politika úgy gondolkodott, hogy a keleti mezőgazdaság inkább komplementer a spanyol mezőgazdaság számára, hiszen a spanyolok főleg mediterrán termékeket exportáltak, így a keleti bővítés inkább új piacokat jelenthetett. A fő gondot a spanyolok számára az okozta, hogy a „szegény” országok megjelenésével az EU-ban Spanyolország „gazdag” országgá válik, következésképpen tekintélyes támogatástól esik el. (84.) Spanyolország 2007-ig ugyanis az EU Strukturális alapok „első számú haszonélvezője volt”. (92.)

A könyv második nagy egysége a *Demokrácia és diktatúra-elmélet és gyakorlat* címet viseli. Ezen belül egy-egy tanulmány foglalkozik António Oliveira de Salazar Estado Novo (Új Állam) államalakulatával, a portugál Fegyveres Erők Mozgalmával és a brazil geopolitikai iskolával. Alapos és újszerű elemzést olvashatunk a salazari Estado Novóról, amelyben a könyv írója kitér a salazari államalakulat főbb elemeire, a nacionalizmusra, a szakmai korporációkra, a tekintélyelvűsége, az egyházzal kialakított kapcsolatra, a luzitán birodalmi illúziókra.

A szerző bemutatja, hogyan készítették elő az 1974-es portugál „szegfűs” forradalmat, milyen katonapolitikai, társadalmi okokra vezethető vissza a változás. Ismerteti a portugál gyarmatbirodalom széthullását és Portu-

gália Mediterráneumban betöltött szerepét, az EU-csatlakozás folyamatát. Spanyolországhoz hasonlóan Portugália is hídszerepet kíván betölteni a Mediterráneumban. Spanyolországtól eltérően Portugália nemcsak Latin-Amerika és a mediterrán országok felé közeledik, hanem a korábbi gyarmatait összefogó szervezet, a Portugal Nyelvű Népek Közössége (Comunidade dos Povos de Língua Portuguesa – CPLP) keretében szándékozik szorosabb gazdasági, kulturális kapcsolatokat kiépíteni.

A befejező tanulmány a brazil geopolitikai iskola létrejöttét, hatását és céljait elemzi, főként Golbery do Couto e Silva munkássága alapján. A brazil geopolitikai elmélet két

világrendszer alatt a nyugati szövetség erősítését, manapság pedig a brazil szubregionális törekvéseket és a kontinentális integráció folyamatának megalapozását szolgálja. (165.)

A könyvből kiderül, hogy érdemes a globalizáció, az Európai Unió és a Mediterráneum kapcsán újfent elgondolkodnunk Spanyolország, Portugália és a Mediterráneum szerepének fontosságán. E történelmileg általánosítható tapasztalatokat és tanulságokat bemutató, sok szempontból novumot jelentő könyvet jó szívvel ajánlhatom a társadalomtudományok iránt érdeklődő olvasóknak. (Szilágyi István: *Európa és a mediterrán világ*. Budapest: Áron Kiadó, 2009, 215 p.)

Horváth Gyula
egyetemi docens

20 év után

20 év után címmel indított társadalomtudományi esszé sorozatot a Napvilág Kiadó. Földes György, a sorozatszerkesztő gondolatébresztő szavaiban jelzi, hogy a könyvsorozatban megjelenő írások szerzői „kritikailag értelmezik a közelmúltat, a jelent, de nem ítélik meg”. Laki László azonban végső soron ítéletet mond a magyar rendszerváltozásról, súlyosat, de megalapozottat. Leírt szavai azonban nem egy magánszemély szubjektív reflexiói az elmúlt húsz évről, nem pusztán értékítélet, hanem tudományos alapossággal alátámasztott, precíz, racionális gondolatmenet, amelynek érdekessége, hogy – a recenzió készítője szerint – az egész magyar társadalom véleményét adja vissza. E gondolatmenet lényege, hogy utat tévesztettünk a rendszerváltás folyamatában, pontosabban azok, akiknek döntési jogkörük volt az utak kijelölésében, megalapozatlan és felelőtlen döntések sokaságát hozták. Az államszocializmus bukása után létrehozott

rendszer ugyanis nem volt képes teljesítményével legitimálni önmagát, így a rendszerváltás után a társadalom azzal nem azonosult, nem jött létre új nemzeti identitás.

Laki László elsősorban a politikai osztályt teszi felelőssé azért, hogy „Magyarországon az elmúlt húsz évben egy dezintegrált, fragmentált és polarizált társadalom alakult...”. A történelemben és az időben eltévedt rendszerváltó pártok és csoportok olyan utat jelöltek ki a magyar társadalom számára a szocializmus összeomlását követően, amelynek a félperifériás fejlettségi állapot, azaz a premodernitás, a fragmentáció, a szegregáció stb. nem véletlenszerű következménye, hanem az maga az új rendszer, az „újkapitalizmus”.

Laki László szociológiai és történeti megfontolásokat és szempontokat szem előtt tartó könyvében az elmúlt mintegy 150 év rendszerváltozásait elemzi különös tekintettel a II. világháború utáni, valamint az 1989-et követő rendszerváltozásokra. A rendszerváltásokkor a mindenkori politikai elitek a tár-

sadalmi-gazdasági reprodukciós rendszer rapid, totális, ideologikus és „osztályharcos” megváltoztatására törekedtek. Laki a rendszerváltozásokat modernizációs kísérletként fogja fel, és arra keresi a választ, hogy e modernizációs kísérletek mennyire voltak sikeresek. A kérdésekre, s a „*honnan hová jutottunk?*” alapkérdésre a szociológiai írások klasszikus metodológiája alapján keres választ.

Abból a gondolatmenetből indul ki, hogy a 20. század szerte a világban, így Magyarországon is, a rendszerváltások kora, amelyek világgazdasági korszakváltásokra, válságokra és hatalmi-katonai átrendeződésekre adott válaszok. A hazai rendszerváltások így módon nem értelmezhetőek kizárólag magyar sajátosságként, állítása szerint „a magyar társadalom nem maga termelte és hordozta ki a rendszerváltásokban megjelenő fejlődési alternatívákat, gazdasági és társadalmi berendezkedéseket.” Minden más rendszerváltással szemben azonban az 1989-es sajátossága, hogy a rendszerváltó – és jórészt azóta is hatalmon lévő – politikai eliteknek jóval nagyobb döntési szabadságuk volt a folyamat levezénylését elősegítő eszköztárak kiválasztásában és a lefolyás menetének befolyásolásában. Laki azonban úgy véli, hogy sem az eszköztárat, sem a lefolyást nem tudta vagy nem akarta a politikai osztály történelmi helyzet adekvátan kiválasztani – esetleg nem is értette azokat.

A 20. század végi rendszerváltás a szerző felfogásában nem értelmezhető az előző modernizációs törekvések eredményeinek elemzése nélkül. A szerző úgy véli, hogy Magyarországon több modernizációs kísérlet is zajlott az elmúlt évszázadokban – köztük voltak sikeresebbek és kevésbé sikeresek – de az alapproblémát, az ország le- és elmaradottságát egyik sem volt képes (különböző okokból) meghaladni, így folyton „követő-függő” mo-

dernizációs kényszerek követik egymást. Ezek az egymást követő kísérletek ráadásul a XIX. századtól ciklusokban húsz–negyven évenként követték egymást, így a problémák történelmi léptékben felhalmozódtak, és egymásra torlódtak, mert a folyamatos rendszerváltozások során nem tudta a társadalom „megemészteni” a kísérletek eredményeit. Sem idő, sem tér nem állt rendelkezésre a társadalmi szintű feszültségek és konfliktusok „kibeszélésére”. Maradtak az indulatok, a megemésztetlen múlt. Ez pedig azt eredményezte, hogy a világgazdasági korszakváltásokra az aktuális hatalomnak kettős választ kellett adnia: egyrészt a maga megkésettiségeivel, félperifériás viszonyaival alkalmazkodni a világ-gazdaság kihívásaihoz, másrészt kezelni a belső feszültségeket, a megemésztetlen múltból eredő következményeket. Laki úgy véli, hogy az aktuális vagy mindenkori politikai elit az elmúlt másfél évszázadban képtelen volt a kettős kihívásnak eleget tenni. Képtelen volt valóban adekvát, történelmi léptékekben is helyes válaszokat adni.

Ilyen kettős kihívással kellett szembenézniük a nyolcvanas évek végén, a kilencvenes évek elején a rendszerváltó politikai osztályoknak. Egyrészt megváltozott a világkapitalizmus, gazdasági paradigmaváltozás következik be. Hálózati elven működő, modern, nemzetállamok feletti uralmat megvalósító globálkapitalizmus jött létre, amelynek centrumországa az Amerikai Egyesült Államok. A tőke – látványosan – teljesen szabad áramlása behálózta az egész világot, a termelés egyre keletebbre, a tőke egyre nyugatabbra koncentrálódott. A nemzetállamok ugyanakkor nagyon is valószínűs módon, mondhatni közvetlenül befolyásolták, dotálták, támogatták a hazainak tekintett vállalataikat. Még a globálkapitalizmus centrumországában is kimutatható az

állam beavatkozása, ha máshol nem, hát a hadiiparon mint a technológiai fejlődést leginkább elősegítő ágazaton keresztül.

A politikai elit számára a másik, időben a fentivel teljesen azonos időben zajló kihívást a Kádár-korszak államszocializmusának gazdasági és modernizációs válságának kezelése jelentette. Laki László úgy véli, hogy a Kádár-korszak a magyar modernizációs kísérletek sorában fontosnak, jelentősnek számít, mert „...néhány évtized alatt alapvetően átalakította a magyar társadalmat, ám »felemás« módon, és ami – sokféle ok miatt – megrekedt, és képtelen volt a gazdaságot, a társadalmat és a politikai viszonyokat új pályára állítani.” Az államszocializmus magyar modelljének legfontosabb problémája magából a modell működéséből, létrejöttéből, a Szovjetunióhoz való egyoldalú függőségből, egy szűk, nem piaci alapokon működő befolyási övezethez való tartozásból ered. Bár Laki modernizációs szempontból felsorolja a Kádár-korszak előnyeit, így a középosztályosodást, az alkalmazotti társadalom kialakulását, a kiszámítható életpályát, az ún. koraszülött jóléti államot, de nyilvánvalóvá teszi, hogy az államszocializmus eleve bukásra ítélt rendszer és modernizációs kísérlet volt, mert a korábbi modernizációkhoz hasonlóan nem tudta felgyorsítani a felhalmozást, ellensúlyozni a tőkehiányt, de a centrumországok piacaitól való egyoldalú függést sem oldotta meg, legfeljebb négy évtizedre „lefagyasztotta” a problémát. A tanulmány szerzője – hasonlóan Bihari Mihályhoz – az államszocializmus sokféle arcát, társadalmi és gazdaságszervezési modelljét mutatja be. Megállapítja, hogy a magyar gazdaságra vonatkozó modernizációs kísérletek az államszocializmus időszakában kizárólag az első gazdaságot: a szocialista nagyipart érintették, a második gazdaságot,

különösen annak a klasszikus, háztájira épült ágát messze nem érintették a modernizációs lépések, sőt a szerző állítása szerint e téren még a nyolcvanas években is a természetes gazdálkodás (!) formái mutathatók ki. És bár a „gmkezés” majd a „vgmk-zás” látszólag a későbbi kapitalizmus első csírait hozta a magyar gazdaságba, és az egyéni felemelkedés, a viszonylagos gazdagság kialakításának lehetőségét kínálták, valójában az első gazdaság *outsourcing*-járól, annak is egy egyént kizsákmányoló, önfelelmező formájáról beszélhetünk.

A nyolcvanas évek második felére nyilvánvalóvá vált, hogy a szocialista nagyipar finanszírozása lehetetlen, a második gazdaság – részben fejletlensége, részben egyéni életutakra építő szerkezete miatt – pedig nem tud az első helyébe lépni. A gazdasági problémák következtében a politikai alrendszer szereplői fokozatosan mondták fel a társadalommal kötött hallgatolagos szerződésüket, ami a rendszer legitimitásának megbomlásához, végső soron a rendszer bukásához vezetett. De, és ez Laki egyik fő állítása, külső kényszer nélkül, a Szovjetunió saját, belső problémái, valamint a világban éppen zajló globalizációs átalakulás nélkül a gyors és vértelen rendszerváltozás nem mehetett volna végbe. A hatalmat még birtokló régi, majd az 1990-es választásokat követően hirtelen megszerző új politikai osztály „...nem a valós körülményeknek megfelelően definiálta a rendszerváltás történelmi léptékű kihívását, így annak a kezelésére nem került sor távlatos »nemzeti« program kidolgozására.” Attól ugyanis, hogy ideológiai, érzelmi okok miatt szétrombolták a düledező szocializmust, annak minden – bár vélhetően viszonylag kevés – pozitív oldalával, még nem kezdtek sikeres kapitalizmusépítésbe a döntéshozók. Attól, hogy „igazi piaci viszonyokat”, azaz a magánosítást favorizálták,

még nem dolgoztak ki hosszú távú nemzeti stratégiát. És végül attól, hogy politikai alapon tulajdonokat osztottak – lásd kárpótlás – még nem tudtak olyan modellt kidolgozni, amely révén ezek a kistulajdonosok képesek lettek volna a világgazdaság megújuló, globalizálódó modelljéhez csatlakozni. A rendszerváltozás tágan értelmezett folyamatában ugyanis nem valami ideáltipikus kapitalizmushoz kellett volna alkalmazkodni, hanem annak jelenlegi formájához, a hálózatszerű működésen alapuló, sajátos gazdasági és társadalomszerveződési rendszerrel bíró globálkapitalizmushoz.

Alapvető probléma ugyanis – véli a szerző –, hogy a korabeli – és azt már csak mi tesszük hozzá, hogy az azóta regnáló – kormányok nem rendelkeztek adekvát, modern kapitalizmusképpel. 1990-ben, ahogy ezt alaposan és részletesen mutatja be Laki László, az a globálkapitalizmus rohant át Magyarországon, amelynek csak arra volt szüksége, hogy megszerezze a saját önfenntartásához szükséges piacokat, és lerombolja az esetleges versenyképes konkurenciákat. A magyar politikai osztály nem látta, vagy nem akarta látni, hogy a tőkehiány önmagában nem oldódik meg azzal, hogy minden magántulajdonba kerül. A nemzeti vagyon magánosítása önmagában nem kapitalizmus és pláne nem piacgazdaság. A globális tőke beengedése tehát nem oldja meg az ország problémáit.

Ezen a ponton azonban érdemes eltűnődni azon a kérdésen, hogy ha nem a globális tőkét favorizálja a politikai osztály, akkor ki vagy mi oldhatta volna fel a dilemmákat. Nyilvánvaló, hogy a szerkezetileg, fejlettségben és technológiában teljesen lerongyolódott, tönkrement és elavult szocialista nagyipart fenntartani és helyreállítani nem lehetett – ezt egyébként Laki is egyértelművé teszi.

Egyetlen kérdés van tehát, hogy volt-e más út? Ki vagy mi finanszírozta volna meg az átalakulást, átalakítás árát? Laki válasza erre az állami szerepvállalás. Véleménye szerint az államnak kellett volna – kvázi nemzeti tőkeként – megvédeni a külpiacokat, különösen a volt szovjet övezet piacait és a nemzeti piacot, azaz az államnak kellett volna néhány kiemelkedő technológiát birtokló vállalatot, ágazatot dotálni, az államnak kellett volna a rendszerváltozás árát és következményeit mérsékelnie. A válasz evidens és elfogadható, de még mindig nem ad kielégítő magyarázatot arra a kérdésre, hogy miből. Honnan, milyen forrásból lett volna elég pénz a protekcionista gazdasági modell felépítésére. Erre a kérdésre csak áttételes válasza van a szerzőnek. Ez persze nem igazolja a politikai osztály felelősségét, hiszen ismereteink és tapasztalataink szerint, meg sem próbálták a szovjet piacokat megmenteni, meg sem próbálták a korabeli szinten kifejezetten fejlettnak ítélt mezőgazdasági technológiákat, feldolgozóipari értékesítési hálózatokat tovább működtetni, meg sem próbálták például az éledező biotechnológiát dotálni vagy a magas fejlettségű gyógyszeripart nemzeti tulajdonban tartani. Egyáltalán – elfogadva a szerző sommás vélekedését –, arra sem voltak képesek, hogy reális kapitalizmusképet alakítsanak ki, hanem az alapvetően ellenséggé kezelt politikai ellenfelek ötleteinek, elképzeléseinek és terveinek negligálásával, lejáratásával voltak elfoglalva. Arról nem is beszélve, hogy milyen súlyos negatív társadalmi következményei lettek a rossz döntéseknek. Kár érte. (Laki László: *A rendszerváltás, avagy a »nagy átalakulás«* Budapest. Budapest: Napvilág Kiadó, 2009, 158 p.)

Szabó Andrea

PhD, tudományos munkatárs, MTA PTI

„Magyar gondolat – szabad gondolat”

A *Magyar gondolat szabad gondolat* című kötet a Századelő, a Horthy-rendszer és a sztálinizmus kronológiai sorrendjébe illesztve foglalja össze Litván György legfontosabb történelmi tanulmányait. Az első rész, mely egyben a könyv legerjedelmesebb egysége, öt írást foglal magában. Ezekben a szerző egytől egyig a század első negyedének eszméi, politikai törekvéseit elemzi. Írásai a nemzet-haladás vitájának és a szociológia magyar műhelyének bemutatásától kezdve Károlyi Mihály és Jászi Oszkár levelezésén és a polgári radikálisok nemzetfelfogásán keresztül egészen az 1918-as őszirózsás forradalomig, mind a történelmi Magyarország feldarabolásához vezető politikai, diplomáciai folyamatokat járják körbe. Az első tanulmányban, a *Magyar gondolat szabad gondolat*-ban, mely egyben a kötet címadó tanulmánya is, a szerző a „nemzet vagy haladás” „komolytalanak” és „meddőnek” tartott vitáját, konfliktusát veszi górcső alá, pontosabban annak egyetlen rövid szemelvényét mutatja be, társadalmi összefüggéseivel, tanulságaival. Leírja, hogyan kapcsolódtak be ezen vitába rendre a magyar szellemi elit képviselői. Kezdi azzal, miként jelentek meg a *Huszádik Század*, a *Nyugat* és a *Szocializmus* folyóiratok hasábjain az új eszmék, új szellemi áramlatok, az új irodalom, a szociológia, a közgazdaságtan, s lépett fel a marxizmus, a történelmi materializmus azzal az igényvel, hogy gyökeresen új megvilágításba helyezze a magyar múlt és jelen alapvető kérdéseit. A könyv első részét végig ez a gondolatiság és ennek gyakorlati eredményei kísérik. Felsorakoztatja azokat az ellentéteket, „kíméletlen harcokat”, amelyek a progresszió ellenzői és az előbbi elismerte-

tésért küzdők között zajlottak. Jászi, Ady, Babits, Somló, Szabó Ervin, Diner-Dénes, Tisza, Justh, Andrássy, csak egy két név azok közül, akiket Litván e tanulmányában elhelyez az írás témájául szolgáló vita egy-egy oldalára. Talán túl sok is egyszerre az az információhalmaz, amelyet ilyen rövid írásban sorakoztat fel. Külön méltatja Jászi Oszkár, a polgári radikális párt vezetőjét, a haladás egyik legelkötelezettebb hívét, a „Keleti Svájc”, a nemzetiségi politika atyját. Talán senki sem ismerte jobban Jászi Oszkár szellemiségét Litván Györgynél, „mélyen és messzire látott” mindkét táborba, ingerültséget és bizalmatlanságot váltott ki a szerző személye és a másik fél iránt, írja róla. Az összes tanulmány lényeges eleme az a kijelentés, miszerint nemzet és haladás szükségszerű, hogy találkozzanak egymással, egyidejűleg valósuljanak meg. Litván kihangsúlyozza, a magyar társadalomfejlődés torzultsága okozta, hogy a haladás eszméje nem esett egybe a modern nemzet kialakulásával, hanem a kettő ellentetes volt egymással. Apáthy szavait idézi. „Csak Magyarországon, csak a mi szomorú politikai és társadalmi viszonyaink között lehetséges a szabadgondolatot és a nemzeti gondolatot egymással így szembeállítani”.

Következő tanulmányában, *A szociológia első magyar műhelye* cím alatt Litván „egy fiatal, nagyra hivatott tudományág és egy ugyancsak fiatal és nagyra hivatott értelmiségi csoportosulás boldog és termékeny egymásra találását” írja le. A szociológia első szabad műhelyeként ismert *Huszádik Század*-ot és a Társadalomtudományi Társaságot mutatja be, azok helyét és szerepét, jellemzőit vázolja fel. Az új tudományt annak kialakulásától, vagyis a budapesti tudományegyetem falai közül kibontakozó kezdeményezésektől egészen a szociológia első magyar műhelyének

1918-as „szétrobbanásáig” vázolja fel. A kezdeti eklekticizmustól a balra tolódásig és a radikális-szocialista irányultságig, a virágzásától az erejét vesztettségéig. A két évtized eseményeit, a szociológia méltán neves képviselőit, Somlót, Jászit, Lukácsot, Csécsyt, Piklert stb. méltatja, a teljesség igénye nélkül, felsorolja a „magyar szociológia fejlődésének háttérköveit és néhány szembeszökően általános vonását” és hatását, „szembe kell néznünk művük tartalmával, mondanivalójával is. Naiv evolucionizmusukat ironikusan, vagy nosztalgikusan bátran megmosolyoghatjuk. Abban viszont őket igazolta az idő, hogy a magyar sorskérdésekre [...] nemzetközi összefüggésekben és általános társadalmi törvényszerűségek alapján keresték a választ.”

1919 és 1949 között írt, több száz levél, levelezőlap és távirat maradt fenn Károlyi Mihály és Jászi Oszkár levelezéséből, ezekből az ő szemüvegükön keresztül ismerhetjük meg koruk történelmét, politikáját. Litván György az *Egy barátság dokumentumai* című tanulmányában a két prominens személy politikai barátságának kibontakozását, megszakadását és utóéletét követi nyomon, levél-töredékekkel alátámasztva. Leírja, hogyan indult útnak 1917-től kezdve Károlyi és Jászi politikai barátsága, emigrációjuk alatt hogyan szervezték az októberista-demokratikus emigrációt, és hogyan folytattak világméretű propagandatevékenységet a berendezkedő Horthy-rendszer arculatának leleplezésére. Ebben az időben levelezésükben központi szerepet a szemléleti különbségek és ellentétek kaptak. Míg Károlyi kevesellte, addig Jászi sokallta a szociáldemokraták marxizmusát. A véleménykülönbségük ezt követően elő-előkerült az elkövetkező évek során, amíg végül a politikai szétválás személyes barátságukat is kikezdte. A kérdésre pedig, amelyet mi olvasók a fenti

tanulmányok elolvasása után magunknak is feltehetünk, miszerint hazaárulás-e a hazára „árulkodni”, „szabad-e a nemzet belső vitáit, a hazai viszonyok bírálatát „kivinni”, a külföld előtt szellőztetni, vagy ezek megítélésére éppenséggel valamely nemzetközi fórumot felszólítani?” Litván György a polgári radikális csoport nemzetfelfogásának bemutatásán keresztül adja meg a lehetséges választ. Jászi és a radikálisok igazi „hazaárulása” akkor kezdődött, amikor a nemzetiségi kérdést a széles publikum elé tárták. Az egyik oldalon a Tiszaféle kormánypart és publicisztikai gárdája állt, amely az országot az angol típusú parlamentarizmus mintaországának nevezte „idegenek” előtt, másik oldalon pedig a szocialisták és a radikálisok elitélő véleménye a hazai viszonyokról. Egy tabu volt: a nemzetiségi probléma; a legneuralgikusabb kérdés, amit Károlyiék sem akartak külföldön szellőztetni.

1918–1919-es demokrácia két tűz között – e rövid tanulmányban Litván arról a téves mítoszról rántja le a leplet, miszerint a Károlyi-rezsim a Tanácsköztársaság előszobája volt. Az 1918–1919-es rezsim belső nehézségeivel foglalkozik, korai bukásának fő okait sorakoztatja fel. Ez pedig Litván szerint nem más, mint a demokratikus kohézió gyengesége.

A Horthy-korszakkal a mű két rövidebb része foglalkozik, a kötet ezen egysége Litván György két, rövidebb írását foglalja magában. Az elsőben, *Irányzatok és viták a bécsi magyar emigrációban* cím alatt a szociáldemokrata emigrációnak a Horthy-rendszer ellen vívott csatáját mutatja be, konkrét példákon keresztül. Felvázolja a *Bécsi magyar újság*-nak, a Károlyi–Jászi-csoport lapjának tevékenységét, amely mint politikai mozgalom létezett egészen 1923-ig. Leírja, hogy a „nemzeti” és a „kommunizmus” vita megosztotta emigráció legjelentősebb gondolati és gyakorlati tényke-

déseit. A „hazatérés” motívuma, jelentésének változása az emigrációban levők disputájában folyamatosan központi szerepet kapott, hogy végül a kudarc és a széthullás ellenére legendává emelje Károlyi Mihályt és az emigráció „hazaárulóit”.

A magyar szociográfia: tudomány vagy politika alatt a szociográfia jelentőségét, történelmi politikai következményét vizsgálja a szerző, főleg Némedi Dénes munkásságát interpretálva, felsorolva a témában jeleskedő szociográfusokat.

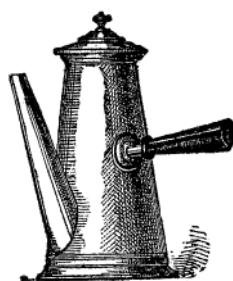
A harmadik, legkisebb szelete a könyvnek a *Sztálinizmus*. Az első tanulmány az átmeneti évek politikai gondolkodásával foglalkozik, kísérletet tesz annak összefoglalására, „hogyan látták az ország politikai helyzetét és közvetlen jövőjét az egypárti diktatúra kialakulásának kezdetén akikről... a viszonylag legnagyobb tisztánlátás feltételezhető...”. És, hogy kik voltak ők? Csécsy Imre, Bóhm Vilmos, Bibó István. Az ő munkásságukról kapunk rövid leírást e tanulmányban. Ezt a „*Mi kommunisták különös emberek vagyunk*” A *sztaálinizmus lélektana* követi, ez egy, a Bibó

István Szakkollégiumban tartott előadása volt, ahol a sztálinizmus ideológiájára és annak pszichológiájára helyezte a hangsúlyt. Ez, ahogy a *Kollektív elfojtás – totális rendszerek* is (szintén egy előadásának írásba foglalása), inkább csak kísérlet, mint tudományos elemzés, a szerző ismerkedése a pszichoanalízissel, azonban mindenképpen említésre méltó. A *Nagy Imre csoport, Az 1956-os magyar forradalom eszméi és irányzatai* és a *Mitoszok és legendák 1956-ról* rövid terjedelmű írásaival fejeződik be e kötet. Ezekből kiderül, Litván György mint történész és mint „’56-os” hogyan viszonyul az 1956 forradalmi eseményeihez.

A kötet méltó emléket állít Litván Györgynek, aki tisztánlátásával, történelmi kutatásainak nagyszerű eredményeivel operálva egyike volt azoknak, akik korhűen érkeztek a 20. század első felének magyar politikai eseményeiről, prominens alakjairól. (Litván György): *Magyar gondolat – Szabad gondolat. Budapest: Osiris Kiadó, 2008*)

Takács Izolda

PhD-aspiráns, egyetemi oktató
PTE Politikai Tanulmányok Tanszéke



Helyreigazítás • Előző havi számunkban Pataki Ferenc vitairatának címében, valamint a tartalomjegyzékben a *Vásárhelyi* helyett a *Várkonyi* Boldizsár név szerepelt. Vásárhelyi tanár úr és az Olvasók elnézését kéri – A Szerkesztőség

CONTENTS

Study

Róbert Szabó: Subrahmanyan Chandrasekhar's Centenary	1162
László Kovács: Henry Cavendish – The Most Notable English Scientist of the 18 th Century	1168
János Podani: Evolution, Phylogenetic Tree, and Classification	1179
Ferenc Uher: From the Mesenchymal Stem Cells to Activated Fibroblasts – Genetic Fingerprints of a Rapidly Changing Cell	1193
Gábor Szabó: Probability and Relative Frequency	1197
Iván Berend T.: Between Two Crises: The Transformation of Europe, 1973–2010	1208
Ferenc Miszlitz: Rethinking 1989	1215
Mihály Makai: Pillars of Science	1226
Edit Tasnádi: Ignác Kúnos was Born 150 Years Ago	1235
László Szerb – Zoltan J. Acs: Entrepreneurship in the World and in Hungary Based on the Global Entrepreneurship Index	1238
Tibor Vámos: On Science in Technology	1252

Interview

Free Digital Mind, Or Sand in the Machinery? Júlia Sipos' interview with Albert-László Barabási	1257
--	------

Obituary

Kálmán Kulcsár	1261
----------------------	------

Academy Affairs

The New Members of the Hungarian Academy of Sciences	
Ferenc Hudetz	1263
László Hunyady	1265
László Monostori	1267
Ferenc István Nagy	1269

Outlook (Júlia Gimes)	1272
-----------------------------	------

Book Review (Júlia Sipos)	1276
---------------------------------	------

Ajánlás a szerzőknek

1. A Magyar Tudomány elsősorban a tudomány-területek 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 témaösszefoglaló, magas szintű ismeretterjesztő, illetve egy-egy tudományterület újabb eredményeit bemutató tanulmányokat; a társadalmi élet tudományokkal kapcsolatos eseményeiről szóló beszámolókat, tudománypolitikai elemzéseket és szakmai szempontú könyvismertetéseket, de lapunk nem szakfolyóirat, ezért a szerzőktől közérthető, egy-egy tudományterület szaknyelvét mellőző cikkeket várunk.

2. A kézirat terjedelme szöveges tanulmányok esetében általában nem haladhatja meg a 30 000 leütést (ez szóközökkel együtt kb. 8 oldalnak felel meg az MT füzetekben), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat is tartalmaz, kérjük, ezek várható felületével csökkentse a szöveg mennyiségét. Beszámolók, recenziók terjedelme ne haladja meg a 7–8000 leütést. A teljes kéziratot MS Word .doc vagy .rtf formátumban interneten vagy mágneslemezen (CD-n) és 1 kinyomtatott példányban kell a szerkesztőségbe beküldeni.

3. Legfeljebb 10 magyar kulcsszót és a közlemények címének angol fordítását külön oldalon kérjük. A tanulmány címe után a szerző(k) nevét, tudományos fokozatát, a munkahely(ek) pontos megnevezését, és ha közölni kívánja(ják), e-mail címét(eit) 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 (*italic*), (esetleg félkövér – **semibold**) formázás alkalmazható; r i t k í t á s, VERZÁL, KISKAPITÁLIS (SMALL CAPITALS, KAPITÄLCHEN) és aláhúzás nem. A jegyzeteket lábjegyzetként kérjük megadni.

5. A képek, ábrák érkezhetnek papíron, lemezen vagy e-mail útján. Kérjük a szerzőket: tartsák szem előtt, hogy a folyóirat fekete-fehér; formátuma B5 – tehát ne használjanak színeket, és vegyék figyelembe a megjelenő oldalak méreteit. Általában: az ábrák és magyarázataik legyenek egysze-

rűek, áttekinthetők. A lemezen vagy e-mailben érkező képeket lehetőleg .tif vagy .jpg formátumban kérjük; fekete-fehérben, min. 150 dpi felbontással, és nagyságuk ne haladja meg a végleges (vagy annak szánt) méreteket. A közlemény szövegében tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

6. A hivatkozásokat mindig a közlemény végén, ábécé-sorrendben adjuk meg, a lábjegyzetekben legfeljebb utalások lehetnek az irodalomjegyzékre. Irodalmi hivatkozások a szövegben: (szerző, megjelenés éve – Balogh, 1957; Feuer et al., 2002). Ha azonos szerző(k)tól ugyanazon évben több tanulmányra hivatkoznak, akkor a közleményeket az évszám után írt a, b, c jelekkel kérjük megkülönböztetni mind a szövegben, mind az irodalomjegyzékben. Különösen ügyeljenek a bibliográfiai adatoknak a szövegben, ill. az irodalomjegyzékben való egyeztetésére! Kérjük: csak olyan és annyi hivatkozást írjanak, amilyen és amennyi elősegíti a megértést. Számuk ne haladja meg a 10–15-öt.

7. Az irodalomjegyzéket ábécé-sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

- Folyóiratcikkek esetében: Feuer, Michael J. – Towne, L. – Shavelson, R. J. et al. (2002): Scientific Culture and Educational Research. The Educational Researcher. 31, 8, 4–14.

- Könyvek esetében: Rokkan, Stein – Urwin, D. W. – Smith, J. (eds.) (1982): The Politics of Territorial Identity: Studies in European Regionalism. Sage, London

- Tanulmánygyűjtemények esetében: Halász Gábor – Kovács Katalin (2002): Az OECD tevékenysége az oktatás területén. In: Bábosik István – Kárpáthi Andrea (szerk.): Összehasonlító pedagógia – A nevelés és oktatás nemzetközi perspektívái. Books in Print, Budapest

8. Havi folyóirat lévén a Magyar Tudomány kefelevonatokat nem küld, de még az elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát. A tördelés során szükséges apró változtatásokat a szerző időpont-egyeztetés után a szerkesztőségben ellenőrizheti.

9. A cikkeket a lap internetes oldalán, s az időszakos CD-mellékleten is megjelentetjük. Kérjük, jelezzék, ha ehhez nem járulnak hozzá.