

Magyar Tudomány

SZÁZ ÉVES
AZ ÁLTALÁNOS RELATIVITÁSELMÉLET
vendégszerkesztő: Szabados László

Mit öröklünk, és mit nem?
Szövegbányászat, adatbányászat
A keleti nyitás logisztikai adottságai
Az MTA 186. Közgyűlése

2015•6

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FOLYÓIRATA. ALAPÍTÁS ÉVE: 1840
176. ÉVFOLYAM – 2015/6. SZÁM

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Felelős szerkesztő:

ELEK LÁSZLÓ

Olvasószerkesztő:

MAJOROS KLÁRA, SELEANU MAGDALÉNA

Szerkesztőbizottság:

BENCZE GYULA, BOZÓ LÁSZLÓ, CSÁSZÁR ÁKOS, HAMZA GÁBOR,

KOVÁCS FERENC, LUDASSY MÁRIA, SOLYMOSSI FRIGYES,

SPÁT ANDRÁS, SZEGEDY-MASZÁK MIHÁLY, VAMOS TIBOR

A lapot készítették:

GIMES JÚLIA, HALMOS TAMÁS, HOLLÓ VIRÁG, MAKOVECZ BENJAMIN MATSKÁSI ISTVÁN,

PERECZ LÁSZLÓ, SIPOS JÚLIA, SZABADOS LÁSZLÓ, F. TÓTH TIBOR, ZIMMERMANN JUDIT

Szerkesztőség:

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

matud@helka.iif.hu • www.matud.iif.hu

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. Hírlap Igazgatóság, Postacím: 1900 Budapest.

Előfizethető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél.

Megrendelhető: e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu • telefonon: 06-80/444-444

Előfizetési díj egy évre: 11 040 Ft

Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők

Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

Nyomdai munkák: Korrekt Nyomdai Kft.

Felelős vezető: Barkó Imre

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

HU ISSN 0025 0325

TARTALOM

Száz éves az általános relativitáselmélet

Vendégszerkesztő: Szabados László

Patkós András: Egy klasszikus tökéletességű természettörvény centenáriuma 642

Illy József: Az általános relativitáselmélet megszületése 646

Szabados B. László: Száz éves az általános relativitáselmélet 660

Tanulmány

Falus András: Mit öröklünk, és mit nem? Perspektíva és realitás. 674

Holl András: Szövegbányászat, adatbányászat, ismeretfeltárás.

Új lehetőségek a tudományos kommunikációban. 680

Kapronczay Károly: Az MTA Orvostörténeti Bizottságának története 686

Reményi Károly: A szén-dioxid-adó torzító hatása az energetikában 694

Bakonyi Imre: Néhány javaslat az MTMT lehetőségeinek hatékonyabb kihasználására. 703

Erdősi Ferenc: A keleti nyitás logisztikai adottságai 710

Varga Attila – Erdős Katalin: A magyar idegtudomány nemzetközi beágyazottsága 721

Interjú

„Steve” és a maiak • Somogyi Péterrel, a Kuffler Kutatási Alapítvány alapítójával

Sipos Júlia beszélget 732

Tudós fórum

Közyűlés • Lovász László elnöki megnyitó beszéde 738

Kitüntetések az MTA 186. Közyűlésén 741

Lovász László elnöki beszámolója 743

Török Ádám: 2014 derekas év volt. Beszámoló az MTA kutatóhálózatának teljesítményéről 750

Kitekintés (Gimes Júlia) 752

Könyvszemle (Sipos Júlia)

Talentumok az „intelligens hálóban” (*Péntek János*) 755

Változatok az emlékezésre (*Percz László*) 757

A közvetítő szervezetek rögzös útján (*Hrubos Ildikó*) 760

Pszicholingvisztika I–II. (*Forgács Bálint*) 763

Marx lábnyomai (*Rathmann János*) 765

Száz éves az általános relativitáselmélet

EGY KLASSZIKUS TÖKÉLETESSÉGŰ TERMÉSZETTÖRVÉNY CENTENÁRIUMA

Patkós András

az MTA rendes tagja, professzor emeritus,
Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Fizikai Intézete
patkos@galaxy.elte.hu

Az alapvető kölcsönhatások körében elsőként a gravitációs erőhatást ismerte fel a modern fizika. *Isaac Newton*nak a XVII. században megfogalmazott általános tömegvonzási törvénye volt a mintája az elektromos töltések közötti erőhatás Coulomb-törvényének a XVIII. században, majd az ebben kifejeződő irányfüggetlen, sugárirányú hatást fogalmazta újra *Jukava Hideki* (Hideki Yukawa) a XX. században az atommag alkotórészei közötti kölcsönhatás véges hatótávolságú törvényében is. A gravitációs kölcsönhatás ugyanakkor az utolsó az alapvető kölcsönhatások közül, amelynek nem ismerjük kvantumfizikai hatásait.

A gravitációs kölcsönhatás intenzitása a leggyengébb az ismert négy alapvető kölcsönhatás közül, ám az egyetlen, amelynek jelenlétét folyamatosan érezzük (ha nem is éljük olyan drámai formában át, ahogyan azt Madách Imre vagy François Villon kifejezte).

Ennek egyszerű oka, hogy a nehézségi erő nem árnyékolható, szemben az elektromos töltés Coulomb-erőjével. A tömegvonzás minél nagyobb távolságtól fejt ki hatását, annál nagyobb tartományból akkumulálja az abban elhelyezkedő anyag gravitációs hatását. A folyamatosan növelt méret végül elér egy értéket, amelyen túl a gravitációs erő felülmúlja a tartományt kitöltő anyag nyomását.

A XX. század elején felismert Jeans-instabilitás a kiindulópontja a kozmikus struktúra-képződés megértésének. Newton és *Richard Bentley* levelezése, *Pierre-Simon Laplace*-nak a „sötét csillag” (a fekete lyuk) létét felvető számítása, *Robert Oppenheimer* és *George Volkoff* csillagegyenlete, *Subrahmanyan Chandrasekhar*nak a csillagok gravitációs összeomlását tárgyaló elmélete és a sötét anyag hipotetikus elemi részecskéi alkotta újfajta „sötét csillag” ideája mind azt bizonyítják, hogy a gravitációnak az anyag mozgására, illetve stabilan

állandósult állapotú csillagászati képződmények kialakulására gyakorolt hatása a modern tudomány története során egy pillanatra sem hagyta, és a ma sem hagyja nyugodni a kutatók fantáziáját.

A gravitációs kölcsönhatásról való gondolkodásunknak éppen egy évszázada *Albert Einstein* általánosított relativitáselmélete adja a keretét. Ezt az elméletet annak az elektrodinamika példáját követni igyekvő próbálkozásnak a kudarca szülte, amely a gravitáció newtoni megfogalmazását igyekezett a speciális relativitás elméletével összhangba hozni (Einstein, 1971, 2005). *James Clerk Maxwell* elmélete az egységes téridő Minkowski-geometrija nyelvén megfogalmazva különlegesen egyszerű, természetes szépségű alakot ölt. Einstein és számos kiváló kortársa (köztük *Max Abraham* és *Hendrik Lorentz*) az elektrodinamikai négykomponensű potenciál egyenleteihez hasonló általánosító megfogalmazásra törekedtek, ám kudarcot vallottak a gravitációs Laplace-potenciál esetében.

Az új elmélet megteremtésének arkhimédeszi fix pontját, amint azt Einstein számos írásában hangsúlyozza, az ekvivalenciaelv felismerése jelentette: „Homogén gravitációs térben minden mozgás úgy megy végbe, mintha egyenletesen gyorsuló koordináta-rendszerben gravitáció hiányában történnék a mozgás.” A felismerés ráébresztette, hogy túl kell lépnie az egymáshoz képest egyenes vonalú mozgást végző rendszerek fizikájának változatlanosságát megfogalmazó speciális relativitási elméleten. E felismerésnek alapját a testekre ható súlyerővel meghatározott tömegnek a tetszőleges erőhatással szembeni „ellenállás” mértékét adó rehetetlen tömeggel való egyenlősége adja. A speciális relativitáselmélet megalkotását (1905) követő évtized történéseit, a tudományos közösség

nagy alakjai közötti kommunikáció részleteivel mutatja be *Illy József* cikke. Benne kiemelt helyen szerepel Einstein értékelése *Eötvös Loránd* tudománytörténeti fontosságú mérés-sorozatáról, amellyel a súlyos és a tehetetlen tömeg egyenlőségét ellenőrizte.

Az évtizedes elméletkeresési erőfeszítés eredménye az 1915-ben publikált egyszerű egyenletrendszer, amely kimondja a téridő geometriáját jellemző lokális mennyiségek és az anyagot lokálisan jellemző energia-impulzus sűrűségi és áramlási adatok arányosságát. Newton gravitációs állandójának a kétfajta mennyiség közötti átszámítási állandó szerepe jutott. Az anyag és a téridő elválaszthatatlanságának megfogalmazása kvantitatív természettörvényként Newton gravitációs törvényének minden következményét egyszerűen reprodukálja.

Az elmélet közzététele előtt Einstein két évet azzal töltött, hogy megkeresse azokat a mérhető hatásokat, amelyekben a newtoni gravitációs erőtvény alkalmazásaitól eltérő eredményre vagy éppenséggel új jelenség előrejelzésére jut. Az általa talált három hatás közül kettő, nevezetesen a fény útjának lencsehatással bekövetkező megváltozása a nagy tömegű égitestek közelében haladó pályáján és a gravitációs tér nagy tömegű forrásai tartományában keletkező fény frekvenciájának csökkenése (vöröseltolódása) a gravitációs potenciálból való kilépés során végzett munka eredményeként az elméletet igazoló kuriózumból az extragalaktikus csillagászat nélkülözhetetlen kutatási módszerévé lett. *Szabados B. László* az elmélet szerkezetének alapos ismertetését követően számos további jelenséget mutat be, amelyek nagy pontosságú asztrofizikai megfigyelésekkel az einsteini gravitációs elmélet ellenőrzését adják. Közismert, hogy a globális helymeghatározás

rendszerének működtetése során a rendszer műholdas elemei közötti időszinkronizációhoz figyelembe kell venni a Föld téridő-tartományának eltérését a Minkowski-geometriától. A cikk nem titkolja, sőt rendszerezetten felsorolja az elmélet lezáratlan kérdésköreit. Két vonatkozást emelek ki a Szabados által felsoroltakból, amelyeket – talán szubjektíven – az elmélet továbbfejlesztése szempontjából meghatározó fontosságúnak látok.

A kvantumgravitáció hiányzó elmélete számos elméletépítő próbálkozásra ösztönözte a fizikusokat. Az elképzelések spektrumának egyik szélén azok állnak, akik szerint a gravitáció ún. entropikus erőhatás, amelyet nem lehet mikroszkopikus erőterkvantumoknak (gravitonok) cseréjére visszavezetni, hanem a makroszkopikus rendszer (ez esetben a térbeli tömegeloszlás) viselkedésének azon tendenciájából fakad, amely a rendezetlenség fokát maximalizáló konfiguráció irányába hajtja a rendszert. Az ilyen természetű erőhatások közül a legismertebb a polimerláncok gomolyaggá tekeredését eredményező hatás, amely a lineáris lánckonfigurációhoz képest jóval rendezetlenebb (nagyobb entrópiájú). Erik Verlinde a gravitáció entropikus erőként történő értelmezésére vonatkozó javaslatát (Verlinde, 2011) arra a felismerésre építette, amely szerint az általános relativitás Einstein-egyenletei levezethetők – a téridő geometriáját jellemző mennyiségek termodinamikai megfontolását követően – a rájuk kirótt termodinamikai főtételekből és az ekvivalencia-elvből (Jacobson, 1995; Padmanabhan, 2005). Ez a megközelítés, amely a gravitációs kölcsönhatás fellépését kizárólag makroszkopikus tartományokra korlátozza, a fekete lyukakra kidolgozott termodinamikai jellemzés (Bekenstein, 1973; Hawking, 1976) általánosítása. Egyben elveti a kvantumgravitáció kidol-

gozása programjának értelmét, csakúgy, ahogy a kvantumtermodinamika is önellentmondó, értelmetlen fogalom.

Az előzővel felel az a kutatási irányzat, amely szerint a gravitációs kölcsönhatás kvantum szintje létezik, és a többi klasszikus térelmélet (pl. a kvantum-elektrodinamika) kvantum változatának konstrukciójához hasonlóan kell megalkotni. Az egységes elektromágneses kölcsönhatási elmélet meg az erős kölcsönhatási elmélet az elektromos töltés, illetve az erős csatolási állandó kis értékeire (az ún. *gyenge csatolási határesetben*) megbízhatóan tárgyalható. A gravitáció erősségét jellemző Newton-állandó a nagy energiák felé haladva növekszik, de elképzelhető, hogy az ún. *aszimptotikus biztonság* (Weinberg, 1979) elvét megvalósítva növekedése lelassul, és az ultraibolya hullámhossztartomány egy pontjában a növekedés le is áll, azaz a gravitáció erősségét jellemző mennyiség nagy energián egy véges értékhez tart. A kutatások mai állása szerint ebben a tartományban az Einstein-egyenleteket a téridő-geometriát jellemző további tagok egészítik ki, amelyek hatása a ma kísérletileg hozzáférhető (makroszkopikus) mérettartományban elhanyagolható.

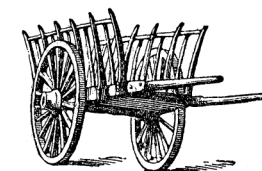
A kvantumgravitáció megalkotásának nehézsége, esetleges lehetetlensége, kiemeli Einstein százéves elméletének robusztusságát, amellyel ellenáll bármilyen irányú kiterjesztésnek, módosításnak. Ez a sajátossága megkülönbözteti a többi elemi kölcsönhatási törvénynek a kvantumszintű egységesülés felé haladó történetétől. Klasszikus nyugalmú kőszikla a kvantumhatások nyughatatlan óceánjában.

Kulcsszavak: *Albert Einstein, relativitáselmélet, tudománytörténet, gravitációs kölcsönhatás, kvantumgravitáció*

IRODALOM

- Bekenstein, Jacob (1973): Black Holes and Entropy. *Physical Review*. D7, 2333–2346. DOI: 10.1103/PhysRevD.7.2333 • http://www.itp.uni-hannover.de/~giulini/papers/BlackHoleSeminar/Bekenstein_PRD7_1973.pdf
- Einstein, Albert (1971): *Válogatott tanulmányok* (vál., szerk. Törös Róbert, ford. Nagy Imre) Gondolat, Budapest
- Einstein, Albert (2005): Válogatott írásai (vál., szerk. Székely László, ford. Gerner József, Nagy Imre, Szécsi Ferenc) Typotex, Budapest
- Hawking, Stephen W. (1976): Black Holes and Thermodynamics. *Physical Review*. D13, 191–197. DOI: 10.1103/PhysRevD.13.191 • <http://dieumsnh.qfb.umich.mx/archivoshistoricosmq/ModernaHist/Hawking.pdf>

- Jacobson, Ted (1995): Thermodynamics of Spacetime: The Einstein Equation of State. *Physical Review Letters*. 75, 1260 DOI: 10.1103/PhysRevLett.75.1260 • <http://arxiv.org/pdf/gr-qc/9504004v2.pdf>
- Padmanabhan, Thanu (2005): Gravity and the Thermodynamics of Horizons. *Physics Reports*. 406, 2, 49–126. DOI: 10.1016/j.physrep.2004.10.003 • <http://arxiv.org/pdf/gr-qc/0311036.pdf>
- Verlinde, Erik (2011): On the Origin of Gravity and the Laws of Newton. *Journal of High Energy Physics*. 4, 29, DOI: 10.1007/JHEP04(2011)029 • <http://arxiv.org/pdf/1001.0785v1.pdf>
- Weinberg, Steven (1979): *Ultraviolet divergences in quantum theories of gravitation*. In: Hawking, Stephen – Israel, Werner (eds.): *General Relativity: An Einstein Centenary Survey*. Cambridge University Press. 790–831.



AZ ÁLTALÁNOS RELATIVITÁSELMÉLET MEGSZÜLETÉSE*

Illy József

Einstein Papers Project
California Institute of Technology, Pasadena, USA
illy.jozsef@upcmail.hu

„...csak az tudhatja, mit jelent évekig sötétben,
sejtések közt kutatni, feszült várakozással,
a bizakodás és a csalódás váltakozásával,
és végül az igazság feltárlásával,
aki maga is átélte.”
Albert Einstein

1914. december 1-én nagy összefoglaló cikk jelent meg *Max Abraham* tollából *Újabb gravitációelméletek* címmel (Abraham, 1914). Az elméleteket a gravitációs potenciál vektoriális, skaláris és tenzoriális mivolta szerint csoportosította. A vektoriális elméletek az elektrodinamikát tekintették modellnek, és *Hendrik A. Lorentz*hez hasonlóan az elektronelmélet felől közelítettek a gravitáció elméletéhez. A második csoportba Abraham két elméletét, *Gunnar Nordström* két elméletét és *Gustav Mie*, valamint *Erich Kretschmann* elméletét sorolta. A harmadik csoportot egyetlen szerző, *Albert Einstein* két elmélete alkotta. A gravitáció problémája „a levegőben lógott.”

* A téma legteljesebb földolgozása a négykötetes *The Genesis of General Relativity. Sources and Interpretations* (Renn, 2007), amelynek fejezeteit az Einstein-kutatás legnevesebb szakértői, Michel Janssen, John Norton, Jürgen Renn, Tilman Sauer és John Stachel írták. Magyarul lásd Vlagyimir P. Vizgin monográfiáját: *A modern gravitációelmélet kialakulása* (Vizgin, 1989).

A kezdet

„Amikor 1905-ben a speciális relativitáselmélet kimondta az összes ún. *inerciarendszer* egyenrangúságát a természettörvények leírásában – emlékezett vissza Einstein 1933-ban –, nagyon természetesen merült föl a kérdés: nem áll-e fönn a koordináta-rendszerek még átfogóbb egyenrangúsága. [...] Természetesen ismertem Mach álláspontját, amely szerint elképzelhető, hogy a tehetetlenség nem annyira az önmagában vett gyorsulással, mint inkább a világegyetem többi testéhez viszonyított gyorsulással szembeni ellenállás. Ez a gondolat elbűvölt ugyan, de új elmülethez semmilyen használható alapot sem szolgáltatott.” (Einstein, 1934, 249–250)

Johannes Stark 1907-ben felkérte Einsteint egy összefoglaló cikk megírására. „Amikor összegezni akartam a speciális relativitáselmélet eredményeit, [...] rájöttem – emlékezett vissza Einstein 1922-ben –, hogy míg a természet minden jelenségét lehet tárgyalni a speciális relativitáselmélettel, az egyetemes gravitáció törvényére nem lehet alkalmazni az elméletet. [...] a legnyugtalanítóbb a speciális relativitáselméletben az volt, hogy bár az elmélet szépen megmutatta a tehetetlenség és az energia kapcsolatát, a tehetetlen-

ség és a súly kapcsolata, azaz a gravitációs erőter energiája teljesen tisztázatlan maradt. Úgy éreztem, hogy a magyarázatot talán meg sem lehet találni a speciális relativitáselméleten belül.

Ültem a székemben a berni Szabadalmi Hivatalban, amikor váratlanul belém hasított a gondolat: ha valaki szabadon esik, nem fogja érezni a saját súlyát. [...] [ezt] úgy magyarázhatjuk, hogy ez másik, új gravitációs erőternek tulajdonítható, amely ellensúlyozza a Föld gravitációs erőterét, más szóval a gyorsuló rendszer új gravitációs erőteret teremti.” (Einstein, 1923)

A Starknak írt cikk utolsó fejezete elárulja, meddig jutott (Einstein, 1907).

Két koordináta-rendszert tekint: az egyik gyorsulva mozog gravitáció nélküli térben, a másik nyugszik, de homogén gravitációs erőterben. Mivel az első esetben a testek tehetetlensége szabja meg viselkedésüket, a másodikban pedig a testek súlya, és mivel a testek tehetetlen és súlyos tömege arányos egymással, nem tudunk különbséget tenni a két rendszer között, egymással egyenrangúak. Ezt Einstein majd 1912-ben *ekvivalenciaelvnek* fogja nevezni. A továbbiakban megmutatja, hogy gravitációs erőterben az órák lelassulnak, tehát a fény hullámhossza megnő (vöröseltolódás), és a fénysugár elhajlik a gravitáló tömeg felé.

A tehetetlen és a súlyos tömeg arányosságát *Eötvös Loránd* bizonyította be kísérletileg, még 1889-ben (Eötvös, 1893). „Abban, hogy a törvény szigorúan érvényes, komolyan nem kételkedtem, bár nem tudtam Eötvös azon finom kísérleteiről, amelyekről, ha jól emlékszem, csak később szereztem tudomást” – írta Einstein 1933-ban (Einstein, 1934, 251.).

Egy kicsit azonban mégis kételkednie kellett. 1912-ben a következő javaslattal for-

dult *Wilhelm Wien*hez: „Ha föltételezzük, hogy az ólom tehetetlen tömege annnyival kisebb a (urán tömege – [mínusz, I. J.] a képződő hélium tömege) különbségnél, amennyi az urán energiájából képződő a-sugárzás mozgási energiája, de a súlyos tömeg egyensúlyban marad, akkor egy urán- és egy ólom- inga relatív lengésideje különbségének ugyanazon nehézségi erőterben kb. 2×10^{-4} -nek kellene lennie, amit könnyen ki lehetne mutatni. [...] Ha be lehetne bizonyítani, hogy a $T_{urán}$ és $T_{ólm}$ lengési idő relatív különbsége nem haladja meg a 10^{-8} -t, akkor a tehetetlen és a súlyos tömeg arányossága kellően be lenne bizonyítva. Mit gondol, lehetne ilyen nagy kísérleti pontosságot elérni? Akárhogy is, ez nagyon fontos volna” (Einstein, 1912d).

Az aláírás után jutott eszébe egy érzékenyebb módszer, amit utóiratban részletezett. A Föld forgása révén fellépő centrifugális erő a testek tehetetlen tömegével arányos, súlyuk pedig súlyos tömegükkel. Függesszünk föl egy urántestet és egy ólomtestet egy rúd két végére. Ha súlyos tömegük nem volna egyenlő tehetetlen tömegükkel, forgatónyomaték lépne föl, amely 180 fokos elfordítás után ellenkező irányúvá válna. „Talán lenne olyan kedves – fejezi be Einstein az utóiratot –, hogy ezt az egyszerű kísérletet végrehajtja, amelynek *experimentum crucis* jelentősége lenne.”

Ebből tényleg az látható, hogy nem tudott Eötvös méréseiről, máskülönben nem találta volna föl újra az Eötvös-ingát több mint húsz évvel Eötvös után (Illy, 1989a). Arról sem tudhatott, hogy ugyancsak urán- és ólom- ingával *Leonard Southern*s már 1910-ben elvégezte ezt az összehasonlítást, és azt találta, hogy a két anyag tehetetlen és súlyos tömege arányainak különbsége nem nagyobb, mint 2×10^{-5} (Southern, 1910).

Wien válaszát nem ismerjük, de bizonyára fölvilágosította Einsteint arról, hogy Eötvös megelőzte, mivel Einstein 1913-ban, Grossmannal írt cikkében már így ír: „Hogy a tehetetlen és a súlyos tömeg arányosságának törvénye legalább is rendkívüli pontossággal érvényes, Eötvös alapvető fontosságú kutatásából tudjuk” (Einstein – Grossmann, 1914a).

Közben ezt a kérdést megvitatta *Paul Langevin* is. „Langevin úr szóban arra hívta föl a figyelmet, hogy ellentmondásba keveredünk a tapasztalattal e föltevés [a tehetetlen és a súlyos tömeg egyenrangúsága – I. J.] nélkül. Mivel a radioaktív bomlásnál nagy energiameennyiség szabadul fel, az anyag súlyos tömegének is csökkennie kell. Ha a súlyos tömeg nem csökkenne arányosan, akkor a különféle elemekből álló testek nehézségi gyorsulásának ugyanazon nehézségi erőterében megfigyelhetően eltérőnek kellene lennie” (Einstein, 1912c).

Einstein megpróbálkozott azzal, hogy a gravitációt a speciális relativitáselméleten belül tárgyalja. Meghagyta a gravitációs erőterét Laplace-féle skaláris potenciálját, és a Poisson-egyenletet olyan idő szerinti differenciálhányaddal egészítette ki, amely kielégítette volna a speciális elmélet követelményeit. Elképzelése szerint a teljes fizikai erőteret skaláris erőterből (gravitáció) és vektortérből (elektromágnesség) tevődött volna össze. Az anyagi pont mozgásegyenleteinek felállításánál azonban nehézségbe ütközött: az energia tehetetlensége miatt a test tehetetlen tömegének függenie kellett volna a gravitációs potenciáltól. A klasszikus mechanika szerint a test gyorsulása vertikális gravitációs erőterben nem függ sebességének vízszintes komponensétől, „az általam kidolgozott elmélet szerint pedig – írja – az esés gyorsulása függött volna a vízszintes sebességtől. Ez ellentmondott

annak a jól ismert ténynek, hogy gravitációs erőterben minden test egyenlő gyorsulással esik” (Einstein, 1934, 261.).

E nehézségek láttán Einstein elállt attól a szándékától, hogy a gravitációt a speciális elméleten belül tárgyalja. Az általánosított elmélet e „nulladik” változatáról csupán idézett szavai tanúskodnak, nem publikált róluk semmit. Feltehetően 1907 tavaszától december végéig dolgozott ezen az ötleten.

A sztatikus elmélet

1911 elején váratlan hír jelent meg a svájci sajtóban: Ferenc József császár kinevezte Einsteint a prágai Német Egyetem elméletifizika-professzorává (Illy, 1979). Ez volt élete első professzori állása. A Prágában 1911. március végétől 1912. július végéig eltöltött másfél év alatt írt kilenc cikk és előadás közül hat a gravitáció elméletével foglalkozik.

Az elsőben (Einstein, 1911) a gravitációs erőternek a fény terjedésére gyakorolt hatását vizsgálja. Már 1907-ben megmutatta ugyan, hogy a gravitációs potenciál úgy befolyásolja a fény terjedését, hogy a gravitációs erőterrel nem párhuzamosan terjedő fénysugár elhajlik, de ennek kimutatását akkor még reménytelennek tartotta. Most viszont eszébe ötlött, hogy ha nem a Föld nehézségi erőterét használnánk a fényelhajlás kimutatására, hanem a Napét, a kísérlet pozitív eredménnyel kecsegtetne. Ha ugyanis megfigyelnénk napfogyatkozáskor a Nap korongjához közeli, fényes csillagok állását, majd ugyanezen csillagokét, amikor éjjel láthatók, kimérhetnénk, van-e különbség a két kép között. Ha van, annak az az oka, hogy a Napot súroló fénysugarak elhajlottak a Nap felé, tehát látszólagos helyzetük eltávolodott a Naptól. Számításai szerint ennek az elhajlásnak 0,87 szög másodpercnek kellene lennie.

Ezután fél éves szünet következett, amelynek Max Abraham cikkei vetettek véget. Abraham skaláris gravitációelméletet dolgozott ki (Abraham, 1912a,b), amely ugyan a speciális relativitáselmélet Minkowski-féle négydimenziós formalizmusát használta, de megengedte, hogy a fény sebessége függjön a gravitációs potenciáltól. Nagy érdeme, hogy bevezette a gravitációs erőter energia-impulzus tenzorát, magyarázta a Merkúr keringésében fellépő anomáliát (igaz, csak a harmadát), megjósolta, akárcsak Einstein, a fényelhajlást és a vöröseltolódást, sőt elsőként következett a gravitációs hullám létezésére és arra, hogy fénysebességgel kell terjednie.

Einstein fölvette a kesztyűt, és 1912 februárjában kidolgozott egy elméletet (Einstein, 1912a), amelyet azonban sztatikus gravitációs erőterre korlátozott, mivel a relativitáselmélet tetszőleges erőterre való kiterjesztését szinte kilátástalannak ítélte. Az elmélet lényege, hogy megteremti a klasszikus Poisson-egyenlet analogonját, amelyben a potenciál szerepét a fénysebesség játssza, valamint, hogy a homogén gravitációs erőterben mozgó anyagi pont mozgásegyenletéből kiindulva állítja föl a tetszőleges sztatikus erőternek megfelelő egyenleteket.

Következő cikkében levezette a sztatikus nehézségi erőterben érvényes Maxwell-egyenleteket és az alapvető elektrodinamikai összefüggéseket (Einstein, 1912b). Ezzel a második elméletével sem volt elégedett: belátta, hogy a gravitációs erőter egyenletei ellentétben állnak a mozgásegyenletekkel. Súlyos döntésre kényszerült: meg kellett engednie, hogy az ekvivalenciaelv csak végtelen kis tartományban legyen érvényes.

Abraham kapva kapott ezen a visszavonuláson: „Az, aki, mint a szerző, ismételten figyelmeztetett ezen elmélet szirénéjére,

megelégedéssel üdvözli, hogy végre maga a szerzője is meggyőződött tarthatatlanságáról” (Abraham, 1912c). Hát igen: Einstein először lemondott a fénysebesség állandóságáról, a speciális relativitás egyik pilléréről, azután – az általánosítás ürügyén – a másodikról, a Lorentz-kovarianciáról, és most az általános kovarianciáról is.

Einstein válaszát az *Annalen der Physik* közvetlenül Abraham cikke után közölte. Válaszának lényege: „A jelenlegi relativitáselmélet [...] mindig meg fogja tartani azt a jelentőségét, hogy a legegyszerűbb elmélete a konstans gravitációs potenciál fontos határesetében lejátszódó téridőbeli eseményeknek” (Einstein, 1912c). A gravitációval felmerült problémák miatt nem elvetni kell, hanem továbbfejleszteni, mint ahogy a Brown-mozgás fölfedezése miatt sem kellett elvetni a termodinamikát és hidrodinamikát.

Abraham még egyszer visszavágott (Abraham, 1912d), de Einstein a maga részéről befejeztnak nyilvánította a vitát (Einstein, 1912f).

Eközben svájci barátai nem nyugodtak bele, hogy Prága megelőzte Zürichet a professzori szék felajánlásában, és elintézték, hogy Einsteint egyetemi tanárrá nevezzék ki a zürichi Szövetségi Műszaki Főiskolára (ahogyan 1911 óta alma materét, a Polytechnikumot nevezték).

A relativitáselmélet általánosításának eddigi kudarca vitathatatlanul matematikai tudása hiányosságainak volt tulajdonítható, így első dolga volt, hogy erről tegyen.

A „Vázlat”

A matematikától már egyetemi éveiben húzódozott. „Természettudományos érdeklődésem nagyobb volt a matematikainál [...] matematikai intuíción nem volt elég erős hozzá, hogy határozottan meg tudtam volna

különböztetni az alapvetően fontosat a többi, többé-kevésbé elhanyagolható tudásanyagtól” (Einstein, 1949, 14–15.). A négydimenziós tárgyalásmóddal csak lassan békélt meg. *Hermann Minkowski* első relativitáselméleti cikkének (Minkowski, 1908) olvastán így fakadt ki: „[...] ez a munka matematikai szempontból meglehetősen nagy kíváncsiságot támaszt az olvasóval szemben: mi nem tartjuk fölöslegesnek, hogy ezeket a fontos egyenleteket a továbbiakban [...] elemi úton vezessük le” (Einstein – Laub, 1908). A Prágában írt utolsó cikkében másik okot is találhatunk arra, hogy miért nem volt teljesen kibékülve a matematikával. „A gravitációt is fölölő relativitáselmélet egyenleteinek invariánsoknak kell lenniük a gyorsulással és a forgással szemben is. Az oda vezető út azonban nagyon rögzös [...] a téridő-koordináták elvesztik egyszerű fizikai jelentésüket” (Einstein, 1912c).

Mi a téridő-koordináták egyszerű fizikai jelentése? Az, hogy hossz- és időmérés eredményei. A hossz méréséhez merev mérőrúdra van szükségünk, az időméréshez szinkronizálható órákra. Miként lehet a merev test relativisztikus dinamikáját megalkotni? Ameddig csak egyenes, egyenes vonalú mozgásról van szó (azaz a speciális relativitáselméletéről), mindössze a Lorentz-kontrakciót kell figyelembe venni. Mihelyt azonban bármiféle gyorsulásról, például görbe vonalú mozgásról, forgásról, ellentmondásba ütközünk.

A probléma *Max Born* 1909-es előadásában merült föl (Born, 1910). Szerinte két pont véges távolságát ugyan nem lehet kifejezni koordinátakülönbséggként, de két végtelen közeli pontét már lehet, így „infinitezimális merevséget” lehet definiálni. Az előadás után Born, Einstein és *Arnold Sommerfeld* azon morfondírozott, hogy a merev testet a speciális relativitáselmélet szerint nem lehet egyen-

letes forgásba hozni: „Az egyenletesen forgó merev test nagyon fontosnak tűnik számomra, – írta Einstein *Sommerfeld*nek 1909. szeptember 29-én – azért, hogy ki tudjam terjeszteni a relativitási elvet egyenletesen forgó rendszerekre ahhoz hasonló gondolatmenettel, amelyet az egyenletesen gyorsuló mozgásnál alkalmaztam a *Jahrbuch für Radioaktivität und Elektronik*-ba írt cikkem utolsó fejezetében” (Einstein, 1907). Ugyanezen a napon nyújtott be *Paul Ehrenfest* egy cikket ugyanerről a témáról (Ehrenfest, 1909), és ebből megtudhatjuk, miért volt jelentős ez a kérdés Einstein számára. Tekintsünk egy tengelye körül forgó merev hengert. Ha úgy fogjuk föl, hogy koncentrikus körökben elhelyezkedő elemekből áll, minden ilyen körnek, így a kerületének is össze kell húzódnia a Lorentz-kontrakció miatt. A henger sugara viszont nem fog összehúzódni, mivel mozgása merőleges a hosszára. Ha pedig a sugár nem változik, nem változhat a kerület sem. Ezt az ellentmondást később Ehrenfest-paradoxonnak nevezték el.

Az 1909–1910-ben e témában kibontakozott vitában *Vladimir Varičák* abban látta a megoldás útját, hogy a Lorentz-kontrakciót látszólagosnak jelentette ki. *Waldemar von Ignatowsky* azt javasolta, hogy a testek igazi méretét a nyugalmi állapotukban végzett mérés eredményét kell elfogadni, máskülönben csak virtuális méretet kaphatunk. *Max Planck* a relativisztikus rugalmasságtan felépítésében látta a megoldásra vezető utat. *Theodor Kaluza* pedig észrevette, hogy Euklidész geometriájában rejlik a probléma gyökere, és a hiperbolikus (Bolyai–Lobacsevszkij-féle) geometriát javasolta megoldásként (Kaluza, 1910). A vitában rajtuk kívül részt vett többek között *Arnold Sommerfeld*, *Fritz Noether* és *Tullio Levi-Civita*.

A relativisztikus merev test meghatározásának csődje a Helmholtz-féle „gyakorlati geometria” csődje is volt, azé a felfogásé, amely, szemben az axiomatikus felfogással, a geometria végső előfeltételét a fizikai merev testek viselkedésében látta, s amellyel Einstein még egyetemi évei alatt megismerkedett.

Az Ehrenfest-paradoxont Einstein a következőképpen használta föl a relativitáselmélet általánosítására. Tekintsünk egy nyugvó vonatkoztatási rendszerben lévő korongot. Mérjük meg a kerületét egységnyi hosszú mérőrúddal. Ha a korongot forgásba hozzuk, a nyugvó megfigyelő számára a kör kerülete nagyobb lesz, mivel a Lorentz-kontrakció miatt az egységnyi mérőrúd rövidebb lesz, a sugara viszont változatlan marad, mivel a sugárirányban elhelyezett mérőrúd hossza nem változik, mert hosszára merőlegesen mozog. Így a korong kerületének és átmérőjének hányadosa nagyobb lesz, mint p. „Ezzel már bebizonyítottuk, hogy az euklidészi geometria törvényei nem lehetnek pontosan érvényesek a forgó korongon és így általában [az ekvivalenciaelv miatt – I. J.] gravitációs erőterben” (Einstein, 1917). A forgó korong közepére és peremére helyezett órák járása is különbözik egymástól, így nemcsak a hosszúság nem definiálható úgy, mint a speciális elméletben, de az idő sem.

Prágában történt, hogy hosszú sétáikon Einstein bevallotta matematikus kollégájának, *Georg Pick*nek azokat a matematikai nehézségeket, amelyekkel szembetalálta magát a relativitáselmélet általánosítása során. Már felismerte, hogy az elmélet matematikai problémái és *Carl Friedrich Gauss* görbület felületekre vonatkozó elmélete között hasonlóság áll fenn (Einstein, 1922, 535.). Ezzel az elmélettel már az egyetemen találkozott *Carl Geiser* előadásain, „amelyek a pedagógiai művészet

mesterművei voltak, és később sokat segítettek az általános relativitáselmélettel való küszködésem során” (Einstein, 1955 előtt, 11.). Pick már akkor javasolta, hogy a megfelelő eszköz *Gregorio Ricci-Curbastro* és *Tullio Levi-Civita* olasz matematikusok „abszolút differenciálkalkulusa” lenne (Frank, 1949, 103.).

Amint tehát Einstein visszatért Prágából Zürichbe, barátjához, *Marcel Grossmann*hoz fordult: „Grossmann, segíts, különben megbolondulok!” (Kollros, 1956, 27.). Grossmann ekkor már a Polytechnikum matematikaprofesszora volt, érdeklődési területe pedig a nem-euklidészi geometria, nem volt reménytelen tehát, hogy tud segíteni.

Grossmann már többször megmentette a bukástól. „Éppen azon tulajdonságoknak volt bővében, amelyekben én szűkölködtem: gyors felfogás és rendszeresség minden tekintetben. – írta Einstein – Nemcsak, hogy látogatta az összes előadást [...], hanem olyan kiválóan jegyzetelte is őket, hogy füzeteit, átgépelés után azonnal ki lehetett volna adni. A vizsgákra való felkészülésre kölcsönadta ezeket a füzeteit, amelyek a mentőövet jelentették számomra” (Einstein, 1956 előtt, 11.). Einstein mentségére szóljon, hogy az előadások helyett otthon azokat a fizikai műveket bújtta, amelyek túl frissek voltak ahhoz, hogy bevonuljanak a tananyagba.

Mivel Grossmann Budapesten született, helyénvaló, hogy életének e korai szakaszára kitérjek (Fehér – Hajdú, 1995; Graf, 2014; Lukács, 1979).

1868-ban Grossmann apja, Jules Grossmann ellátogatott Budapestre, és látva a Kiegyezés utáni gazdasági föllendülést, úgy határozott, hogy itt folytatja vállalkozását. Először vasüzletet nyitott, majd 1882-ben, társával megalapította az Első Magyar Gazdasági Gépgyárat a Külső Váci út 7. szám alatt.

Fia, Marcel, 1878. április 9-én született. Elemi iskoláit és a középiskola öt osztályát Budapesten végezte. A „Budapesti V. kerületi Állami Főreáliskola” (a Berzsényi Dániel Gimnázium egyik elődje a Markó utcában) évi értesítőiben 1889-től 1893-ig a II–V. osztályban található Grossmann (vagy Groszmann) Marcell, a jövőben egyetemi matematikatanár, mennyiségtanból következetesen hármast kapott, ami mindössze eggyel volt jobb, mint az akkori legrosszabb jegy, a négyes. Magyar nyelvből viszont szépen „feljött” a kis svájci: 1890-ben még csak hármast érdemelt, de 1893-ban már egyesre vizsgázott!

A család 1893-ban költözött vissza Zürichbe. Marcel Bázalban fejezte be a középiskolát, majd Zürichben, a Polytechnikumon, matematika–fizika szakos tanári diplomát szerzett évfolyamtársával, Einsteinnel együtt.

Grossmann a *Georg Riemann*, *Elwin Bruno Christoffel*, Ricci-Curbastro és Levi-Civita által kidolgozott ún. abszolút differenciálkalkulusban találta meg Einstein számára a megoldást, egyezően Pick javaslatával.

Einstein nekilátott, hogy megtanulja a részben Grossmann által általánosított tenzorszámítást. Ez irányban tett erőfeszítéseit az 1912 augusztusa körül megkezdett ún. *Zürichi jegyzetfüzet*ből követhetjük nyomon (Einstein, 1912e).

Az együttműködés eredményéről írt cikküket 1913. május 28. előtt fejezték be (Einstein – Grossmann, 1914a). Június 25. előtt jelent meg, először különlenyomatként, majd 1914. január 30-án a *Zeitschrift für Mathematik und Physik*ben. 1913. szeptember 9-én pedig előadták a Svájci Természetkutató Társaság évi közgyűlésén. Einstein a relativitáselmélet általánosításának fizikai szempontjait foglalta össze, Grossmann a matematikáját. Ez az elmélet, amelyet a cikk címének első szava

után *Vázlatnak* (*Entwurf*) neveznek, már minden lényeges jegyében hasonlít a két év múlva megjelenő végleges elmülethez: matematikája az abszolút differenciálkalkulusra alapul; a nehézségi erőteret metrikus tenzor képviseli, és a gravitációnak más fizikai folyamatokra gyakorolt hatását általánosan kovariáns egyenletek határozzák meg. De, amiért az elméletet vázlatnak nevezték, a nehézségi erőteret meghatározó egyenletek csak lineáris koordinátatranszformációval szemben bizonyultak kovariánsoknak.

Alighogy megjelent a cikk, Einstein küldött egy különlenyomatot Ernst Machnak azzal a megjegyzéssel, hogy amennyiben majd sikerül az 1914-es napfogyatkozásakor megfigyelni a fényelhajlást, és ezzel alátámasztani az elméletet, „az Önnek a mechanika alapjaira vonatkozó zseniális kutatásai [...] ragyogó igazolásra találnak,” mivel az elmélet szerint, ha egy véges tömegű gömbhéjat gyorsítunk, a belé zárt testre gyorsító erő, ha pedig forgatjuk, Coriolis-erő hat. Einstein itt Mach azon állítására gondol, hogy a testek tehetetlensége a világegyetem tömegeihez viszonyított gyorsulásuk eredménye, nem pedig, mint Newton állította, az abszolút térhez viszonyított gyorsulásuké (Einstein, 1913a).

Visszatérve a „Vázlat” nem teljes kovarianciájára, felmerült a kérdés, vajon tovább kell-e kutatnia, hogy megtalálja az általánosan kovariáns téregyenleteket, vagy, ahogy Lorentznek augusztus 16-án írta, ez „a gyűlöletes sötét pont” nem hiányosság, hanem annak bizonyítéka, hogy ez lehetetlen.

A „lyukérv”

1913. augusztus 15-én Einstein ez utóbbi mellett talált érvet. Be lehet ugyanis bizonyítani, írta Lorentznek másnap (Einstein, 1913b), majd Ehrenfestnek november elején (Ein-

stein 1913c), hogy olyan általánosan kovariáns gravitációs téregyenletek nem is létezhetnek, amelyek az erőteret az anyagtenzorból teljesen meghatároznák.

Az érvelést (Einstein, 1914a) még sikerült Grossmannal írt cikkük megjelenése előtt elküldenie a folyóirat szerkesztőségének, így annak függelékeként jelent meg 1914. januárjában. Ebben megmutatja, hogy ki lehet választani a négydimenziós sokaságból egy részt, amelyben koordinátatranszformációval a többi rész gravitációs tenzorától eltérő tenzort lehet előállítani, habár az anyagtenzor ugyanaz marad. Ez ui. azt jelenti, hogy ha általános kovarianciát tételezünk föl, az anyag nem határozza meg egyértelműen a gravitációs erőteret. Mivel a gondolatmenetben azt tételezi föl, hogy ebben a kiválasztott részben az anyagtenzor zérus, ezt az érvelést „lyukérvnek” (*hole argument*, *Lochbetrachtung*) szokás nevezni.

1913. őszén Einstein részt vett a Német Természetkutatók és Orvosok Társaságának bécsi ülésén, és ott is összefoglalta addigi eredményeiket (Einstein, 1913d). A jelen levő Gustav Mie sértődötten jegyezte meg, hogy az ő elméletét meg sem említette (Einstein et al., 1913), de Gunnar Nordströmét igen. „Azért nem tértem ki Mie úr elméletére – válaszolta Einstein –, mert a tehetetlen és a súlyos tömeg ekvivalenciája nincs benne szigorúan kidolgozva.” A vita folytatásában megjegyezte: „Abban látom az egyik legfontosabb útmutatást az elmélet kidolgozására, hogy a tehetetlen és a súlyos tömeg azonossága oly jelentős közelítésben bizonyult igazoltnak. Egyáltalán, az a szükség volt az indok, hogy foglalkozzam a gravitáció problémájával, hogy ez az azonosság mélyebb magyarázatot kapjon, emellett Machnak a tehetetlenség relativitásáról vallott véleménye is. Így érthe-

tő, hogy távol állnak tőlem az olyan elméletek, amelyek az én kiinduló meggyőződésnek nem felelnek meg.”

Nordström elméletét nagyra becsülte. Ennek 1914. februárjában adta jelentős tanúbizonyságát, amikor *Adriaan Fokkerrel* együtt írt cikkében (Einstein – Fokker, 1914) megmutatta, milyen közel áll egymáshoz a *Vázlat* és Nordström elmélete: elegendő, ha a koordináta-rendszerre (a *Vázlat* kikötésein túl) azt is kikötjük, hogy a fénysebesség legyen állandó, máris megkapjuk Nordström (második) elméletét (Nordström, 1913).

Visszatérve a bécsi találkozóra, az előadások vitájában részt vett *Zemplén Győző*, a budapesti Műszaki Egyetem elméletfizika-professzora. Egy kérdésre válaszolva elmagyarázta Eötvös Loránd ingás kísérletét, majd hozzátette: míg Eötvös a súlyos tömegnek az anyag minőségétől való függetlenségét 2×10^{-7} pontossággal igazolta, *Pekár Dezső* és *Fekete Jenő* 1909-es mérései ezt az értéket 10^{-8} -ra javították (Eötvös, 1910).

Az általánosan kovariáns elmélet

Einstein a következő cikkét már Berlinben írta. 1913. november 22-én ugyanis a Porosz Tudományos Akadémia értesítette, hogy megválasztotta rendes tagjának, s ezért Berlinbe költözött.

Az új cikkben megmutatta, hogy a *Vázlatban* igenis van bizonyos nemlineáris transzformációkkal szembeni kovariancia, ha nem is tetszőleges transzformációval szembeni (Einstein – Grossmann, 1914b).

Az egymást követő és egymást helyesbítő cikkeinek sora láttán Einstein elhatározta, hogy rendet teremtsen. „Az utóbbi években részben magam, részben barátommal, Grossmannal együtt kidolgoztam a relativitáselmélet egyfajta általánosítását. E kutatás során

heurisztikus segítségként fizikai és matematikai követelmények tarka egyvelegét használtam, úgyhogy nem könnyű az elméletet e munkákból formális matematikai szempontból áttekinteni és jellemezni” (Einstein, 1914b). A cikk hosszú és meglehetősen bonyolult. A fő problémában viszont, abban ugyanis, hogy milyen transzformációkkal szemben kovariáns az elmélet, nem hozott újat.

Forrás híján csak sejteni lehet, hogyan küszködött tovább Einstein e problémával. 1915 őszére több hibát is talált ebben a cikkben, többek között azt, hogy az elmélet forgással szemben nem volt kovariáns, és hogy a Merkúr-anomália a megfigyelt 45 ± 5 szögmásodperc helyett 18 másodperccnek adódott. „Miután elvesztettem minden bizalmamat a korábbi elmélet eredményei és módszere iránt, világosan beláttam, hogy csak az általános kovariáns elmülethez, azaz a Riemann-kovariáns-hoz való csatlakozás hozhat megnyugtató megoldást” – írta Arnold Sommerfeldnek (Einstein, 1915). Lorentznek további részleteket árult el. „A mostani egyenleteket lényegében már három évvel ezelőtt számításba vettük Grossmannel, aki felhívta figyelmemet a Riemann-tenzorra. Mivel azonban nem tudtam, mi a formális jelentősége, nem láttam tisztán, és nem tudtam igazolni a megmaradási tételeket. Azt sem tudtam felismerni, hogy Newton elmélete első közelítésben benne van: sőt azt hittem, hogy az ellenkezője várható. Így őserdőben találtam magam!” (Einstein, 1916a)

Erőfeszítése végül sikerrel járt. Az általános kovariáns relativitáselméletet 1915. november 4-én adta elő a berlini Akadémián (Einstein, 1915c). November 11-én utánaküldött egy rövid cikket, amelyben az elméletet logikusabb alakra hozta annak a feltevésnek a bevezetésével, hogy a molekuláris gravitációs

erőtér jelentős alkotórésze az anyagnak (Einstein, 1915e). November 18-án pedig arról számolt be az Akadémián, hogy az új elmélettel 43 szögmásodpercet kapott a Merkúr-anomáliára, ami a megfigyelt 45 ± 5 -tel összevetve „teljes egyezés” (Einstein, 1915i). Végül november 25-én benyújtott egy cikket, amelyben lényegében megismétli november 4-i cikke levezetését, de most azon speciális kikötés nélkül, amellyel a koordináta-rendszert eddig leszűkítette (Einstein, 1915j).

„Általánosan kovariáns gravitációs egyenletek, a *perihéliummozgás kvantitatív megmagyarázása*, a gravitáció szerepe az anyag fölépítésében. Ámulni fogsz.” – írta büszkén Michele Bessonak. „Megfeszített erővel dolgoztam. Csoda, hogy kibírtam.” (Einstein, 1915g)

Így 1915. november 11. és december 1. között megjelent az a négy cikk, amelynek századik évfordulóját ünnepeljük.

Tényleg csak ezeket a cikkeket kell ünnepelnünk? Másképp fölvetve, Einstein elméletét ünnepeljük vagy az általános relativitáselméletet?

A kérdés jogos, mivel az általános relativitáselmületről, egy egységes térelméleti próbálkozás részeként, november 20-án Göttingában is elhangzott egy előadás, de nem Einstein tartotta, hanem a világ akkori legnagyobb matematikusa, David Hilbert (Hilbert, 1915b).

Einstein vagy Hilbert?

Az előadás, majd a belőle készült cikk része volt Hilbert azon programjának, hogy a geometria mintájára a fizikát is axiomatizálja. Ezzel mintegy könnyíteni akart a megértésében, mivel, mint sokszor idézett mondása tartja, „a fizika túl nehéz a fizikusoknak”.

Függetlenül találták meg az általános kovariáns gravitációs egyenleteket? Erről a

Hilbertet és Einsteint egyaránt ismerő kortársak és a későbbi tudománytörténészek sokat vitáztak, ami nem utolsósorban annak volt tulajdonítható, hogy nem ismerték Einstein idevágó levelezését. Az azóta megismert dokumentumok fényében ma már teljesebb képet kaphatunk arról, mi is történt.

Mindenekelőtt Hilbert elismerte Einstein addigi eredményeit. „Einstein erős problémalátása, valamint a megoldásukra kieszt és elméjű módszerei és azok a mélyenszántó gondolatok és az az eredeti fogalomalkotás, amelynek révén Mie fölépítette elektrodinamikáját, új utat nyitott a fizika alapjainak kutatásában. A következőkben – az axiomatikus módszert követve – lényegében két egyszerű axiómából szeretném fölláttani a fizikai alapegyenletek új rendszerét, amelyek eszményien szépek, s amelyekben, úgy hiszem, *egyszerre* megtalálható Einstein és Mie problémájának megoldása” (Hilbert, 1915b), azaz mind a gravitációnak, mind az anyag szerkezetének magyarázata. Más szóval, amit alkotott, egységes térelméletnek szánta. A gravitációs erőtér az elsődleges, az elektromágneses erőtér ennek származéka, az anyag pedig ez utóbbi erőtér sajátos formája, sűrűsödése, szingularitása. Hilbert matematikai eszköztára megegyezik Einsteinével, de a Hamilton-elv jelentősebb szerepet játszik benne. Hilbert említi is Einstein valamennyi novemberi cikkét, és megállapítja, hogy „az így kapott gravitációs differenciálegyenletek, úgy hiszem, egybecsengenek azokkal, amelyeket Einstein az utóbbi időben nagyszabású általános relativitáselméleti cikkeiben fölláttott.” Az elsőbbség kérdését ezzel el is lehetne dönteni Einstein javára, de előbb tisztázni kell, hogyan olvashatta Hilbert november 20-án Einstein december 1-én megjelent cikkét.

Einstein először 1915 nyarán találkozott Hilberttel, amikor hat kétórás előadást tartott Göttingában „a most már letisztult gravitációelmületről, és az az öröm ért, hogy sikerült az ottani matematikusokat teljesen meggyőzőnöm” – írta *Heinrich Zanggernek* (Einstein, 1915a). Mivel az első jelét annak, hogy kételkedni kezdett a *Vázlat* helyességében, szeptember 30-án adta (Einstein, 1915b), így Göttingában a *Vázlatot* kellett hogy megvitassák.

November 7-én azonban már el tudta küldeni Hilbertnek a „kijavított” elmélet korrektúráját, azzal a megjegyzéssel, hogy a hibákat mintegy négy héttel azelőtt fedezte föl (Einstein, 1915d). Ez jól egyezik azzal, amit Freundlichnek írt.

Hilbert válaszában meghívta Einsteint a Göttingai Matematikai Társulatban november 16-án tartandó előadására, amelyen saját elméletét előadja. „Egy általános matematikai tétel következtében az elektrodinamikai egyenletek [...] a gravitációs egyenletek matematikai következményének bizonyulnak, úgyhogy a gravitáció és az elektrodinamika valójában egyáltalán nem különbözik egymástól” – írta (Hilbert, 1915a). Einstein nem tudott elmenni, de megjegyezte: „Nagyon érdekel a kutatása, mivel már oly gyakran törtem rajta a fejem, hogyan verjek hidat a gravitáció és az elektromágnesség közé” (Einstein, 1915f). Einstein korai egységes térelméleti próbálkozásai azonban kívül esnek e cikk keretein.

Kissé meglepő, hogy november 18-án Einstein már ismerte Hilbert elméletét, sőt meg is állapította róla, hogy „Az Ön által megadott rendszer [...] pontosan megegyezik azzal, amit én az utóbbi hetekben találtam, és az Akadémiának átadtam” (Einstein, 1915h). A *Vázlat* nehézségei abból adódtak, folytatta, hogy nem tudta fölismerni, hogy „az általa-

nosan kovariáns egyenletek a newtoni törvény általánosításai, mégpedig egyszerű és természetes általánosításai”. Büszkén jelentette be, hogy aznap, november 18-án mutat be az Akadémián egy munkát, amelyben a Merkúr perihéliumának mozgását számította ki. „Ez eddig egyetlen gravitációelméletnek sem sikerült” – tette hozzá. Ez a cikk gyorsan készült, és ennek az az oka, hogy a számítás módszere már készen állt: ugyanígy dolgozott barátjával, Michele Bessoval 1913 júniusában. Akkor a *Vízlat* alapján próbálták kiszámítani a Merkúr-anomáliát, de eredményül csak 17 szögmásodpercet kaptak (Einstein – Besso, 1913).

Csak találgatni lehet, hogyan szerzett Einstein tudomást november 18-án arról, amit Hilbert két nappal azelőtt és két nap múlva adott elő. Valószínű, hogy Hilbert elküldte valamelyik előadásának kéziratát. Mivel pedig Einstein az elmélet általános kovariáns változatát november 25-én adta elő, megvolt a lehetősége, hogy Hilbert cikkét fölhasználja, anélkül, hogy hivatkozott volna rá. Hilberté az elsőbbség?

Amint Hilbert cikkének első, decemberi kefelevonatából kiderül, a lényeges kérdésekben oly mértékben eltér az 1916 márciusában megjelent végleges cikktől, hogy az Einsteinnek elküldött kéziratából Einstein novemberben nem tudott volna semmit sem fölhasználni.

Hilbert egyik munkatársának kései visszaemlékezése szerint (Straus, 1982 előtt) az Einstein november 18-i levelében felsorolt eredményeket Hilbert úgy értelmezte, hogy Einstein a prioritását igyekszik hangsúlyozni, és burkoltan azzal vádolja, hogy göttingai előadásait használta föl anélkül, hogy Einsteint említette volna. Hilbert erre szabadkozó levelet írt Einsteinnek: az előadásokról

akaratlanul feledkezett meg. Sajnos, ez a levél nem maradt fenn.

Einstein meglegedetten írta ugyan Heinrich Zanggernek, hogy a Merkúr-anomália sikeres kiszámítása, a csillagoknál megfigyelhető vöröseltolódás, valamint a csillagok által előidézett fényelhajlásra a *Vázlathoz* képest kapott kétszeres érték, mind jelentősen alátámasztja az elméletet, és hogy az elmélet „semmihez sem hasonlíthatóan szép”, de nem tudta elhallgatni csalódását sem. „Egyetlen kolléga értette meg tényleg, és ő ügyesen igyekszik »honosítani« [...] Személyes tapasztalatom szerint soha nem tanultam meg jobban, mekkora az emberi hitványság, mint ennek az elméletnek és annak kapcsán, ami vele összefügg.” (Einstein, 1915k)

Hilbert nem vitatta a prioritást, pedig Einstein egyik cikkében sem említi az ő eredményeit. Mégis, „[v]an köztünk bizonyos lehangoltság – írta Hilbertnek –, aminek az okát nem akarom boncolgatni. Küzdöttem a vele kapcsolatos keserűség érzése ellen, és teljes sikerrel. Ismét zavartalan barátsággal gondolok Önre, és kérem, Ön is kísérelje meg velem kapcsolatban ugyanezt. Igazán kár lenne, ha két ilyen helyre legény, aki előbb nyászott valamit ebből a hitvány világból, nem lelné örömét egymásban” (Einstein, 1915m). Szép gesztus, annál is inkább, mert nem tudhatta, hogy Hilbert a decemberi kefelevonatban már több, Einstein elsőbbségét elismerő kijelentést hozzáadott a kézirathoz.

Ez a békülékeny hang azonban nem jelentette azt, hogy Hilbert elméletével is ki lett volna békülve. „Szükségtelenül speciális, ami az »anyagot« illeti – írta Ehrenfestnek (Einstein, 1916b) –, szükségtelenül bonyolult, fölépítésében nem alapos (= gaussi) (az Übermensch szemfényvesztése a módszerekkel való ködösítés révén).”

Sajátos helyet foglal el Hendrik A. Lorentz az általános elmélet kialakulásában (Illy, 1989b). Mondhatjuk, hogy „együttműködött” Einsteinnel abban az értelemben, hogy személyes találkozásai és levelezésük során hosszasan vitatták az elmélet alapvető kérdéseit, mindenekelőtt a kovariancia lényegét, valamint a téridő és az éter kapcsolatát. A kovariancia mindkettejük számára vitathatatlanul fontos volt. Míg azonban Einstein úgy vélte, hogy a kovarianciát nem kell tovább magyarázni, Lorentznek egy törvény kovarianciája azt jelentette, hogy a mérő és mért testekben végbemenő változások egymást pontosan kompenzálják, és ezt a kompenzálást egy olyan közeg garantálja, amelynek belső állapotát mind a benne levő testek, mind saját energiája változtatja. Ez a közeg az éter. Lorentz szerint a testeknek van igazi méretük és ritmusuk (idejük): az éterben nyugvó vonatkoztatási rendszerben mért méret és ritmus.

Lorentz néhány cikkében már 1914-ben és 1915-ben közzétette véleményét a relativitáselmélet kiterjesztéséről. Legfontosabb azonban az a cikksorozata, amelyben kifejti, hogyan képzei el ő az elméletet (Lorentz, 1916–1917). A cikkek 1916 és 1918 közt jelentek meg, így már nem az elmélet születésénél bábáskodtak, hanem az újszülött további nevelésében.

Utóhang

Végül is hogyan „győzött” Einstein elmélete ebben a népes mezőnyben?

Hilbert mindig is elismerte, hogy az általános relativitáselmélet alap gondolata Einsteintől származik, habár egyik megjegyzése kissé éles: „Minden göttingai utcagyerek jobban tudja a négydimenziós geometriát, mint Einstein, ennek ellenére mégis Einstein vé-

gezte el a munkát, nem a matematikusok” (Reid, 1970, 142).

Kis idő múltán Einstein tárgyilagosan ítélte meg két nagy kollégája munkáját. „Az utóbbi időben H. A. Lorentznek és D. Hilbertnek sikerült az általános relativitáselméletet különösen áttekinthető alakra hoznia azáltal, hogy egyenleteit variációs elvből vezette le” (Einstein, 1916c).

Mie tovább levelezett és vitatkozott Einsteinnel (Illy, 1992). Végül mindketten földalták. A nézetkülönbség alapját Einstein abban látta, hogy „az általános relativitáselmélet szerint az egyenletekben szereplő mennyiségek és a mérhető mennyiségek közti kapcsolat sokkal közvetettebb, mint a szokásos elméletekben” (Einstein, 1918).

Abraham haláláig elutasította a relativisztikus programot. „Nincs semmilyen ellenvetése az einsteini elmélet logikai zártsága ellen – nyilatkozta 1920-ban, három évvel halála előtt –, és elismeri, és csodálja mint az általános relativitás gondolatának egyedül lehetséges megvalósítását. Ez a gondolat azonban számára nagyon ellenszenves, és reméli, hogy a csillagászati megfigyelés megcáfolja, és visszaadja a jó öreg, abszolút éter becsületét” (Born – Laue, 1923, 52.).

Végül is Max Plancknak kell igazat adnunk: „Valamely új tudományos igazság nem úgy szokott győzelemre jutni, hogy az ellenfelek meggyőződnek róla, és kijelentik, hogy megtértek – írta 1945-ben –, hanem inkább úgy, hogy az ellenfelek lassanként kihalnak, és a felnövekvő nemzedék már eleve hozzászokik az igazsághoz” (Planck, 1982, 55.).

Kulcsszavak: *általános relativitáselmélet, gravitációelmélet, fizikátörténet, Albert Einstein, David Hilbert, Marcel Grossmann*

AZ EINSTEIN-ÖSSZKIADÁS EDDIG MEGJELENT KÖTETEI

(*The Collected Papers of Albert Einstein* – CPAE) elérhető a *Digital Einstein Papers* webhelyen (URL1). A kiadás történetét az első kötet előszava mondja el.

HIVATKOZOTT

EINSTEIN-DOKUMENTUMOK

- Einstein, Albert (1907): *Über das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen*. CPAE 2/47.
- Einstein, Albert (1909): Arnold Sommerfeldnek, szeptember 29. CPAE 5/179.
- Einstein, Albert (1911): *Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes*. CPAE 3/23.
- Einstein, Albert (1912a): *Lichtgeschwindigkeit und Statik des Gravitationsfeldes*. CPAE 4/3.
- Einstein, Albert (1912b): *Zur Theorie des statischen Gravitationsfeldes*. CPAE 4/4.
- Einstein, Albert (1912c): *Relativität und Gravitation. Erwiderung auf eine Bemerkung von M. Abraham*. CPAE 4/8.
- Einstein, Albert (1912d): Wilhelm Wiennek, július 10. CPAE 5/413.
- Einstein, Albert (1912e): *Research Notes on a Generalized Theory of Relativity*. CPAE 4/10.
- Einstein, Albert (1912f): *Bemerkung zu Abrahams vorangehender Auseinandersetzung, Nochmals Relativität und Gravitation*. CPAE 4/9. 22.
- Einstein, Albert (1913a): Ernst Machnak, június 23. CPAE 5/448.
- Einstein, Albert (1913b). Hendrik A. Lorentznek, augusztus 16. CPAE 5/470.
- Einstein, Albert (1913c): Paul Ehrenfestnek, november 7. elött. CPAE 5/481.
- Einstein, Albert (1913d): *Zum gegenwärtigen Stande des Gravitationsproblems*. CPAE 4/17.
- Einstein, Albert (1914a): *Bemerkungen*. CPAE 4/26.
- Einstein, Albert (1914b): *Die formale Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*. CPAE 6/9.
- Einstein, Albert (1915a): Heinrich Zanggernek, július 7. CPAE 8/94.
- Einstein, Albert (1915b): Erwin Freundlichnek, szeptember 30. CPAE 8/123.
- Einstein, Albert (1915c): *Zur allgemeinen Relativitätstheorie*. CPAE 6/21.
- Einstein, Albert (1915d): David Hilbertnek, november 7. CPAE 8/136.
- Einstein, Albert (1915e): *Zur allgemeinen Relativitätstheorie* (Nachtrag). CPAE 6/22.
- Einstein, Albert (1915f): David Hilbertnek, november 15. CPAE 8/144.
- Einstein, Albert (1915g): Michele Bessonak, november

- 17, CPAE 8/147.
- Einstein, Albert (1915h): David Hilbertnek, november 18. CPAE 8/148.
- Einstein, Albert (1915i): *Erklärung der Perihelbewegung des Merkur aus der allgemeinen Relativitätstheorie*. CPAE 6/24.
- Einstein, Albert (1915j): *Die Feldgleichungen der Gravitation*. CPAE 6/25.
- Einstein, Albert (1915k): Heinrich Zanggernek, november 26. CPAE 8/152.
- Einstein, Albert (1915l): Arnold Sommerfeldnek, november 28. CPAE 8/153.
- Einstein, Albert (1915m): David Hilbertnek, december 20. CPAE 8/167.
- Einstein, Albert (1916a): Hendrik A. Lorentznek, január 1. CPAE 8/177.
- Einstein, Albert (1916b): Paul Ehrenfestnek, május 24. CPAE 8/220.
- Einstein, Albert (1916c): *Hamiltonsches Prinzip und allgemeine Relativitätstheorie*. CPAE 6/41.
- Einstein, Albert (1917): *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (Gemeinverständlich)*. Vieweg, Braunschweig. CPAE, 6/42, 479. Idézet az 1963-as magyar fordításból, 83.
- Einstein, Albert (1918): *Dialog über Einwände gegen die Relativitätstheorie*. CPAE 7/13.
- Einstein, Albert (1919): Joseph Petzoldnak, augusztus 19. CPAE 9/93.
- Einstein, Albert (1922): Előszó *A speciális és általános relativitás elmélete* cseh kiadásához. CPAE 6/42, 535.
- Einstein, Albert (1923): *How I Created the Theory of Relativity*. CPAE 13/399.
- Einstein, Albert (1934): Einiges über die Entstehung der allgemeinen Relativitätstheorie. In: *Mein Weltbild*. Querido, Amsterdam. 249–250.
- Einstein, Albert (1949): Autobiographisches. In: *Albert Einstein Philosopher-Scientist*. Schilpp, Paul Arthur (ed.) Tudor, New York. 2–95.
- Einstein, Albert (1955 elött): Autobiographische Skizze. In *Helle Zeit–dunkle Zeit: in memoriam Albert Einstein*. Seelig, Carl (Hrsg.). Europa, Zürich–Stuttgart–Wien, 9–17.
- Einstein, Albert – Besso, Michele (1913): *Zürichi jegyzetfüzet*. CPAE 4/14.
- Einstein, Albert et al. (1913): *Diskussion*. CPAE 4/18.
- Einstein, Albert – Fokker, Adriaan (1914): *Die Nordströmsche Gravitationstheorie vom Standpunkte des absoluten Differentialkalküls*. CPAE 4/28.
- Einstein, Albert – Grossmann, Marcel (1914a): *Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation*. CPAE 4/13.
- Einstein, Albert – Grossmann, Marcel (1914b): *Kova-*

rianzeigenschaften der Feldgleichungen auf die verallgemeinerte Relativitätstheorie gegründeten Gravitationstheorie. CPAE 6/2.

Einstein, Albert – Laub, Jakob (1908): *Über die elektromagnetischen Grundgleichungen für bewegte Körper*. CPAE 2/51.

IRODALOM

- Abraham, Max (1912a): Zur Theorie der Gravitation. *Physikalische Zeitschrift*. 13, 1–4.
- Abraham, Max (1912b): Das Elementargesetz der Gravitation. *Physikalische Zeitschrift*. 13, 4–5.
- Abraham, Max (1912c): Relativität und Gravitation. Erwiderung auf eine Bemerkung des Hrn. A. Einstein. *Annalen der Physik*. 38, 1056–1058.
- Abraham, Max (1912d): Nochmals Relativität und Gravitation. Bemerkungen zu A. Einsteins Erwiderung. *Annalen der Physik*. 39, 444–448.
- Abraham, Max (1914): Neuere Gravitationstheorien. *Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik*. 11, 470–520.
- Born, Max (1910): Über die Definition des starren Körpers in der Kinematik des Relativitätsprinzips. *Physikalische Zeitschrift*. 11, 233–234.
- Born, Max – Laue, Max von (1923): Max Abraham. *Physikalische Zeitschrift*. 24, 49–53.
- Ehrenfest, Paul (1909): Gleichförmige Rotation starrer Körper und Relativitätstheorie. *Physikalische Zeitschrift*. 10, 918.
- Eötvös Loránd (1893): Über die Anziehung der Erde auf verschiedene Substanzen. *Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*. 8, 65–68.
- Eötvös Loránd (1910): Bericht über geodätische Arbeiten in Ungarn, besonders über Beobachtungen mit der Drehwaage. In: *Verhandlungen der vom 21. bis 29. September 1909 in London und Cambridge abgehaltenen sechzehnten allgemeinen Konferenz der Internationalen Erdmessung*. Theil I, Sande Bakhuyzen, H. G. van de (Hrsg.) Reiner, Berlin.
- Fehér Péter – Hajdú Mária (1995): Einstein „matematikus” – Marcel Grossmann. *Fizikai Szemle*. 14, 221–224.
- Frank, Philipp (1949): *Einstein. His Life and Times*. Cape, London
- Graf, Claudia (2014) (Grossmann unokája): magánközlemény.
- Hilbert, David (1915a): Einsteinnek, 1915. november 13. CPAE 8/140.
- Hilbert, David (1915b): Die Grundlagen der Physik. Erste Mitteilung. *Nachrichten der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-Physikalische Klasse*. 395–407.

Illy József (1979): Albert Einstein in Prague. *Isis*. 70, 76–84.

Illy József (1989a): Einstein und der Eötvös-Versuch. Ein Brief Albert Einsteins an Willy Wien. *Annals of Science*. 46, 417–422.

Illy József (1989b): Einstein Teaches Lorentz, Lorentz Teaches Einstein: Their Collaboration in General Relativity, 1913–1920. *Archive for History of Exact Sciences*. 39, 247–289.

Illy József (1992): The Correspondence of Albert Einstein and Gustav Mie, 1917–1918. In: Eisenstaedt, Jean – Kox, A. J. (eds.): *Studies in the History of General Relativity*. Birkhäuser, Boston–Basel–Berlin, 244–259.

Kaluza, Theodor (1910): Zur Relativitätstheorie. *Physikalische Zeitschrift*. 11, 977–978.

Kollros, Louis (1956): Erinnerungen eines Kommilitonen. In: Seelig, Carl (Hrsg.): *Helle Zeit–dunkle Zeit: in memoriam Albert Einstein*. Europa, Zürich–Stuttgart–Wien, 17–31.

Lorentz, Hendrik A. (1916–1917): On Einstein's Theory of Gravitation, I–IV. In: Lorentz, Hendrik A.: *Collected Papers*. Nijhoff, Amsterdam, 1960, 9. kötet.

Lukács Béla (1979): Aki Einsteint matematikára tanította: Marcel Grossmann (1878–1936). *Természet Világa*. 10, 43.

Mie, Gustav (1912–1913): Grundlagen einer Theorie der Materie. I–III. *Annalen der Physik*. 37, 511–534; 39, 1–40; 40, 1–66.

Minkowski, Hermann (1908): Die Grundgleichungen für die elektromagnetischen Vorgänge in bewegten Körpern. *Nachrichten der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Klasse Mathematik und Physik*. 53–III.

Nordström, Gunnar (1913): Zur Theorie der Gravitation vom Standpunkt des Relativitätsprinzips. *Annalen der Physik*. 42, 533–554.

Planck, Max (1982): Tudományos önéletrajz. In: Planck, Max: *Válogatott tanulmányok*. (ford. M. Zemplén Jolán) Gondolat, Budapest, 55.

Reid, Constanza (1970): *Hilbert*. Springer, Berlin

Renn, Jürgen (ed.) (2007): *The Genesis of General Relativity. Sources and Interpretations*. Springer, Berlin

Straus, E. G. to Abraham Pais, (1982 elött) in Pais, Abraham: „*Subtle Is the Lord ... The Science and the Life of Albert Einstein*. Oxford University Press., 261.

Southern, Leonard (1910): A Determination of the Ratio of Mass to Weight for a Radioactive Substance. *Proceedings of the Royal Society of London*, A. 84, 324–344. Vizgin, Vlagimir P. (1989): *A modern gravitációelmélet kialakulása*. (ford. Illy József) Gondolat, Budapest

URL: <http://einsteinpapers.press.princeton.edu>

SZÁZ ÉVES AZ ÁLTALÁNOS RELATIVITÁSELMÉLET*

Szabados B. László

az MTA doktora, tudományos tanácsadó,
MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont RMI Elméleti Osztály
lbszab@rmki.kfki.hu

Bevezetés

Éppen száz éve, a Porosz Tudományos Akadémia 1915. november 25-i ülésén ismertette *Albert Einstein* új, relativisztikus gravitációs téregyenleteit: megszületett az általános relativitáselmélet (Einstein, 1915). Az elmúlt száz év megmutatta, hogy ez az elmélet nemcsak a fizikában alapvető jelentőségű, hanem fontos asztrofizikai, sőt műszaki és hétköznapi *alkalmazásai* is vannak, és átformálta a térről, időről és okságról alkotott képünket is.

E cikkkel tisztelgünk az emberi elme egyik legnagyobb intellektuális teljesítménye előtt, felidézve az elmélet megszületésének főbb állomásait, legfontosabb eredményeit és megállapításait, számba véve az elméletet alátámasztó kísérleti tényeket, és megemlítve egy-egy műszaki, asztrofizikai, illetve kozmológiai alkalmazást. A tanulmány néhány nyitott kérdés ismertetésével, illetve az elmélet jelentőségével kapcsolatos néhány megjegyzéssel zárul.

Az általános relativitáselmélet ma is számos nyitott kérdést tartalmazó és intenzív nemzetközi kutatások tárgyát képező diszciplína. Irodalma szó szerint is könyvtárnyi. Ez a cikk csupán szerény, nem technikai jellegű összefoglalás, amely egyes kérdések kiválasztását illetően még bevallottan szubjektív is.

Az érdeklődő olvasó jó összefoglalót talál a *Wikipedia* online enciklopédiában (URL₁). Einstein publikációinak hasznos megjegyzésekkel kiegészített jegyzéke szintén elérhető a *Wikipediából* (URL₂). Abraham Pais (2005) nagyszerű könyve Einstein életművének alapos és igényes tudománytörténeti összefoglalója. Néhány klasszikus cikk (nem teljes) magyar fordítása Einstein (1971) tanulmánykötetében is megtalálható, illetve Einstein 1905 és 1915 közötti „csodás évtizedéről”, a speciálistól az általános relativitáselméletig vezető útról *Lánczos Kornél* (1978) írt (itt-ott személyes hangú) könyvet.

AZ ELMÉLET MEGSZÜLETÉSE

Előzmények

Galilei relativitási elve értelmében bármely két, tehetetlenségi mozgást végző (inerciális) vonatkoztatási rendszer egyenértékű a természettör-

vények leírása szempontjából: a természeti jelenségek azonos módon játszódnak le bármely rendszerből megfigyelve, s a jelenségeket leíró természettörvények *alakja* bármely két rendszerben azonos. Egy adott fizikai mennyiség *értéke* az egyik vagy másik rendszerből mérve lehet különböző, de ezek egymásból a vonatkoztatási rendszerek *relatív* mozgását jellemző ún. *Galilei-transzformációval* egyértelműen meghatározhatók.

A XIX. század utolsó harmadában kidolgozott Maxwell-féle elektrodinamika azonban látszólag ellentmondott a relativitás Galilei-féle elvének. Az elektrodinamika által megíósolt elektromágneses hullámok látszólag kitüntetnek egy inerciarendszert, ti. azt, amelyben a hullám *minden irányban* fénysebességgel terjed. De ha ez így van, akkor *kísérletekkel* meg lehet határozni, hogy milyen sebességgel mozog a vonatkoztatási rendszerünk ahhoz a rendszerhez képest, amelyben a hullámterjedés izotrop.

A ténylegesen elvégzett (Michelson–Morley típusú) kísérletek azonban nem mutatták a fényterjedés semmiféle anizotrópiáját: elektromágneses jelenségek segítségével *sem* lehet semmilyen kitüntetett vonatkoztatási rendszert meghatározni. Galilei elve a kísérletek tanulsága szerint érvényes az elektromágneses jelenségekre is. De ekkor Galilei és Newton mechanikájának kinematikai fogalmai és az elektrodinamika közötti nyilvánvaló ellentmondást fel kell oldani. Ezt tette meg Einstein az 1905-ben publikált speciális relativitáselméletében.

A speciális relativitáselmélet a maxwelli elektrodinamika mélyén rejlő kinematikai fogalmak és oksági viszonyok koherens elmélete. Legfőbb eleme az a felismerés, hogy az események egyidejűségének a fogalma nem *a priori* adott, hanem azt *definiálnunk kell*, s

az egyidejűség Einstein által adott fogalma, ezáltal pedig az erre épülő minden más fogalom (például két esemény térbeli távolsága vagy az események között eltelt idő) is függ a vonatkoztatási rendszertől.

E kinematikai fogalmakat *Hermann Minkowski* öntötte elegáns geometriai alakba a *téridő* fogalmának segítségével. A téridő az univerzumban lezajlott és majdan bekövetkező események halmaza, ami matematikailag egy négydimenziós euklideszi térhez hasonló. E téridőben (a Minkowski-téridőben) azonban két pont közötti „négyestávolság” négyezete nem egyszerűen a pontok Descartes-féle koordinátakülönbségeinek a négyzetösszege. Itt az időkoordináták különbségének a négyzetét *negatív* előjellel kell figyelembe venni. Ez a negatív előjel mély fizikai jelentéssel bír: az egymástól *zérus* négyestávolságra lévő események fényjelek segítségével összeköthetők; azok, amelyek között a távolságnégyzet *negatív*, valamilyen vonatkoztatási rendszerből nézve egyhelyű események (és így oksági viszonyban is lehetnek); míg amelyekre a távolságnégyzet *pozitív*, valamely vonatkoztatási rendszerből nézve egyidejű események, és egymással nem lehetnek oksági viszonyban. Ezzel a téridő minden pontjában egy *fénykúp* értelmeztünk, amely kifejezi a fény (illetve általánosabban a fizikai hatások) terjedési sebességének *véges* voltát, és meghatározza, hogy egy esemény mely más eseményekkel lehet oksági viszonyban. A téridő felbontása térre és időre függ a választott vonatkoztatási rendszertől, de maga a téridő, a négyestávolság vagy a fénykúpok rendszere nem.

Az általános relativitás kérdése

Newton első axiómája szerint vannak olyan vonatkoztatási rendszerek, amelyekből nézve a más objektumokkal kölcsönhatásban nem

* *Perjés Zoltán* (1943–2004), *Károlyházy Frigyes* (1929–2012) és *Sebestyén Ákos* (1935–2013), a magyarországi nemzetközi színvonalú általános relativitáselméleti kutatások elindítójának, mentorának, illetve aktív művelőjének emlékére.

lévő tömegpontok egyenes vonalú, egyenletes mozgást végeznek. Ezek az ún. *inerciarendszerek*, s a fizika (például a Maxwell-elmélet) mozgásegyenletei ilyen rendszerekben érvényesek a szokásos alakjukban. *Ernst Mach* vetette fel azt a kérdést, hogy mi tünteti ki az inerciarendszereket a többi vonatkoztatási rendszerhez képest. Szerinte e rendszerek azok, amelyekből nézve a Világegyetemet kitöltő anyag nagy átlagban egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez.

De ha az inerciarendszerek valóban csak annyiban különböznek a többi vonatkoztatási rendszertől, hogy azokat az Univerzum anyageloszlásához illesztjük, akkor Einstein szerint valójában nincs is *elvi* különbség az inerciarendszerek és a tetszőlegesen mozgó vonatkoztatási rendszerek között. Ez utóbbiak ugyanolyan legitim rendszerek a természettörvények megfogalmazása szempontjából, mint az inerciálisak. Ez a Galilei-féle relativitási elv kiterjesztése tetszőlegesen mozgó rendszerekre (Einstein, 1916). A kérdés az, hogyan tudjuk megfogalmazni a természettörvényeinket tetszőlegesen mozgó vonatkoztatási rendszerekre.

Az egyenes vonalú, egyenletesen *gyorsuló* vonatkoztatási rendszerek vizsgálata vezette Einsteint arra a felismerésre, hogy az ún. gravitációs és tehetetlen tömeg szigorú arányossága miatt semmilyen mechanikai kísérlettel sem tudjuk megállapítani, hogy a vonatkoztatási rendszerünk inerciarendszer *homogén* gravitációs térben, vagy pedig egyenes vonalú, egyenletesen *gyorsuló* mozgást végző rendszer (Einstein, 1911). Ez a megkülönböztethetlenség további érv a Galilei-féle relativitási elv kiterjesztésének szükségessége mellett. Az egyenletesen gyorsuló vonatkoztatási rendszerekben fellépő *tehetetlenségi erők* és a *homogén* gravitációs erők mechanikai kí-

sérletekkel történő megkülönböztethetlenségét (gyenge ekvivalencia) emelte Einstein elv rangjára: az ilyen erők nemcsak mechanikai, de *semmilyen* kísérlettel sem különböztethetők meg egymástól. Ez az *ekvivalencia elve*.

A természettörvények általános, gyorsuló vonatkoztatási rendszerekben való megfogalmazásának igénye elvezetett egy új és talán még izgalmasabb kérdéshez: *mi a gravitáció relativisztikus elmélete?*

A gravitációs tér sajátosságai

Galileo Galilei ejtési és Eötvös Loránd torziós ingával végzett kísérletei azt mutatják, hogy a testek gyorsítással szembeni ellenállását jellemző m_t *tehetetlen* és Isaac Newton gravitációs erőtvényében szereplő m_g *gravitációs* tömege a testek anyagi minőségétől függetlenül mindig szigorúan arányos egymással. Így megfelelő egységválasztással $m_t = m_g$ elérhető. Ez az egyenlőség tehát nem *a priori* igazság, hanem *kísérleti tény*, és ez az ekvivalenciaelv alapja.

A gravitációs és tehetetlen tömeg egyenlősége a gravitáció univerzális jellegét mutatja: a gravitáció az anyagnak nem valamilyen specifikus töltéséhez csatolódik, mint például az elektromágneses tér, hanem az anyag egy kinematikai tulajdonságához, *anyagi minőségtől függetlenül*.

A gravitáció eme univerzalitása miatt a newtoni gravitációs erőter térerőssége a háromdimenziós tér bármely előre megadott pontjában megszüntethető egy megfelelően gyorsuló vonatkoztatási rendszerre való áttéréssel. A gravitációs térnek a fizikai jelentéssel bíró része tehát a potenciál $\partial^2\Phi/\partial x^i\partial x^j$ ($i, j = 1, 2, 3$) *második* deriváltjaiból álló *tenzor*. Ez a mennyiség a testekben *nyíró* deformációt eredményez. Speciálisan, ez felel a Hold által

a Föld óceánjaiban keltett árapályjelenségért (ezért is nevezik ezt *árapályerőknek*). Eötvös torziós ingája is e tenzor bizonyos komponenseit méri. A gravitáció tehát *kvadrupól jellegű tenzoriális* kölcsönhatásnak tűnik.

A megoldás

A gravitáció newtoni elmélete nemrelativisztikus távolhatás, és az ekvivalenciaelv következtében ez két ok miatt sem tehető triviálisan relativisztikussá. Egyrészt Einstein már 1905-ben megmutatta, hogy a testek tehetetlen tömege (szorozva c^2 -tel) függ a testek energiatartalmától, és így a gravitáció forrása nem a testek nyugalmi, hanem a teljes energiája. De egy relativisztikus térelméletben a megfelelő energiasűrűség a szimmetrikus energia-impulzus *tenzornak* csak egy komponense. Így a gravitáció forrása az energia-impulzus tenzor, és nem csupán valamilyen tömegsűrűség. Ekkor azonban a gravitációt sem csupán egy Φ skalárfüggvény írja le, hanem várhatóan az is csupán egy része egy bonyolultabb mennyiségnek.

Az ekvivalenciaelv miatt azonban a gravitációnak nem lehet speciális relativisztikus elmélete. Einstein az ekvivalenciaelvre alapozott gondolkísérletében már 1911-ben kimutatta, hogy gravitációs térben a fénysugarak elhajlanak. De ha a gravitáció valóban befolyásolja a fényterjedést, akkor a fényjelek története nem lehet oly módon eleve adott, mint a Minkowski-téridőben. *A gravitáció jelenléte nem egyeztethető össze a Minkowski-téridő sík, a priori adott geometriájával*. A téridő geometriája *görbült*.

Ez azt jelenti, hogy a négyestávolságot értelmező kifejezés csak *lokálisan* érvényes: két infinitezimálisan közeli pont távolságnéyzete a koordinátakülönbségek homogén kvadratikussá kifejezése, $ds^2 = g_{ab} \times dx^a \times dx^b$, ahol

$g_{ab} = g_{ab}(x)$ ($a, b = 0, \dots, 3$) az ún. metrikus tenzor. A geometria görbültségét az $R^a{}_{bcd}$ görbületi tenzor jellemzi, amelynek az eltűnése esetén a távolságnéyzet infinitezimális kifejezése megfelelő koordináták választása mellett véges koordinátakülönbségű pontpárookra a Minkowski-téridőbeli négyestávolságot adja. Newtoni határesetben, azaz ha a gravitációs tér gyenge és statikus, akkor megfelelő koordinátákban $g_{00} = -1 - 2\Phi/c^2$ valamilyen Φ függvényre. E függvény kielégíti a newtoni gravitációelmélet téregyenletét, a Poisson-egyenletet, ha a g_{ab} -re vonatkozó téregyenletként $R_{ab} - \frac{1}{2}Rg_{ab} = 8\pi Gc^{-4}T_{ab}$ -t választjuk. Itt $R_{ab} := R^c{}_{acb}$ az ún. Ricci-tenzor, R ennek a metrika szerint képzett spúrja, T_{ab} az anyag szimmetrikus energia-impulzus tenzora és G a Newton-féle gravitációs állandó. Ezek Einstein (1915) gravitációs téregyenletei.

A téregyenletek alapján Einstein korrekt módon származtatta a Merkúr perihéliumvándorlásának ismert értékét, megjósolta a fénysugarak elhajlását a Nap gravitációs terében, illetve a gravitációs vöröseltolódás jelenségét (gravitációs térben az órák *lassabban* járnak). Ez az elmélet három klasszikus kísérleti bizonyítéka.

Habár történetileg az általános relativitáselmélet abból az igényből nőtt ki, hogy a természettörvényeket fel tudjuk írni tetszőleges és nem csak az inerciális vonatkoztatási rendszerekhez illesztett koordinátákban is, a speciális és az általános relativitáselmélet közötti igazi különbség az, hogy a gravitációs jelenségekről is számot adó általános elméletben a téridő *görbült*, míg a speciálisban *sík*. A gravitáció nem más, mint a téridő görbültsége. A görbület trivialisitása vagy nem trivialisitása tehát *objektív*, független a használt vonatkoztatási rendszerektől.

A kérdésre, hogy hogyan kell a természet-törvényeket tetszőlegesen mozgó vonatkoztatási rendszerben megfogalmazni, a válasz az, hogy *a természettörvények vonatkoztatási rendszerektől független tartalommal bírnak*, azok négyestenzorokkal is megfogalmazhatók. Csúpn azok *konkrét alakja* függ az aktuális vonatkoztatási rendszertől. Az egyik rendszerben megadott konkrét alakjukból egy másik rendszerbeni konkrét alakjuk a tenzorok transzformációs tulajdonságai alapján határozható meg.

AZ ELMÉLET SAJÁTOSSÁGAI ÉS FEJLŐDÉSE

Az elmélet sajátosságai

Az Einstein-féle *tisztán geometriai elméletben* a gravitáció maga a téridő görbütsége. Benne a g_{ab} metrikus tenzor kettős szerepet játszik, az a gravitációs tér *állapothatározója*, egyúttal a *téridő-geometriát* is definiálja (szemben például az elektrodinamikával, ahol a négyespotenciál mint az elektromágneses tér állapothatározója független a téridő Minkowski-metrikájától). A metrika ezen kettős szerepének, azaz a fizikai folyamatoktól független geometriai háttér *hiányának* súlyos elvi következményei vannak. Az elméletben felbukkanó számos nehézségnek ez a gyökere (Ash-tekár – Geroch, 1974). Most ezeket vesszük számba.

Szabadsági fokok: Az elmélet óriási mértékszabadságot tartalmaz. Így annak ellenére, hogy a g_{ab} -nak tíz független komponense van, a gravitációs *fizikai* szabadsági fokok száma csúpn pontonként kettő (mint az elektrodinamikában).

A téregyenletek nemlinearitása: Megmutatható, hogy a metrikus tenzor véges sok deriváltjából felépülő bármely *tenzorialis* kifejezés

a metrikának nemlineáris kifejezése. Így bármely gravitációs téregyenlet, amely *csak* a metrikából és annak deriváltjaiból épül föl, *szükségképpen nemlineáris*. Speciálisan, az Einstein-egyenletek erősen nemlineáris parciális differenciálegyenlet-rendszert alkotnak. E nemlinearitások következtében az elmélet számtalan *nemperturbatív* effektust eredményez.

A gravitációs energiasűrűség hiánya: Ugyancsak a nemdinamikai geometriai háttér hiányának a következménye, hogy az általános relativitáselméletben nincs jól definiált gravitációs energia-impulzus *sűrűség* (Misner et al., 1973). Bármely ilyen sűrűség jellegű mennyiség *lényegileg* a koordináta-rendszertől és/vagy vonatkoztatási rendszertől függő (például pszeudotenzoriális) kifejezés. A *gravitációs energia-impulzus szükségképpen nem lokalizálható*. Jól definiált gravitációs energia-impulzus csak a téridő *kiterjedt* tartományaihoz rendelhető. Továbbá, minden integrális energia-impulzus kifejezés nem háromdimenziós térfogati, hanem csúpn *kétdimenziós zárt felületi integrál*. A *gravitációs energia-impulzus töltés jellegű kifejezés*.

Kauzális patológiák: Mivel a téregyenleteket nem egy metrikus geometriai háttéren, adott oksági viszonyok mellett kell megoldani, a megoldásokat a Minkowski-téridőben megszokotthoz képest nagyon eltérő oksági viszonyok is jellemezhetik. Például a Gödel-féle megoldásban a téridő minden pontján keresztül létezik *zárt, időszerű görbe*. Ez a lehető legdurvább kauzalitáérték (Penrose, 1972; Hawking – Ellis, 1973), mert ilyen görbék léte kauzális paradoxonokhoz („időutazás”) vezet: például előidézhethetünk a saját múltunkban olyan katasztrófát, amely megakadályozza megszületésünket, ami által mégsem idézhetjük elő a katasztrófát. Egy ilyen paradoxon

feloldása csak úgy lehetséges, ha nem írhatunk elő a mozgásegyenleteinkhez minden, a lokális természettörvényeink által megengedett kezdőfeltételt („nincs szabad akarat”), hanem csúpn olyat, amelynek az időfejlődése során a rendszer entrópiája nem változik.

Az elmélet prediktivitása: A fenti nehézségek motiválják azt a kérdést, hogy jól értjük-e az Einstein-egyenletek szerepét. A téridő egy *megoldása* az Einstein-egyenletek, vagy az csak az Einstein-egyenletekre vonatkozó *kezdeti-érték-probléma* megoldása? Ez utóbbiban ui. a fentihez hasonló kauzális patológiák nem fordulhatnak elő. Az Einstein-egyenletekre vonatkozó kezdetiérték-problémában azonban a kezdőadatok *nem feltétlenül* határozzák meg egyértelműen a *teljes* téridő geometriáját. A nehézségek oka itt is az, hogy az oksági viszonyok is a dinamika során „születnek”, és az időfejlődés nem egy adott oksági viszonyokkal bíró geometriai háttéren történik.

Konformisan invariáns struktúrák: A téridő görbütsége miatt a fénykúpok csúpn a téridő kis tartományain olyan szerkezetűek, mint a Minkowski-téridőben. A fénykúpok ezen lokális rendszerét a metrikának csúpn a *konform osztálya* határozza meg (Penrose, 1972; Hawking – Ellis, 1973). (A g_{ab} és g'_{ab} metrikák azonos konform osztályúak, ha van olyan Ω^2 pozitív függvény, amelyre $g_{ab} = \Omega^2 g'_{ab}$.) A metrika tehát természetes módon bomlik fel az oksági viszonyokat meghatározó *valamilyen* g'_{ab} és az Ω^2 (ún. konformis faktor) szorzatára. E felbontás fizikai jelentőségét az adja, hogy a fizika fundamentális, zérus nyugalmi tömegű részecskéket leíró téregyenletei (Maxwell-, Yang–Mills- és zérus tömegre a Dirac-egyenlet) invariánsak az Ω^2 konformis faktor megváltoztatásával szemben. Például a Higgs-bozon kivételével a részecskefizika standard modelljének *minden*

részecskéje ilyen! Hasonlóan, a *forrásmentes* Einstein-elmélet belső szabadsági fokainak a dinamikáját leíró egyenletek is invariánsak a konformis faktor megváltoztatására nézve, és csak az anyaghoz való *csatolásának módja* sérti ezt az invarianciát.

További általános relativisztikus jelenségek

Az elmélet a három klasszikus kísérleti bizonyíték mögötti effektusok mellett számos további, kísérletekkel is tesztelhető jóslattal bír. Ezek közül néhány:

A próbatetek mozgásegyenletei: Az anyag lokális energia-impulzusának megmaradásából következik, hogy pontszerű próbarészecské világvonala a téridőben *gyorsulásmentes görbe*, azaz *Newton I. axiómája az Einstein-elméletből származtatható*. Ha azonban a próbatestnek saját impulzusmomentuma is van, akkor a világvonala már nem gyorsulásmentes, és a gyorsulás a próbarészecske impulzusmomentumával és a téridő görbületi tenzorával lesz arányos. Ez az effektus a Gravity Probe B kísérlet alapja.

Időkésés: Bocsássunk ki radarjelet, amely a Nap mellett elhaladva visszaverődik egy másik bolygóról, majd visszatér a Földre. Most ismétéljük meg a kísérletet úgy, hogy a radarjel ne a Nap közelében haladjon el. Az elmélet szerint a jel futási ideje gravitációs téren való áthaladáskor *hosszabb*, mint a másodikban. Ez a Shapiro-féle időkésés-effektus.

Extrém gravitációs lencsésés és az Einstein-gyűrűk: A fény gravitációs forrás irányába történő elhajlása a gravitációs teret sok tekintetben a geometriai optika gyűjtőlencséihez teszi hasonlatossá. A geometriai optika számos jelensége (a kép elforgatása, nagyítása, torzítása, kauztikus felületek kialakulása, többszörös képek megjelenése stb.) megvalósul gravitációs térrel történő „lencsésés”

során is. A fényelhajlás extrém mértékű a fekete lyukak mint gravitációs források körül. Például egy fekete lyuk *mögötti* galaxis képe a fekete lyuk *körül* kialakuló *gyűrű* (egy vagy több ún. Einstein-gyűrű) (Wambsgenass, 1998).

Gravitációs hullámok: Az elmélet lineáris (gyenge tér) közelítésében a metrikus tenzor a Minkowski-téridő metrikájának és egy kis perturbációnak az összege. E közelítésben az Einstein-egyenletek a perturbációra vonatkozó *hullámegyenletre* redukálódnak. Sejthető, hogy az elméletnek vannak gravitációshullámmegoldásai. Ilyen hullámokat például nagy tömegek gyorsítása tud generálni. A kisugárzott gravitációs hullámok intenzitása azonban rendkívül kicsi. Például a sugárzási teljesítmény a Nap–Jupiter kettős rendszerre is csupán kb. 40 watt (Penrose, 2004)!

Elméleti jellegű, a megfigyelésekhez közvetlenül nem kapcsolódó, inkább az elmélet belső szerkezetére vonatkozó eredmények

A fény utolérhető! A speciális relativitáselmélet szerint, ha egy forrásból fényjelet indítunk, akkor a forrásból a fénnel egyszerre induló egyetlen nemzérus tömegű részecske sem képes a fényt utolérni. A gravitációs lencsézés következményeként az általános relativitáselmélet szerint ez mégis lehetséges. Ha ugyanis a forrásból induló, egymás közelében futó fényjelek fókuszálódnak, akkor a fényjelek története e fókuszpontokban elhagyja a fényemisszió mint esemény fénykúpját, és belép a fénykúp *belsejébe*. Így e történetek fókuszpont utáni szakaszai már véges tömegű részecskék segítségével is elérhetők. Hasonló fókuszálódás eredménye, hogy a speciális relativisztikus ún. ikerparadoxon problémájában már nem az ikerpár helyben maradó tagja öregszik jobban, ha a testvérrel történő talál-

kozás a fókuszpont után következik be (Penrose, 1972; Hawking – Ellis, 1973).

Fekete lyukak és téridő-szingularitások: Az Einstein-egyenletek Kerr-megoldása lokalizált, forgó forrás stacionárius gravitációs terét írja le. Ebben a forrás környezetében a gravitációs tér olyan erős, hogy az azt körülzáró egy bizonyos felületet átlépve minden részecske, beleértve a fotont is, már véges időn belül szükségképpen eléri a centrumot, ami (Penrose, illetve Hawking–Penrose szingularitástételei [Penrose, 1972; Hawking – Ellis, 1973] miatt) a téridő-geometriának valódi, *fizikai* szingularitása. Ez a felület félig áteresztő hártaként viselkedik: a külső tartományból részecskék léphetnek be a belső tartományba, de onnan semmi nem jöhet ki. Ez a felület az *eseményhorizont*, s az általa körülzárt tartomány a *fekete lyuk*. A horizontot megközelítő és a távoli megfigyelő számára fényjeleket kibocsátó minden részecske egyre nagyobb vöröseltolódásúnak és egyre kisebb luminozitásúnak látszik; és a horizont elérésének pillanatában a vöröseltolódás végtelenné, a luminozitás pedig nullává válik. Ezért *fekete* a fekete lyuk. E megoldás jelentősége az, hogy az általános relativitáselmélet egy, matematikailag még nem bizonyított sejtése szerint elég nagy tömegű anyag teljes gravitációs összeomlása során kialakuló aszimptotikus végállapot Kerr-megoldással írható le.

A gravitáció stabilitása és a pozitív energia tételek: A newtoni gravitációelméletben az anyag + gravitációs tér együttes rendszer teljes energiája tetszőlegesen nagy *negatív* értékű lehet az anyag egyre kisebb térrészbe zsúfolásával. Tehát látszólag tetszőlegesen nagy energia vonható ki egy gravitáló rendszerből a gravitációs kötési energia minden határon túli növelésével. Ez a newtoni gravitációelmélet által leírt rendszerek *lényegi instabilitá-*

sát mutatja. Az általános relativitáselmélet szerint azonban semmilyen anyagot nem zsúfolhatunk össze tetszőlegesen kis tartományba fekete lyuk kialakulása nélkül. Valóban, az általános relativitáselméletben bizonyítható, hogy reguláris anyageloszlások teljes energiája (még fekete lyukak jelenlétében is) mindig pozitív.

A fekete lyukak termodinamikája és a Hawking-sugárzás: Az anyag fekete lyukká történő teljes gravitációs összeomlása során óriási számú szabadsági fok, illetve az anyag mikroszkopikus állapotát jellemző *információ* tűnik el. Látszólag tehát fekete lyukak jelenlétében *sérül a termodinamika második főtétele*. E főtétele megtartása érdekében az anyag elvesző szabadsági fokainak kompenzálásként a fekete lyukakhoz entrópiát rendelünk. Ezzel lehetővé vált a termodinamika főtételeinek formális kiterjesztésére fekete lyukakat is tartalmazó rendszerekre. Hogy ehhez az entrópiához hőmérséklet is tartozik, és hogy ez az entrópia *fizikai* jelentéssel is bír, azt a Hawking-sugárzás megjósolt jelensége mutatja: a fekete lyukak a környezetükben a kvantummos vákuumból termikus eloszlással részecskéket keltenek, s a spektrum hőmérsékletét a fekete lyuk paraméterei (például tömege) meghatározzák. A fekete lyukak tehát kvantumosan sugároznak, azaz nem is teljesen feketék, s közben tömeget veszítenek. De a tömegük csökkenésével nő a hőmérsékletük, s az egyre gyorsabb ütemű „párolgásuk” robbanásban ér véget.

Az általános relativitáselmélet a kísérletek fényében

Szigorú értelemben az elmélet három klasszikus kísérleti bizonyítéka közül 1960 előtt valójában csak egy volt, a Merkúr perihéliumvándorlásának korrekt értelmezése (1% pontos-

sággal). A fényelhajlás mérését terhelő szisztematikus hibák miatt az eredmény később nem bizonyult meggyőzőnek, és a vöröseltolódás kísérleti kimutatására az 1960-as Pound–Rebka-kísérletig kellett várni (Will, 2014).

A hatvanas évekkel azonban olyan technológiai újdonságok jelentek meg (Mössbauer-effektus, lézer, mérer, interferométerek és atomórák, szupravezetők, radartechnika, műholdak stb.), amelyek új típusú kísérletek tervezését is lehetővé tették. Továbbá, már a 60-as évekre az általános relativitáselmélet alternatívájaként jó két tucat gravitációelmélet is megjelent, s felvetődött a kérdés, hogy ezek érvényességéről lehetne-e *kísérletileg* dönteni. A gravitációs kísérleteket két csoportba soroljuk: az elmélet(ek) kísérleti alapjait adók és az elmélet(ek) konkrét jóslatait tesztelők. A legfrissebb mérési eredményeket Clifford M. Will (2014) alapján idézzük.

Az alapkísérletek: az Einstein-féle ekvivalenciaelv

A modern gravitációelméleteknek ki kell elégíteniük a *szabadesés univerzalitásának* elvét, a *lokális Lorentz-invariancia* elvét és a *lokális pozícióinvariancia* elvét. E három kritérium együttese az *Einstein-féle ekvivalenciaelv*.

A szabadesés univerzalitásának elvét (vagy gyenge ekvivalenciaelvet) tesztelő kísérletek nagy része az Eötvös-kísérlet valamilyen finomítása, és célja az $\eta(A,B)$, ún. Eötvös-hányados nagy pontosságú mérése különböző (A és B) anyagokra az A és B anyag azonos gravitációs térben történő gyorsulása alapján. Például berilliumra és titánra $\eta(\text{Be}, \text{Ti}) < 2,1 \times 10^{-13}$. Az η faktor szétbontható a különböző elemi kölcsönhatások és azokon belül a különböző effektusok adta járulékok összegére. Így korlátok kaphatók arra, hogy milyen mértékben igaz a gyenge ekvivalenciaelv elektronra, protonra, neutronra, egyes

antirészecskékre, a gyenge vagy épp az elektromos vagy mágneses kötési energiára, a spin-pálya csatolásból eredő energiára stb.

A lokális Lorentz-invariancia követelménye szerint egyetlen *lokális, nemgravitációs* kísérlet sem mutathat ki kitüntetett irányt a téridőben; azaz a speciális relativitáselméletet *lokálisan* érvényesnek gondoljuk. Ez például a c fénysebesség irányoktól független állandóságát jelenti. Az erre vonatkozó kísérleti korlát $\Delta c/c < 3,2 \times 10^{-16}$.

A lokális pozícióinvariancia megköveteli, hogy bármely *lokális, nemgravitációs* kísérlet eredménye független legyen a kísérlet helyszíntől és idejétől. Ennek teljesülése *vöröseltolódás-mérésekkel* tesztelhető. (Bár Einstein a vöröseltolódást az elmélete jóslataként javasolta tesztelni, ez a jelenség valójában már a gyenge ekvivalenciaelv következménye, függetlenül a téregyenletektől. Így a vöröseltolódás mérésével a gyenge ekvivalenciaelv tesztelhető, *feltéve*, hogy a lokális Lorentz- és pozícióinvariancia követelménye teljesül. Megfordítva, a vöröseltolódás mérése a lokális [térbeli] pozícióinvariancia tesztelése, *ha* a gyenge ekvivalenciaelv és a lokális Lorentz-invariancia teljesül.) A Gravity Probe A kísérlet eredménye szerint a lokális (térbeli) pozícióinvariancia sérülésének mértéke kisebb mint $0,0002$ (míg a Pound–Rebka-kísérlet által adott felső korlát $0,02$). A lokális időbeni pozícióinvariancia tesztelése a nemgravitációs fizikai állandók időbeli változásának mérését jelenti: például az elektron és a proton tömegének arányára a változás kisebb mint $3 \times 10^{-15}/\text{év}$.

További kísérletek

A kísérletek második csoportjába az egyes elméletek speciális jóslatainak ellenőrzése tartozik. Technikai okok miatt ezt két alcso-

portra bontják: a Naprendszerben, illetve az annál nagyobb (galaktikus vagy kozmológiai) skálán elvégezhető kísérletekre, mérésekre. A naprendszerbeli kísérletek során ugyanis (relativisztikus skálán) a sebességek és a tömegek kicsik, és a gravitációs tér gyenge. Ez az alapja az ún. PPN (paraméterezett poszt-newtoni) formalizmusnak, ami az egyes gravitációelméleteket a newtoni limeszhez adott korrekcióival parametrálja tíz dimenziótlan paraméter segítségével. Ebben az elméleti keretben az egyes alternatív elméletek is összehasonlíthatók. Az egyes kísérletek (például a Shapiro-féle időkécsés, a fényelhajlás, a Merkúr perihéliumvándorlásának vagy épp a Gravity Probe B kísérletben a pörgettyű precessziójának a mérése) tekinthetők e paraméterek méréseinek. A mérési eredmények tipikusan 10^{-4} – 10^{-9} pontossággal azonosak az Einstein-elméletnek megfelelő értékekkel.

Számottevő intenzitású gravitációs hullámok csak kataklizmaszerű asztrofizikai folyamatok (például szupernóva-robbanások, neutroncsillag-ütközések) során remélhetők. Ezek távolsága azonban olyan nagy, hogy a detektorainkban csak nagyon kis effektusokat okoznak. A gravitációs hullámokat elvben többféle alapelven működő detektorral (például piezokristályokban keltett térbeli feszültség, vagy egymás közelében szabadon mozgó részecskék relatív gyorsulásának mérésével) is lehet érzékelni. Legegyszerűbb egy adott szakasz gravitációs hullámok okozta távolságváltozásának mérése interferometriával. A most épülő gravitációshullám-detektorok is ezen az elven működnek. A kívánt mérési pontosság legalább 10^{-18} . Mintha egy 1 km hosszú szakaszt akarnánk megmérni egy atommag átmérőjének a pontosságával...!

Habár gravitációs hullámok közvetlen detektálása még nem sikerült, ilyen hullámok

léte van közvetett bizonyítékunk. A PSR 1913+16 jelű pulzár egy olyan kettős rendszer egyik tagja, amelynek a pályaadatái (keringési idő, excentricitás stb.) nagyon pontosan mérhetők. Az általános relativitáselmélet szerint azonban ez a kettős rendszer gravitációsan sugároz, a sugárzás által okozott folyamatos energiavesztés miatt a két objektum fokozatosan egyre közelebb kerül egymáshoz, és a sebességük egyre nő. A pulzár közel harminc éven keresztül történő folyamatos megfigyelése alapján a kettős pályaadatának változása $0,5\%$ hibahatáron belül egyezik az általános relativitáselmélet sugárzási formulája alapján számolt értékkel (*Russell Hulse és Joseph Taylor*, 1993. évi fizikai Nobel-díj).

Alkalmazások

A *GPS-rendszerek*: működésük alapelve az, hogy a Föld felszínének bármely pontjából nézve a horizont fölött mindig van négy jeladó műhold, s az ezekről való távolság meghatározásával állapítjuk meg a helyzetünket (Ashby, 2003). A távolságot mikrohullámú jelek futási idejének meghatározásával mérik. Azonban a műholdak nagy sebessége és a magassággal gyengülő gravitációs tér miatt a műholdakon elhelyezett nagyon pontos atomórák a földi órákhoz képest *idődilatációt*, illetve *gravitációs kékeltozódást* szenvednek. Ez a Föld felszínén 15 méter pontosságú helymeghatározást várva a műholdak óráinak napi újraszinkronizálását teszi szükségessé. Az eltérés napi -7 μs , illetve 46 μs . A sokkal nagyobb pontosságot igénylő katonai üzemmódban további korrekciók is szükségesek.

Relativisztikus asztrofizika: A csillagokban a fúziós energiatermelés leállása után kialakuló egyensúlyi állapot jellege a csillag tömegétől függ. Fehér törpecsillagokban az elektronok, míg neutroncsillagokban a neutronok

ultrarelativisztikus elfajulási nyomása tart egyensúlyt a gravitációs vonzással (*Subrahmanyan Chandrasekhar*, 1983. évi fizikai Nobel-díj). Ha azonban a neutroncsillag tömege legalább $2,5$ – 3 naptömegnyi, akkor már a neutroncsillag-állapot sem stabil, és gravitációs összeomlás során *fekete lyuk* jön létre. Infravörös, keményröntgen- és gammatartománybeli megfigyelések mutatják, hogy a Tejútrendszer középpontjában is egy extrém nagy tömegű fekete lyuk (Sagittarius A*) van. A lyuk tömege $4,3$ millió naptömeg, sugara 44 millió km, ami majdnem a Merkúr pályájának a sugara! Tehát az általános relativitáselmélet által megjósolt fekete lyuk mint asztrofizikai objektum léte *tény*.

A fényelhajlás általános relativisztikus jelensége mint *eszköz* felhasználható az univerzum nem látható (ún. sötét) anyaga eloszlásának a feltérképezésére is. Ismerte-e lencsézés törvényeit, meghatározható a fényelhajlást okozó tömeg eloszlása.

Relativisztikus kozmológia: *Edwin Hubble* megfigyelése, hogy a távoli galaxisok a távolságukkal arányos sebességgel távolodnak tőlünk, természetes módon értelmezhető az Einstein-egyenletek *Alekszandr Fridman* által adott homogén és izotrop kozmológiai megoldásában: az Univerzum *tágul*, és ez a tágulás mintegy $13,6$ milliárd évvel ezelőtt kezdődött. A $2,726$ K-es termikus, mikrohullámú kozmikus háttérsugárzás e táguló, $370\,000$ éves univerzum forró időszakának a maradványa (*Arno Penzias és Robert Wilson*, 1978. évi fizikai Nobel-díj). A háttérsugárzás hőmérséklet- és szögeloszlását egyre pontosabban a COBE (*John Mather és George Smoot*, 2006. évi Nobel-díj), WMAP és Planck űrszondák mérték, utóbbi mikrokelvint pontossággal. A mért anizotrópia ($\Delta T/T$) nagyságrendje 10^{-5} . De a háttérsugárzás nagyfokú

izotrópiája miatt nagy skálán a barionos anyagnak is hasonlóan kell eloszlania, mert egy erősen inhomogén anyageloszlás már eltorzítaná a háttérsugárzás izotrópiáját. A forró univerzum fenti, ún. ősrobbanásos modellje a megfigyelések tükrében tehát *tény*.

De mi az oka a háttérsugárzás eme hihetetlen mértékű izotrópiájának és az anyag homogén eloszlásának? Valóban ilyen speciális kezdeti feltételekkel indult az Univerzum története, vagy ez csupán egy termalizációs folyamat eredménye? A standard kozmológiai modellben azonban az ősrobbanás utáni 370 000 év nem lehetett elég a termalizációra, mert az Univerzum sokkal nagyobb, mint amekkora távolságon belül az anyag ennyi idő alatt termalizálódhat. Ez az ún. horizont-probléma, amit az inflációs kozmológiai modellek az Univerzum nagyon korai szakaszában egy óriási mértékű tágulással (*infláció*) próbálnak magyarázni (egy hipotetikus és a részecskefizikai modellekbe nem illeszkedő mező feltételezésével). A másik lehetőség, hogy elfogadjuk: az Univerzum tágulása *valóban* egy ilyen kivételes (nek tűnő) állapotból indult. Roger Penrose (2004, 2010) érvelése szerint ugyanis, ha a nagyfokú homogenitás termalizáció eredménye volna, akkor a kezdeti állapot kisebb entrópiájú, azaz *még ennél is speciálisabb* kellett volna hogy legyen! A termikus állapot ugyanis az összes lehetséges makroállapot között a legvalószínűbb.

Einstein még Hubble megfigyelései előtt kereste a téregyenletei kozmológiai megoldásait. Az akkori elképzeléseknek megfelelően az Univerzumot statikus megoldással próbálta modellezni. Az Einstein-egyenleteknek azonban ilyen statikus kozmológiai megoldása nincs. Ezért Einstein kissé módosította a téregyenleteit, az egyenletek bal oldalához hozzáadva egy Λg_{ab} extra tagot, ahol Λ a koz-

mológiai állandó. Hubble megfigyelései, illetve a Fridman-megoldás nyomán a kozmológiai tag szükségétellenek tűnt. A távoli szupernóva-robbanások megfigyelt fényességének a vöröseltolódás függvényében történt elemzése azonban azt mutatta, hogy – a várakozásokkal ellentétben – az Univerzum tágulásának a sebessége *nő* (Saul Perlmutter, Adam Riess és Brian Schmidt, 2011. évi fizikai Nobel-díj). Ezt vagy egy furcsa tulajdonságú, például *negatív nyomású* anyag (ún. sötét energia), vagy az Einstein-egyenletekben mégiscsak jelenlevő, $\Lambda = 10^{-56} \text{ cm}^{-2}$ értékű kozmológiai állandó okozza. A kozmológiai állandó *pozitivitása* az alapja Penrose (2010) konformisan ciklikus kozmológiai modelljének is.

Nyitott kérdések

Habár nem ismert az általános relativitáselmélettel nem kompatibilis jelenség vagy kísérleti tény, számos kérdés vár még válaszra. Ezek sokszor a fizika más ágaihoz való viszony kapcsán fogalmazódnak meg.

Általános relativitáselmélet – termodinamika: Ha egy nagy entrópiájú, de nagyon kis tömegű testet dobunk egy fekete lyukba, akkor a lyuk eseményhorizontjának felszíne nem nő annyival, mint amennyi kompenzálhatná a test külvilág számára elvesző entrópiáját. Ezt elkerülendő, Jacob Bekenstein lokalizált rendszerek entrópiájára abszolút felső korlát létét posztulálta a rendszer lineáris mérete és belső energiája segítségével. Kérdés azonban a korlát pontos matematikai alakja, és annak bizonyítása realiztikus fizikai rendszerekre. A gravitáció és a termodinamika egy további lehetséges kapcsolatára utal, hogy az Einstein-egyenletek termodinamikai megfontolásokból is származtathatók. A termodinamikai fogalmak és analógiák szisztematikus felbukkanása a gravitáció kapcsán jelen-

ti-e azt, hogy e két diszciplína között mélyebb kapcsolat van, hogy például a gravitáció csupán egy alapvetően *effektív*, termikus jelenség?

Általános relativitáselmélet – elemi részek fizikája: Ha a gravitáció az általános relativitáselmélet szellemének megfelelően valóban *nem* kölcsönhatás, hanem téridő-geometria, akkor mi lehet a gravitáció (univerzális) szerepe az elemi részek egy egyesített modelljében? Például az, hogy a konform-invarianciát sértő csatolásával (a Higgs-bozonhoz hasonló módon) tömeget generáljon, csak jóval nagyobb energiaskálán? Vagy a gravitáció inkább az alapvető töltött részecskék pontszerűségéből fakadó divergenciák természetes regularizátora?

Általános relativitáselmélet – kvantumelmélet: Pragmatikus szempontból (a jelenlegi gyorsítóenergiák mellett) a klasszikus tér- és időfogalmunk a kvantumos folyamatok leírásában még kielégítőnek tűnik; mint ahogy olyan jelenségeket sem ismerünk, amelyek gravitációs környezetben a kvantumelmélet módosítását tennék szükségessé. Saját területén mindkét elmélet nagyszerűen „működik” a másik jelenségcsoporttól függetlenül. A két elmélet azonban strukturálisan és koncepcionálisan is nagyban különbözik egymástól, s e különbségek például erős külső gravitációs térben levő kvantumrendszerek leírása során már jelentkeznek. Például kérdés, hogy nagy tömegű kvantummechanikai rendszerek spontán lokalizációjában, a hullámfüggvény *objektív* redukciójában játszik-e szerepet a gravitáció. Itt a gravitáció a kvantummechanikai unitaritás objektív sérülését eredményezné. Erős külső gravitációs térben, például fekete lyuk környezetében már a mezők kvantumelméletének a *definíálása* is kérdéses. A Poincaré-szimmetria hiánya a kvantumtérelméletekben szükségképpen *kevert* állapotot-

kat eredményez. Ennek speciális, *termikus* állapotot adó extrém formája a Hawking-sugárzás.

E példák alapján gondolhatjuk-e, hogy a gravitáció kvantumelméletben játszott szerepe a kvantumos tiszta állapotok *dekoherálása*? Ma is vita tárgya, hogy a Hawking-sugárzásban fellelhetők-e olyan korrelációk, amelyek egy tiszta állapotú kvantumos rendszer gravitációs összeomlása során kialakuló fekete lyuk környezetéből származnak, és amelyek segítségével a kezdeti tiszta állapot rekonstruálható, vagy az unitaritás valóban durván sérül a fenti folyamatban.

A nagy rejtély, a kvantumgravitáció: Ismert, hogy egy olyan elmélet, amelyben az anyagot kvantumosan, a gravitációt pedig klasszikus módon írjuk le, nem önkonzisztens. Tehát az Einstein-féle gravitációelmélet (és ezzel egy időben valószínűleg a jelenlegi kvantumelmélet is) módosítandó, és a kvantumgravitációs jelenségek tipikusan $1,6 \times 10^{-33}$ cm hosszúság-, $5,4 \times 10^{-44}$ s idő- és $2,2 \times 10^{-5}$ g tömegskálán várhatók. Azonban két példát is ismerünk arra, hogy egy klasszikus elmélet hogyan viszonyul a mélyben rejlő kvantumelmülethez: ahogy a Maxwell-féle klasszikus elektrodinamika viszonyul a kvantumelektrodinamikához, és ahogy a fenomenologikus termo- és hidrodinamika a (kvantum) statisztikus fizikához. Az előbbi esetben a gravitációt *alapvető* jelenségnek gondoljuk, és annak belső, fizikai szabadsági fokait „kvantáljuk”; míg az utóbbiban a gravitáció csupán egy *effektív* jelenségcsoport, például az akusztikához hasonlóan. Kérdés, hogy a gravitáció melyik csoportba tartozik.

A gravitáció egyetlen jól definiált kvantumelméletét sem sikerült eddig megalkotni. Egy ilyen kvantumelmélet bizonyosan nem definiálható perturbatív módon, mert az már

ismert módon *nem renormálható*. Az eddigi kvantumgravitációs próbálkozások sikertelenségének hátterében azonban nemcsak technikai nehézségek állnak, hanem az eddig elhanyagolt koncepcionális problémák mind felbukkannak. Az egyik legismertebb az *idő problémája*: az idő mást jelent az általános relativitáselméletben és a szokásos kvantumelméletben, és míg az előbbiben a metrikus tartalommal bíró idő a dinamikában *születik*, addig a kvantumelmélet a dinamikához *igényli* külső, a priori adott metrikus idő létét. Az ilyen jellegű koncepcionális kérdések tisztázása nélkül nem látszik lehetségesnek a gravitáció kvantumelméletének megalkotása.

Ha a gravitáció csupán effektív jelenség, akkor az idő és tér csak makroszkopikus közlítő fogalmak, és tág tere nyílik a téridő mikroszkopikus szerkezetére vonatkozó spekulációknak. A különböző próbálkozások jó összefoglalója található Penrose (2004) művében.

Jelentősége, tanulmányai és filozófiai vonatkozásai

Az általános relativitáselmélet egy tisztán elméleti jellegű problémából, a gravitációs jelenségek és a speciális relativitáselmélet kompatibilitásának igényéből született. A Merkúr perihéliumvándorlásának problémájától eltekintve nem voltak olyan jelenségek, kísérletek, amelyek kényszerítették volna az általános relativisztikus gravitációelmélet kidolgozására. Így a megoldás is tisztán elméleti jellegű, amelyben filozófiai elvek (elsősorban a pozitívizmus és Ernst Mach hatása) és kon-

cepcionális kérdések alapvető szerepet játszottak. Ennek következtében az eredmény sem mentes a mély filozófiai következményektől.

Az új elmélet gyökeresen ártértelezte a tér és idő jelentését, még a speciális elmülethez képest is. Az idő és a térbeli távolság nem csupán „relatív”, azaz megfigyelőfüggő, hanem azok egy *dinamikai változóból* épülnek föl a téregyenletek megoldása után. A térbeli távolság és az idő is dinamikai folyamatban *születik*. Lánczos Kornél (1978) szerint ezzel eredménnyel Einstein el is szakadt a pozitívizmustól, és gondolkodásmódjára egyre inkább az univerzális elvekben való hit, egyfajta platonizmus lett jellemző.

Az általános relativitáselmélet megszületése történetének van tudománypolitikai tanulsága is: nemcsak azok a kutatások legitimek, amelyek célja még nem értett kísérleti tények, illetve jelenségsoportok értelmezése, hanem azok a tisztán elméleti kutatások is, amelyek fizikai elméletek belső szerkezetére vonatkoznak, vagy az önmagukban „jól működő” elméletek fogalmi rendszerei közötti *inkompatibilitásokat* próbálják feloldani. Ilyen vizsgálat vezetett a sugárzást adó extra tag beillesztéséhez a Maxwell-elméletbe, és ilyenek a kvantumelmélet és az általános relativitáselmélet fogalmi rendszereinek összebékítésére irányuló próbálkozások is. Ha van kutatói attitűd, amely Einstein szellemiségéhez közel áll, akkor ez bizonyosan.

Kulcsszavak: *általános relativitáselmélet, téridő, gravitáció, ekvivalenciaelv, Albert Einstein*

IRODALOM

Ashby, Neil (2003): Relativity in the Global Positioning System. *Living Reviews in Relativity*. 6, 1; DOI: 10.12942/lrr-2003-1 • <http://relativity.livingreviews.org/Articles/lrr-2003-1/>
Ashtekar, Abhay – Geroch, Robert (1974): Quantum

Theory of Gravitation. *Reports on Progress in Physics*. 37, 10, 1211–1256.

Einstein, Albert (1911): Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes. *Annalen der Physik*. 35, 898–908. • <http://www.itp.kit.edu/~sahlmann/pdfs/propagation%20of%20light.pdf>

Einstein, Albert (1915): *Die Feldgleichungen der Gravitation*. Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften. (Part 2), 844–847. • http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/get_file?pdfs/SPAW/1915/1915SPAW.....844E.pdf
Einstein, Albert (1916): Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. *Annalen der Physik*. 49, 769–822. • http://www.physik.uni-augsburg.de/annalen/history/einstein-papers/1916_49_769-822.pdf
Einstein, Albert (1971): *Válogatott tanulmányok*. Gondolat, Budapest
Hawking, Stephen W. – Ellis, George F. R. (1973): *The Large Scale Structure of Spacetime*. Cambridge University Press, Cambridge
Lánczos Kornél (1978): *Einstein évtizede 1905–1915*. Gondolat, Budapest
Misner, Charles – Thorne, K. P. – Wheeler, J. A. (1973): *Gravitation*. Freeman, San Francisco

Pais, Abraham (2005): *The Subtle Is the Lord: The Science and the Life of Albert Einstein*. Oxford University Press, Oxford
Penrose, Roger (1972): *Techniques of Differential Topology in Relativity*. SIAM, Philadelphia
Penrose, Roger (2004): *Road to Reality*. Jonathan Cape, London
Penrose, Roger (2010): *Cycles of Time*. The Bodley Head, London
Wambsgenass, Joachim (1998): Gravitational Lensing in Astronomy. *Living Reviews in Relativity*. 1, 12, <http://www.livingreviews.org/lrr-1998-12>
Will, Clifford M. (2014): The Confrontation between General Relativity and Experiments. *Living Reviews in Relativity*. 17, 4 • <http://relativity.livingreviews.org/Articles/lrr-2014-4/>
URL1 http://en.wikipedia.org/wiki/General_relativity
URL2 http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_scientific_publications_by_Albert_Einstein



Tanulmány

MIT ÖRÖKLÜNK ÉS MIT NEM? PERSPEKTÍVA ÉS REALITÁS

Falus András

az MTA rendes tagja
falus.andras@med.semmelweis-univ.hu

Bevezetés

A modern biológia lényege az a hierarchikus komplexitás, amely az életfolyamatok komponenseinek hálózatosan rendezett és szabályozott rendszerében valósul meg. A hatalmas adathalmazokat tároló, interneten többségében szabadon elérhető genomprogramok felgyorsult kiteljesedése, a genetikai anyag (DNS, RNS) lineáris „betűsorrendjének elolvasása” újgenerációs szekvenálási eljárásokkal egyre hatékonyabb, ugyanakkor mind olcsóbb megvalósítása hatalmas mértékben növelte a genetikai/genomikai tudásunkat. Mindez legújabbán kiegészült a magasabbrendű és mikrobiális szervezetek ökoszisztémaként tekinthető együttélésének és szimbiotikus kölcsönhatásának tanulmányozásával is.

Ugyanakkor, a rendszerelvű biológia és orvostudomány korában, a szinte galaktikus dimenziójú adat bibliomikai narratívájában egyre nagyobb szerepet kap a külső és belső környezet hatásait tükröző epigenetika is. Az epigenetikai szabályozás azon változások összességét jelenti, amely a környezet hatásá-

ra szabályozza az örökölt információk aktivitását, bekapcsolhatja, felerősítheti vagy akár lecsendesítheti, sőt ki is kapcsolhatja azokat. Az epigenetikai következményekkel járó környezeti hatások közé tartoznak az anyai hatások a magzati élet során, a táplálkozás, a mozgás, a toxinok és fertőzések hatásai, valamint a klíma és annak változásai. Ezeken túl manapság egyre meggyőzőbb bizonyítékok utalnak a mentális, pszichoszociális és meditativ, valamint szociológiai tényezők sokaságának hatására a szüleinktől **örökölt biológiai jellegek érvényesülésére**.

A genomikai és epigenetikai adatok feldolgozása, algoritmusba sorolása egészen új, nagy halmazokat kezelő (bio)informatikai eljárásokat igényel. Létrejött a *computational biology*, amelyet ma már a világ első vonalbeli egyetemei tanszéki szerveződésekben reguláris tantárgyként oktatnak.

Ez a cikk a személyre szabott orvoslás perspektívájából kísérel meg bemutatni a genomikai és a fizikai, valamint mentális és kommunikációs faktorok együttes érvényesülését, továbbá a bioinformatikai gondolko-

dás és eszközrendszer felé irányuló, egyre nagyobb kihívásokat.

Genetika–epigenetika

Az örökítőanyag, a dezooxiribonukleinsav (DNS) és a ribonukleinsav (RNS) úgy épül fel, mint egy csigavonalban (helikálisan) felcsavarodott létra, ahol a foszforsav és egy öt szénatomszámú cukor képezik a létra szarait. Maguk a „létrafokok” univerzálisak az egész élővilágban, négyfélék lehetnek, ezek az adenin (A), guanin (G), citozin (C) és timin (T) nukleotidbázisokat jelentik (az RNS-ben T helyett uracil [U] található). A kétláncú nukleinsavak helikális szerkezetében a G-hez mindig C, az A-hoz pedig a T/U kapcsolódik. Egy emberi ivarsejtben, 23 kromatinszámban (osztódáskor megrövidülve és megvastagodva kromoszómában) összesen mintegy 3,2 milliárd nukleotidbetű található, a testi sejtekben 23 pár (egy-egy apai és anyai) kromoszóma hordozza az örökölt információt a nukleotidok lineáris sorrendje által. A DNS-ről RNS-másolat készül (átírás=transzkripció), ezek egy része az ún. „küldönc” (messenger) mRNS, melyek nukleotidsorrendje alapján a sejt citoplazmájában fehérjék szintézise (lefordítás = transláció) jön létre. Az RNS-ek jelentős része nemkódoló RNS, azaz nem kerül transzlációra, hanem nagyon lényeges szabályozó funkciót lát el (például mikroRNS-ek, lásd később).

A genetika hagyományos szemlélete szerint a DNS-lánc bizonyos szakaszairól, a génekről tervrajyszerűen egy-egy fehérje képződik. Egyre több ismeretünk van az eddig mesterségesen (didaktikailag?) külön kezelt, bár az empiria által korábban is figyelembe vett, a DNS-betűsorrendet nem érintő, de az abban kódolt információ kifejeződését (génexpressziót) módosító hatásokról. Ismert

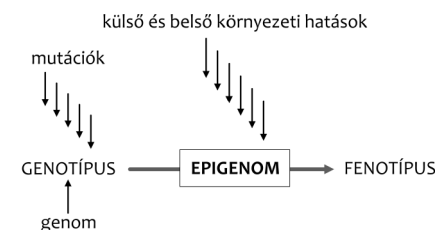
az is, hogy ezek a kovalens kémiai változásokat okozó hatások legtöbbször reverzibilisek és gyakran öröklődőek is (Jablonka, 2012).

Az elmúlt években közelebb kerültünk az epigenetika mechanizmusainak megértéséhez, nagyrészt a DNS-metiláció és a kromatin/hisztónstruktúra szabályozásának kutatásával.

Az *epigenom* a sejt epigenetikai módosulásainak összessége. Ahogyan egy megtermékenyített petesejt (a legalapvetőbb embrionális őssejt) is, a szervezet kifejlődése során több sejtvonallá differenciálódik, úgy egy genom és annak egyes szakaszai is, függően a külső és belső környezettől, többféle szinten „szólalhatnak meg”. Ennek megfelelően a genotípus az epigenomon keresztül, azaz jelentős részben a környezeti hatások által szabályozottan határozza meg a fenotípust, azaz lényeges hatást fejt ki a szervezet külső és belső, makroszkopikus és mikroszkopikus, kémiai és fizikai tulajdonságaira és funkcióira (1. ábra).

Az epigenetikai hatások molekuláris következményei

1. *Transzkripció szinten ható epigenetikai módosítások* • A sejtmagon végzett elektronmikroszkopos vizsgálatok régóta ismerik az eukromatin (lazább, kevésbé spirálizált, világosabb) és a heterokromatin (erősen spirálizált, tömöttebb, sötétebb) fogalmát. Előbbi aktív, utóbbi

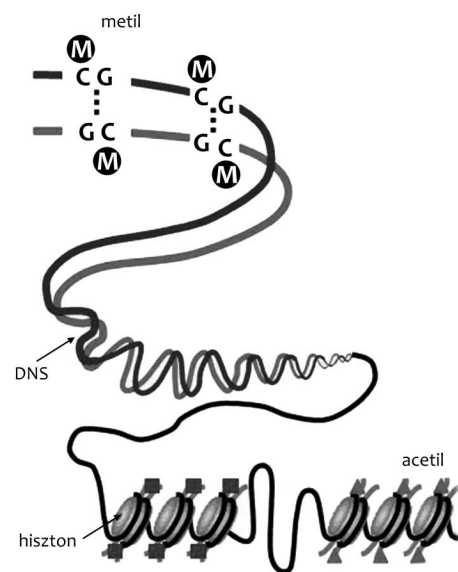


1. ábra • Az epigenom módosítja a genotípus érvényesülését

bi kevésbé aktív génaktivációra utal (Alberts et al., 2002). Ma egyre többet tudunk arról, hogy ezeket a változásokat többek között az említett kovalens és reverzibilis kémiai módosítások okozzák.

Az egyik legismertebb epigenetikai változás a DNS metilációja (Mamrut et al., 2013) (2. ábra). Ez utóbbi során az örökítőanyag citozin-guanin páriaihoz (CpG-szigetek) egyedi mintázatot követve kapcsolódnak a metilcsoportok. A metilált citozinhoz ezután metilkötő fehérjék sora kapcsolódhat. Ezek mind az adott helyen működő gén transzkripciójának gátlását okozzák. Nagyon lényegesek a demetiláz enzimek is, amelyek eltávolítják a metilcsoportot a citozinokról (ezzel lazítják, és így aktiválják a kromatinszerkezetet).

A hisztonfehérjék a kromatin szerkezeti elemei, a DNS-lánc ezek köré tekeredik fel, mintázatuk, módosulásaik (a „hisztonkód”) (Hunt et al., 2013) úgy befolyásolja a DNS



2. ábra • A DNS metilációja és a hisztonfehérjék acetilációja

működését, hogy az erősen spiralizált szakaszokról nem, a széttékeredettebb szakaszokról inkább képesek az általuk leírt fehérjék szintetizálódni. Számos kovalens hisztonmodifikációt ismerünk, például: foszforiláció, metiláció, acetiláció. Legtöbbet a hisztonacetilációról tudunk (Boros, 2012; Koutsounas et al., 2013). Függően attól, hogy melyik aminosavat érinti az acetiláció, fokozódhat (transzkripció csökken) vagy csökkenhet (transzkripció fokozódik) a kromatin spiralizációja (2. ábra).

2. *Transzlációs szinten ható epigenetikai módosítások* • A korábban említett, nemkódoló RNS-ek a transzláció szabályozásában vesznek részt, azáltal, hogy a specifikusan mRNS-ekhez kötődve azok transzlációját gátolják (Falus – Molnár, 2008). Ezek a kicsi RNS-ek szekvenciaspecifikusan kapcsolódnak a mRNS-ek 3' végéhez, amivel a mRNS lebontását (például növényekben) vagy blokkolását (állatokban, emberben) idézik elő. A folyamatban számos fehérje is részt vesz. A mikroRNS-ek mellett legújabban a kivágódott intronok (mirtronok) mRNS-t blokkoló hatását is igazolták.

3. *Pozicionális hatások és telomerek* • Legújabban a kromatinszerkezet-pozicionálás megváltozását, a sejtmagon belüli kromatinátrendeződéseket is epigenetikai hatásoknak tulajdonítják (Zhu et al., 2013). Egyes epigenetikai hatások a DNS-struktúra hozzáférhetőségét, mások a rendkívül jelentős sejtleletani funkciót ellátó telomerek hosszát befolyásolják. Ettől a szakasztól függ ugyanis a kromoszómák stabilitása, a telomera nélküli kromoszómák hajlamosabbak a fúzióra, ami rendellenes működéshez vezet. Másik funkciójuk, hogy a sejtosztódáskor bekövetkező DNS-másolás során fenntartják a lánc normális hosszát. A régió jellegzetes, guaninban gazdag szakaszát egy telomera nevű enzim szinteti-

zálja (Beery et al., 2012). A telomerek a kromoszómák végén található, a kromoszómák integritásának, stabilitásának megőrzésében elengedhetetlenül fontos „kupakszerű” régiók. A telomereknek valószínűleg szerepük lehet a sejtmag háromdimenziós szerkezetének kialakításában is.

Legújabb eredmények szerint bizonyos környezeti hatások (például vírusfertőzések) a genomon belül jelentős arányban előforduló ugráló genetikai elemek (transzpozonok) aktiválódására hatnak, tehát a genetikai elemek mobilitása is, legalább is részben, epigenetikai kontroll alatt áll (Fedoroff, 2012).

Az epigenetikai változásokat előidéző hatások

Ezek közé soroljuk az anyai hatást a magzat kihordása során, az egyedfejlődést irányító külső faktorokat, a külső és belső környezet tényezőit, mint amilyen a stressz, a táplálkozás, a sport, a fény, a dohányzás, az alvásminőség, vagyis az életmód, valamint a pszichoszociális környezet. Ezek mind módosíthatják a genom aktivációját, ezért a kutatók *epigenetikai* tényezőknek nevezik őket.

A sokrétű anyai hatásban, az átlag negyvenhetes közvetlen anya–magzat kapcsolat során túlmenően az anya táplálkozásán, mozgási aktivitásán és esetleges betegségeinek hatásán túl sok más hatás érvényesül (Soubry et al., 2013). Ilyen az anyai hang, beszéd is, amelynek jelentőségét ma már epigenetikai mérések is igazolják. Az anyai hatás folytatódik a születés után az érintés és illatanyagok hatására is. Kiemelt epigenetikai jelentőséget tulajdonítanak a szoptatásnak.

A táplálkozás feltételezhető epigenetikai vonatkozásaira (Ivanova et al., 2012) utal például az egerek szörzetszínének öröklődésmentes, melyet a vemhes anyák táplálékának módosításával lehet befolyásolni. Egy genisz-

tein nevű szójaösszetevő például a DNS-molekula egyes szakaszain hipermetilációt okoz, amely az ivadékokban mozaikos, foltos szörzetet eredményez, de hatására az allergiás légúti betegségek gyakorisága is nő.

Nagyon lényeges epigenetikai tényező a mozgás, a sport (Ehlert et al., 2013). Kiderült például, hogy a rendszeres testmozgás gyulladásgátló hatású, mivel a vázizomzatban is termelődik interleukin-6, amely fokozóan hat a cukor- és zsírlebontásra.

Ami a pszichoszociális környezet epigenetikus hatásait illeti, már végeztek vizsgálatot például olyan anyákon, akik krónikusan beteg gyereket gondoztak. Bennük aktívabban ment végbe a DNS-végeken elhelyezkedő telomerrégiók rövidülése, azaz a sejttöredés és a telomera a megfigyelt anyákban alacsonyabb aktivitást mutatott a kontrollcsoport-hoz képest. Ezt a jelenséget állatmodellekben is észlelték (Lieberman et al., 2012; Combs-Orme, 2013).

A jövő: személyre szabott orvoslás

A személyre szabott medicina és a tudatos egészségnevelés: a primer prevenció (Najafzadeh et al., 2013) az epigenom szintjén történik.

A betegségek genetikai struktúrájának felderítése óriási jelentőségű az orvoslás szempontjából, hiszen számos esetben ugyanaz a gyógymód (vagy gyógyszer) mindenkinek segít, míg gyakran minden betegnél más beavatkozás lesz a leghatékonyabb.

A távlati célok megvalósulásáig azonban még több kritikus problémát kell megoldani.

Először is szükség lesz még sokkal több ember genomszekvenciájának ismeretére. 2010 végén fejeződött be az ún. „1000 genom projekt”, ennek alapján 2012-ben publikálták *ENCODE* cím alatt (Encode Project Consortium, 2012) az eredményeket. Kínai genetikai-

sok közeli célul tűzték ki több millió ember teljes genomjának elolvasását. Az „új generációs szekvenálási módszerek bekertülése és rohamosan csökkenő költségei miatt igen valószínű, hogy ez a cél pár éven belül meg fog valósulni. Ez valóban genomszintű asszociációs vizsgálatokat (GWAS) tesz majd lehetővé.

Másodszor, meg kell tudnunk mondani minden egyes variánsról, hogy hozzájárul-e a betegséghez vagy például egy adott gyógyszer lebontásának kinetikájához, és ha igen, milyen mértékben. Ennek megállapítása igen nehéz feladatnak ígérkezik, mert a betegségeket okozó variánsok száma valószínűleg nagy és a legtöbb emberben különböző.

Mindazonáltal ennek a genetikai információnak a birtokában megbecsülhető lesz majd a betegségek kialakulásának genetikai kockázata még azok bekövetkezése előtt, ami tudatos epigenetikai beavatkozási lehetőséget nyújthat a megelőzésre. A primer prevenció egyik lehetősége az epigenetikai hatások

módosítása. Például az elhízásra hajlamosító genetikai variánsokat hordozó gyerekeknél korai életmódváltoztatással a későbbi, az elhízással fokozottabban hajlamosító megbetegedés elkerülhető lehet. Ezen a szinten is lényeges a teljes epigenom vizsgálata (EWAS).

Végül a genetikai információra alapuló orvoslás talán legnagyobb kihívása a variánsokat hordozó gének működését célzottan befolyásoló és legkisebb mellékhatást előidéző gyógyszerek, illetve személyre szabott vakcinák kifejlesztése lesz.

Nem kétséges, hogy a személyre szabott orvoslás, a rendszerszemléletű medicina megoldandó problémái között a 21. század orvosi genetikai/genomikai kutatásai mellett a társadalmi, szociális és nevelési (mentális epigenetikai) kérdések is kiemelt jelentőséggel jelentkeznek a közeljövőben.

Kulcsszavak: *genetika, epigenetika, DNS, metiláció, acetiláció, mikroRNS*

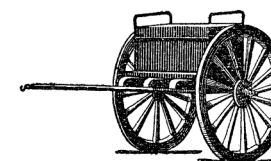
IRODALOM

- Alberts, Bruce – Bray, D. – Lewis, J. – Raff, M. – Roberts, K. – Watson, J. D. (eds.) (2002): *The Molecular Biology of The Cell*. Fourth Edition, Garland
- Beery, Annaliese K. – Lin, J. – Biddle, J. S. – Francis, D. D. – Blackburn, E. H. – Epel, E. S. (2012): Chronic Stress Elevates Telomerase Activity in Rats. *Biology Letters*. 8, 6, 1063–1066. DOI: 10.1098/rsbl.2012.0747 • <http://rsbl.royalsocietypublishing.org/content/roybiolett/early/2012/10/03/rsbl.2012.0747.full.pdf>
- Boros Imre M. (2012): Histone Modification in Drosophila. *Briefing in Functional Genomics*. 11, 4, 319–331. DOI: 10.1093/bfpg/els029
- Combs-Orme, Terri (2013): Epigenetics and the Social Work Imperative. *Soc Work*. 58, 1, 23–30. DOI: 10.1093/sw/sws052
- Ehlert, Tobias – Simon, P. – Moser, D. A. (2013): Epigenetics in Sports. *Sports Medicine*. 43, 2, 93–110. DOI: 10.1007/s40279-012-0012-y
- Encode Project Consortium (2012): An Integrated Encyclopedia of DNA Elements in the Human

- Genome. *Nature*. 489, 7414, 57–74. DOI: 10.1038/nature11247 • <http://www.nature.com/nature/journal/v489/n7414/full/nature11247.html>
- Falus András – Molnár Viktor (2008): Closer to the Completed Unity: Messenger and MicroRNA Profiling. An Introduction. *Seminars in Cancer Biology*. 18, 2, 77–78. DOI: 10.1016/j.semcancer.2008.01.006
- Fedoroff, Nina V. (2012): Presidential Address. Transposable Elements, Epigenetics, and Genome Evolution. *Science*. 338, 6108, 758–767. DOI: 10.1126/science.338.6108.758 • <http://www.sciencemag.org/content/338/6138/758.long>
- Hunt, Clayton R. – Ramnarain, D. – Horikoshi, N. – Iyengar, P. – Pandita, R. K. – Shay, J. W. – Pandita, T. K. (2013): Histone Modifications and DNA Double-strand Break Repair after Exposure to Ionizing Radiations. *Radiation Research*. 31 Jan. Epub Ahead of Print DOI: 10.1667/RR3308.2
- Ivanova, Elena – Chen, J. H. – Segonds-Pichon, A. – Ozanne, S. E. – Kelsey, G. (2012): DNA Methylation at Differentially Methylated Regions of Imprinted Genes Resistant to Developmental Programming

- by Maternal Nutrition. *Epigenetics*. 10, 1200–1210. DOI: 10.4161/epi.22141 • <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.4161/epi.22141>
- Jablonka, Eva (2012): Epigenetic Variations in Heredity and Evolution. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*. 92, 6, 683–688. DOI: 10.1038/clpt.2012.158 • <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1038/clpt.2012.158/abstract>
- Koutsounas, Ioannis – Giaginis, C. – Patsouris, E. – Theocharis, S. (2013): Current Evidence for Histone Deacetylase Inhibitors in Pancreatic Cancer. *World Journal of Gastroenterology*. 19, 6, 813–828. DOI: 10.3748/wjg.v19.i6.813 • <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3574878/>
- Lieberman, Shayna A. – Mashoodh, R. – Thompson, R. C. – Dolinoy, D. C. – Champagne F. A. (2012): Concordance in Hippocampal and Fecal Nr3c1 Methylation Is Moderated by Maternal Behavior in the Mouse. *Ecology and Evolution*. 12, 3123–3131. DOI: 10.1002/ece3.416 • <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3539005/pdf/ece30002-3123.pdf>
- Mamrut, S. – Harony, H. – Sood, R. – Shahar-Gold, H. – Gainer, H. – Shi, Yj. – Barki-Harrington, L. – Wagner, S. (2013): DNA Methylation of Specific CpG Sites in the Promoter Region Regulates the Transcription of the Mouse Oxytocin Receptor. *PLOS ONE*. 8, 2, E56869. DOI: 10.1371/Journal.

- Pone.0056869. • <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0056869>
- Najafzadeh, Mehdi – Davis, J. C. – Joshi, P. – Marra, C. (2013): Barriers for Integrating Personalized Medicine Into Clinical Practice: A Qualitative Analysis. *American Journal of Medical Genetics A*. 161, 4, 758–763. DOI: 10.1002/Ajmg.A.35811
- Soubry, Adelheid – Schildkraut, J. M. – Murtha, A. – Wang, F. – Huang, Z. – Bernal, A. – Kurtzberg, J. – Jirtle, R. L. – Murphy, S. K. – Hoyo, C. (2013): Paternal Obesity Is Associated with IGF2 Hypomethylation in Newborns: Results From a Newborn Epigenetics Study (NEST) Cohort. *BMC Medicine*. 11, 1, 29. DOI: 10.1186/1741-7015-11-29 • <http://www.biomedcentral.com/1741-7015/11/29>
- Zhu, Jiang – Adli, M. – Zou, J. Y. – Verstappen, G. – Coyne, M. – Zhang, X. – Durham, T. – Miri, M. – Deshpande, V. – De Jager, P. L. – Bennett, D. A. – Houmar, J. A. – Muoio, D. M. – Onder, T. T. – Camahort, R. – Cowan, C. A. A. – Meissner, A. – Epstein, C. B. – Shores, N. – Bernstein, B. E. (2013): Genome-Wide Chromatin State Transitions Associated with Developmental and Environmental Cues. *Cell*. 152, 642–654. DOI: 10.1016/j.cell.2012.12.033 • http://ac.els-cdn.com/S0092867412015553-1-s2.0-S0092867412015553-main.pdf?_tid=f9ca2032-f03a-11e4-a5b5-00000a0b0f02&acdnat=1430509861_8098300e783d7b6b5c25d7bbcc99d76e



SZÖVEGBÁNYÁSZAT, ADATBÁNYÁSZAT, ISMERETFELTÁRÁS ÚJ LEHETŐSÉGEK A TUDOMÁNYOS KOMMUNIKÁCIÓBAN

Holl András

informatikai főigazgató-helyettes,
MTA Könyvtár és Információs Központ
holl.andras@konyvtar.mta.hu

2014 decemberében a LIBER¹ 25 szakértőt hívott meg a tudományos ismeretfeltárás aktuális kérdéseinek megbeszélésére Hágába, a Holland Nemzeti Könyvtárba. A megbeszélés eredménye a *Hágai Deklaráció* (URL1) első fogalmazványa.

A tudományos kommunikáció egyik izgalmas és fontos kérdése az exponenciálisan bővülő tudományos ismeretanyagban való tájékozódás (Holl, 2013). Egyrészt informatikai támogatás nélkül a kutatók egyre kevésbé képesek hatékonyan tájékozódni az információáradatban, másrészt az új informatikai lehetőségek kihasználásával új távlatok nyílnak meg előttük. A tájékozódást segítő, az információözünt kezelő eljárások egyik legfontosabb csoportját szövegbányászatnak, adatbányászatnak, ismeretfeltárásnak nevezzük. Ebben a cikkben a szövegbányászatra (tudományos publikációk nagy méretű hal-

mazaiban való adatbányászatra) összpontosítunk. Mivel tudományos publikációkban a szövegen túl adatok, képek is találhatóak, a tudományos szakirodalom informatikai eszközök segítségével történő feltárásában a szövegbányászat gyakorta adatbányászattal is társul – az angol nyelvű szakirodalom ezért a *text and data mining (TDM)*, vagy a *knowledge discovery* kifejezéseket alkalmazza.

A szövegbányászat a nagyméretű, szöveges adatbázisokban való, teljes szövegű kereséssel kezdődik, de további lehetőségeket is magában foglal, olyan eljárásokat, amelyeknek a szöveg, a szövegösszefüggések elemzése is része. A keresőszolgáltatásokat nyújtó vállalkozások hatalmas adatbázisokat építenek az interneten elérhető szövegekből, melyekben megkereshetjük például egy idézet forrását, szöveggörnyezetét. A keresőmotorok arról is gondoskodnak, hogy egy-két karakter elgépelése, a némileg pontatlanul felidézett szövegtörredék használata is jó eséllyel eredményt adjon. A kommersz keresők a kutatóknak is gyakorta jó szolgálatot tesznek. Ebben a cikkben olyan alkalmazásokkal foglalkozunk,

amelyek nagy publikációs adatbázisok használatával, informatikai eljárások segítségével felhasználást találhatnak a tudomány területén.

A tudományban azon túl, hogy az egyszerű teljes szöveges keresésnél gyakran bonyolultabb eljárásokra van szükség, különbözik a szöveges adatbázis is. A szövegbányászat jól körülhatárolt adatbázison: egy szélesebb vagy szűkebb szakterülethez vagy tudományterülethez sorolható publikációk nagyméretű halmazán operál. A publikációk digitális szövegei származhatnak a kiadóktól vagy repozitóriumokból. A következőkben az ismeretfeltárás néhány példáját ismertetjük.

*

Az MTA Nyelvtudományi Intézetének egyik projektje a Magyar Nemzeti Szövegtár. A nagyméretű szövegtár (1,5 milliárd szöveg) különböző forrásokból, eltérő stílusrétegekből épült fel: például a sajtóból, a szépirodalomból, a szociális médiából. A tudományos (inkább népszerűsítő) szövegek csak kis részét teszik ki, forrásuk a Magyar Elektronikus Könyvtár (Oravecz et al., 2014). Ebben az esetben a szövegbányászat célja a szavak összegyűjtése – a korpusz és a ráépülő szolgáltatások nyersanyagul szolgálnak további kutatásokra, nagyszótár létrehozására.

Ugyancsak az MTA Nyelvtudományi Intézetének projektje a MATRICA (Magyar Társadalomtudományi Citációs Adatbázis; Váradi et al., 2014). A projekt keretében mintegy 190 hazai szakfolyóirat több éves teljes anyagának feldolgozásával nyelvtechnológiai eszközöket fejlesztettek irodalmi hivatkozások kinyerésére. Az eljárás a lényege a hivatkozás szövegben való felismerése, majd a hivatkozott mű bibliográfiai adatainak azonosítása. A cél bibliometriai adatok szolgáltatása olyan tudományterületeken, ahol nemzetközi

citációs adatbázisokra nem támaszkodhatunk. (A bölcsészeti és társadalomtudományok idézettségi adataival bővebben foglalkozik Dudás Anikó [2013]).

A szövegbányászat speciális esetének tekinthetjük a plágiumkeresést. A digitális könyvtári tartalmak növekedése – talán meglepő módon – nem kedvez a plagizálásnak: a nagymértékben hasonló dokumentumok könnyen azonosíthatóak. A plágiumkereső rendszerek terén említhetjük az MTA SZTA-KI KOPI-t, vagy a tudományos kiadók CrossRef rendszerének CrossCheck szolgáltatását. Ez utóbbi az iParadigms cég iThenticate szoftverével működik. A szerző saját gyakorlatából is beszámolhat a plágiumkeresés gyakorlati hasznáról. A Library and Information Systems in Astronomy VII. konferencia kiadványának szerkesztésekor is sikerült a szerző által önplagiarizált (korábbi konferenciakiadványban már megjelent, szóról-szóra egyező) kéziratot kiszűrni. A KOPI már egy mobiltelefonnal lefotózott oldal alapján képes az eredeti szerzőt megtalálni (Pataki et al., 2014).

A bibliometriából a szcientometria területére átlépve megemlíthetjük a kutatási nagyberendezések használatának és hasznosulásának vizsgálatát a szakfolyóiratokban megjelenő adatok elemzésével. A csillagászat területén számos obszervatóriumi rendszerben működő – a távcsőidőt (műszeridőt) pályázati rendszerben elosztó – nagyberendezés működik, mint a Hubble űrtávcső, vagy az Európai Déli Obszervatórium (ESO) nagytávcsövei a chilei Andokban (köztük a négy 8,2 méteres óriástávcsőből álló Very Large Telescope). A kutatók pályázatokon nyernek műszeridőt, s a pályázatok esetében követelmény az elért eredményekről való beszámolás és a pályázati azonosítók szerepeltetése a megfigyelések alapján publikált cikkekben. Elvárható, hogy

¹ LIBER – Ligue des bibliothèques européennes de recherche / Association of European Research Libraries. Az MTA Könyvtár és Információs Központ is tagja a szervezetnek.

a kutatók a létrejött elsődleges publikációikat a beszámolóikban felsorolják – de a beszámolás többnyire határidőhöz kötött, és a később létrejött, az adatokat felhasználó további vagy másodlagos cikkekről a nagyberendezések tulajdonosa már nem feltétlenül értesül. A nagyberendezésekkel készült megfigyelések adatai gyakran egy idő után szabadon elérhetőek lesznek. A tudományos etika és a publikálás alapkövetelményei szerint az adatok forrását a felhasználással készült cikkek meg kell említsék – de a berendezésekre való irodalmi hivatkozások összegyűjtése már pusztán emberi erővel nem végezhető el. Chris Erdmann és Uta Grothkopf (2010) az *ESO telbib* teleszkóp-bibliográfiai adatbázisát, és a készítéséhez használt *ESO Full-Text Search Took* (*FUSE*) ismerteti. Jill Lagerstrom (2015) a szakmában kialakult „jó gyakorlatról” számol be. Ezekben az esetekben a szövegbányászat pusztán a publikációk leíró adataiban és a teljes szövegben való kifejezések keresésével történő nyers bibliográfiai lista létrehozására szorítkozik, a tényleges műszerhasználat azonosítása könyvtárosok munkájával történik. A korábban ismertetett MATRICA gépi szövegfeldolgozást alkalmaz, de a rendszer jelenlegi állapotában ott is szükség van még emberi felügyeletre. Az alkalmazott eszközök fejlődésével a jövőben lehetőség lesz mind kutatók, mind pályázati projektek, nagyberendezések vagy intézmények eredményeinek szcientometriai követésére és elemzésére.

Korábban beszámoltunk már (Holl, 2013) az Astrophysics Data System szakirodalmi tájékozódást segítő funkcióiról: egyszerű lehetőség egy relevánsnak bizonyult cikkhez hasonló további cikkek keresésére a tartalmi kivonatban, vagy a teljes szövegben előforduló szavak súlyozott gyakoriságának összehasonlítása (Kurtz – Henneken, 2012).

A szakirodalmi tájékozódás fejlettebb, nyelvtechnológiai eszközöket alkalmazó lehetőségeiről számolt be Frédérique Lisacek, Christine Chichester, Aaron Kaplan és Sándor Ágnes (2005). A szerzők által a szövegben alkalmazott retorikai elemek is árulkodnak a tudományos tartalom újdonságértékéről. A *PubMed* adatbázisból származó orvosi biológiai cikkek kivonatainak elemzésével listát készítettek olyan fehérjéről, amelyeket a cikkekben neurodegeneratív betegségekkel hoztak kapcsolatba. A listában szereplő fehérjék egy részének neurodegeneratív betegségekkel való kapcsolatát a vizsgálat időpontjában az áttekintő cikkek nem említették – viszont a következő évek során publikáltakban már szerepeltek. Informatikai eszközökkel gyorsan lehet a szakirodalomból fontos információkat kizárni. A 2013-as genfi OAI8 (Open Archives Initiative – CERN Workshop on Innovations in Scholarly Communication) konferencián Sándor Ágnes a Xeroxnál fejlesztett szoftvereszközök további alkalmazásairól is beszámolt: lehetséges a cikkeken belül a lényeges részek, kulcsfontosságú állítások automatikus kiemelése (Sándor – Vorndan, 2010).

Egy-egy csillagászati objektum akár több tucatnyi névvel, azonosítóval rendelkezhet: ugyanazt az objektumot katalogizálhatták például infravörös és rádiótartományban végzett felmérések során. A strasbourgi SIMBAD-adatbázis összefoglalja az objektumok adatait és azonosítóit. A szakirodalom feldolgozása során egy DJIN nevű szoftvert alkalmaznak az objektumnevek kinyerésére (Lesteven et al., 2010). A DJIN alkalmazása is szakértői felügyeletet igényel – de jelentősen megkönnyíti az emberi munkát. Egyes csillagászati folyóiratok a cikkeken felcímkézik az objektumneveket (így jár el az *Astronomy & Astrophysics* és az MTA Csillagászati és

Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet (CsFK CsI) által kiadott kis folyóirat, az *Information Bulletin on Variable Stars*), ami megkönnyíti a cikkek indexelését. A többi folyóiratnál informatikai eszközök – mint a DJIN – alkalmazására van szükség, a szakirodalom mára már pusztán emberi munkaerővel nem preparálható.

A georeferálás (különböző objektumok földrajzi koordináta-rendszerbe illesztése) mintájára beszélhetünk genoreferálásról is: egy valamiféle kísérlet során meghatározott bázispársorozat (DNS-darabka) elhelyezéséről az adott élőlény teljes genomjában. A textgene projekt (Haussler et al., 2011) célja a szakirodalomban publikált bázispár-sorozatok összekapcsolása genetikai adatbázisokban fellelhető génekkel, a genom szakirodalmi annotálása. 2011-ben a *PubMed Central* 150 000 cikkét dolgozták fel. A kutatók dolgoznak további szövegforrások feldolgozásán – de a különböző folyóiratok kiadóinak engedélyét megszerezni a szövegbányászatra hónapokba, évekbe kerül tapasztalatuk szerint. A projekt eredményeként a genom adatbázishoz kapcsolható lesz az egyes génszakaszokkal foglalkozó szakirodalom – mint ahogy a digitális várostérképeken megtekinthető, milyen fotót tölthettek fel egy adott utcasarokról.

*

A tudományos folyóiratok cikkeit begyűjteni – még ha a szövegbányászattal próbálkozó kutató intézménye érvényes előfizetéssel rendelkezik is – nem feltétlenül egyszerű. Bár a kutatók az egyes cikkeket egyenként letölthetik, a robotokkal történő tömeges cikkletöltés könnyen az elérés blokkolását eredményezheti. Egyes kiadók, folyóiratok támogatják a szövegbányászatot – a saját elképzelése-

ik szerint. Ilyen az Elsevier és a nyílt hozzáférésű Public Library of Science (*PLOS*). A fogadtatás vegyes: a kutatók részben az egyes szabályokat vitatják, részben azt, hogy az egyes kiadók szabályozásai egymástól különböznek, és a hozzáférési jogok megszerzése jelentős terhet jelent. A szövegbányászatban rejlő lehetőségek jobb kihasználásához részben nyílt hozzáférésre, részben egységesítésre lenne szükség.

Casey Bergman, a Manchesteri Egyetem bioinformatikusa 2012-es blogbejegyzésében (URL2) fel is teszi a kérdést, miért nem használják ki jobban a *PubMed Central* által nyújtott adatbányászati lehetőségeket? Mindazonáltal felsorolja azokat a cikkeket, amelyek a repozitóriumban található teljes Open Access anyag felhasználásával készültek.

A Hágai Deklaráció – e cikk írásának idején nem végleges formában, szabadon kommentálhatóan – az ismeretfeltárás jogi kérdéseire összpontosít. Azonban a kiadók fenntartásai között technikai jellegűek is vannak: a nagyméretű PDF-fájlok tömeges letöltése túlzott terhelést jelenthet a kiszolgáló számítógépeken.

A cikkek robotok által való, tömeges szüretelésének engedélyezése véleményünk szerint nem elegendő – technikai támogatásra és megegyezésekre is szükség van. A folyóiratok honlapjain található cikkek emberi „fogyasztásra” készültek. A szöveg kibontása PDF- vagy HTML-állományokból nem feltétlenül könnyű. Véleményünk szerint a következő lépésekre lenne szükség:

- a cikkek szövegének gépi formában való feldolgozásra alkalmas formában (XML, TXT) is elérhetőnek kellene lennie;
- külön tartalmi kivonatokat kellene készíteni automatikus feldolgozásra, a cikk lényeges állításainak szemantikus web

szabványok szerinti kódolásával, nano-publikációs (URL₃) formában;

- automatikusan feldolgozható változatban mellékelni kellene a táblázatokat;
- az adatokból rajzolt ábrákhoz mellékelni kellene az adatokat, a képekhez metaadatokat kellene társítani;
- a cikkeket arató robotok számára érthetővé kellene tenni a cikkhez tartozó állományok viszonyát, azt, hogy gépi vagy humán felhasználásra valók, továbbá a szövegbányászati jogosítványokat.

A tartalmak egyszerű szöveges vagy XML-formátumban való elérhetővé tétele választ adna a terheléssel kapcsolatos aggódalmakra is. Az öt felsorolt javaslat közül az első és az utolsó egyszerűen megvalósítható lenne. A hazai *Information Bulletin on Variable Stars* számai szabadon letölthetőek LaTeX-formátumban. Az XML sokkal jobb lenne, de a LaTeX is megfelel a szövegbányászat céljaira. Mindössze arra lenne szükség, hogy a szüretelő robotoknak jelezhessük, melyiket töltsék le a rendelkezésre álló formátumok közül, és melyik a letöltött állomány emberi szemnek szánt változata. Jelenleg a robotok válogatás nélkül mindent letöltenek.

A többi három javaslat – és az első javaslat XML opciója – nehezebben megvalósítható. Mind a kiadóknak, mind a kutatóknak viszonylag nagyobb mértékben változtatni kellene a jelenleg követett gyakorlaton. Ahhoz, hogy a javaslatok kivitelezhetőek legyenek,

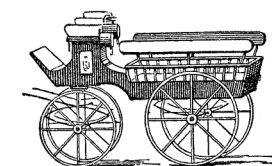
szabványokra volna szükség, és arra, hogy a műszergyártók és a szoftvergyártók ezeket termékeikbe beépítsék. Az új formátumokra, szoftverekre, szabványokra való törekvés már egy idő óta jelen van a tudományban – a bölcsészettudományokat is beleértve (Kecskeméti, 2014). A javaslatok részben a szövegbányászat megkönnyítését célozzák – részben a feje tetejéről a talpára állítják az információfeltárás kérdését. A megfelelően preparált információban sokkal könnyebb keresni – a Google nyers ereje a metaadatok alkalmazásával szemben. Ahogy Barend Mons megfogalmazta: „Minek az információt eltemetni, ha úgyis ki akarjuk bányászni?”

A szövegbányászat nagy mennyiségű, digitális formában elérhető publikáció feldolgozásán alapszik. A publikációk begyűjtése történhet a kiadóktól, de repozitóriumokból is. A repozitóriumok száma öröndetesen nő, tartalmuk gyarapszik itthon is. Az MTA KIK (Könyvtár és Információs Központ) repozitóriuma – a REAL – gyarapításánál is szempont a majdani szövegbányászati felhasználás lehetősége. Egyszerű funkciókat – mint a teljes szövegű keresés – már használni lehet. A hazai repozitóriumok aggregálásának első lépése pedig az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézete (SZTAKI) által fejlesztett közös kereső lehet.

Kulcsszavak: *könyvtártudomány, információtudomány, szöveg- és adatbányászat, repozitóriumok*

- Holl András (2013): Információáradat és hullámlovaglás. *Magyar Tudomány*. 4. 473–478. • <http://www.matud.iif.hu/2013/04/13.htm>
- Kecskeméti Gábor (2014): Electronic Textual Criticism. In: *Dávidházi Péter (ed.): New Publication Cultures in the Humanities. Amsterdam Univ. Press* • <http://www.oapen.org/search?identifier=515678>
- Kurtz, Michael J. – Henneken, Edwin A. (2014): Finding and Recommending Scholarly Articles. In: Cronin, Blaise – Sugimoto, Cassidy R. (eds.): *Beyond Bibliometrics*. MIT Press. • <http://arxiv.org/abs/1209.1318>
- Lagerstrom, Jill (2015): *Best Practices for Creating and Observatory or Telescope Bibliography from the IAU Commission 5 Working Group on Libraries*. LISA VII Proceedings, ASP. Conf. Ser. 492, 99
- Lesteven, Soizick et al. (2010): *DJIN: Detection in Journals of Identifiers and Names*. LISA VI Proceedings, ASP. Conf. Ser. 433, 317 • <http://www.iucaa.ernet.in:8080/jspui/bitstream/11007/1722/1/Lesteven.pdf>
- Lisacek, Frédérique – Chichester, C. – Kaplan, A. – Sándor Á. (2005): *Discovering Paradigm Shift Patterns in Biomedical Abstracts: Application to Neurodegenerative Diseases*. First International Symposium on Semantic Mining in Biomedicine, Cambridge, UK • <http://www.aaronkaplan.info/publications/2005-smb.pdf>

- Oravecz Csaba – Váradi T. – Sass B. (2014): *The Hungarian Gigaword Corpus. Proceedings of LREC 2014*. • http://www.lrec-conf.org/proceedings/lrec2014/pdf/681_Paper.pdf
- Pataki Máté – Micsik A. – Kovács L. – Szabó M. (2014): *KOPI-Fotó: Plágiumkeresés egy lefotózott oldal alapján*. Informatika a felsőoktatásban konferencia, Debrecen, 2014. augusztus 27–29. • <http://eprints.sztaki.hu/8019/>
- Sándor Ágnes – Vorndan, Angela (2010): *The Detection of Salient Messages from Social Science Research Papers and Its Application in Document Search*. Workshop on Natural Language Processing Tools Applied to Discourse Analysis in Psychology, Buenos Aires, Argentina.
- Váradi Tamás – Mittelholcz I. – Blága Sz. – Harmati S. (2014): *Magyar társadalomtudományi citációs adatbázis: A MÁTRICA projekt eredményei*. MSZNY 2014. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia, Szeged. JATEPress, Szeged, 269–279.
- URL1: The Hague Declaration, <http://thehague.declaration.com/>
- URL2: Casey Bergman: *Why Are There So Few Efforts to Text Mine the Open Access Subset of PubMed Central?* <https://caseybergman.wordpress.com/2012/03/02/why-are-there-so-few-efforts-to-text-mine-the-open-access-subset-of-pubmed-central/>
- URL3: <http://nanopub.org/wordpress/>



IRODALOM

- Dudás Anikó (2013): *Hivatkozásokra vezérlő kalauz – bölcsészet és társadalomtudományok*. NETWORKSHOP 2013. <http://nws.niif.hu/ncd2013/docs/ehu/045.pdf>
- Erdmann, Chris – Grothkopf, Uta (2010): Next Generation Bibliometrics and the evolution of the ESO Telescope Bibliography. LISA VI Proceedings,

- ASP Conf. Ser. 433, 81. • <http://adsabs.harvard.edu/abs/2010ASPC...433...81E>
- Haeussler, Maximilian – Gerner, M. – Bergman, C. M. (2011): Annotating Genes and Genomes with DNA Sequences Extracted from Biomedical Articles. *Bioinformatics*. 27, 980. • <http://dx.doi.org/10.1093/bioinformatics/btr043>

AZ MTA ORVOSTÖRTÉNETI BIZOTTSÁGÁNAK TÖRTÉNETE

Kapronczay Károly

az MTA doktora, egyetemi tanár, az Orvostörténeti Munkabizottság elnöke
k.kapronczay@freestart.hu

Az 1825. november 3-án Széchényi István által alapított Magyar Tudományos Akadémia osztályrendszere 1845-ben alakult ki, amelyen változást az 1858. évi alapszabályzat módosítása hozott: a hat osztály mellé bizottságokat is szerveztek (történeti, archeológiai, statisztikai, matematikai és természettudományi). Ezek havonta üléseztek, és javaslatokkal osztályaik munkáját erősítették. Ez a rendszer 1945-ig volt érvényben. Ekkor hajtották végre „az akadémiai tagok átvilágítását”, a rendes és levelező tagok jelentős részét megfosztották akadémiai tagságától. A Magyar Tudományos Akadémia állami felügyelet alá került, az alapszabályzat módosítása szerint tizenhárom osztályt szerveztek, és ebben a rendszerben az ötödik az orvosi tudományok osztálya lett. Átalakították a tudományos minősítés rendszerét, amelynek irányítására létrehozták a Tudományos Minősítési Bizottságot. Szovjet minta szerint megszüntették a tudományegyetemek tudományos minősítési (magántanár, c. egyetemi tanár) formáit, helyébe az MTA által odaítélt a kandidátusi és tudományok doktora fokozat lépett, amely eljárásban jelentős szerepet kapott a pártajánlás is. A különböző akadémiai bizottságokban jelentős arányban foglaltak helyet a társadalmi szervezetek, a párt- és a minisztériumok kül-

döttei, így biztosítva az állam- és a párt „irányító és ellenőrző” szerepét.

*Az orvostörténeti bizottság
szervezésének nehézségei*

1945 előtt a Magyar Tudományos Akadémia osztály- és bizottsági rendszerében nem jelentkezett „igény” az orvostörténeti bizottság megszervezésére, bár e szakterületnek – **Magyar Kossa Gyula** és **Győry Tibor** személyében – voltak akadémiai tagjai; az orvostörténelem művelése egyetemi és egyesületi szinten zajlott. Az orvos- és gyógyszerészet-történelem válsága akkor kezdődött, amikor 1947-ben az orvosképzésből törölték az orvostörténelmet és a gyógyszerészet-történetet is, az egyetemekről eltávolították a „jobbboldalissággal” vádolt magántanárokat (Herczeg Árpádot, Daday Andrást). A tudományos társaságok feloszlásával „gazdátlan” vált a Budapesti Királyi Orvosegyesület közel 80 000 kötetes könyvtára, múzeuma és levéltára. Az állami tulajdonba került közösségi gyűjtemények (könyvtárak, levéltárak stb.) elhelyezéséről az illetékes szakminisztériumoknak kellett gondoskodniuk. Így szervezték meg 1951-ben az államossított orvosi és egészségügyi intézmények orvostörténeti jellegű könyvanyagából az Orvostörténeti Könyvtárat a volt Irgalmas Kór-

ház könyvtárában. A hirtelen beszállított vagy 150 ezer kötetnyi könyvgyűjteményből formálódott ki az Orvostörténeti Könyvtár, mely olvasóinak többsége valóban az orvostörténelem művelése miatt kereste fel a könyvtárat.

Még az Országos Orvostörténeti Könyvtár megnyitásának óráiban – 1952. március 9. – felvetődött az orvostörténelem művelőinek valamiféle szervezeti formájába történő megszervezése. Erre Rusznyák István, az MTA elnöke is „befogadónak” bizonyult: az MTA orvosi tudományok osztálya keretén belül – az 1952. évi nagygyűlés ajánlására – indítvány született az Orvostörténeti Bizottság megalakítására, amelynek megszervezésére dr. Hahn Gézát, az Egészségügyi Minisztérium osztályvezetőjét kérték fel. A megbízás a bizottság feladatainak meghatározására és a munkaterv kidolgozására szolgált. Gondot jelentett, hogy az orvostörténelem mint tudományos diszciplína nem szerepelt az akadémiai tudományos minősítés rendszerében, így ennek a szakterületnek nem voltak kandidátusai vagy akadémiai doktorai. Az Orvosi Tudományok Osztályának elnökségétől származott az a javaslat, hogy előbb alakítsanak ki egy orvosokból álló szakmai fórumot, amely esetleg pótolhatja a tudományos minősítés vagy az egyetemi oktatás hiányát.

Hahn Géza 1953. március 17-én közel száz nevet tartalmazó listát állított össze, akikből meg lehetne szervezni a fenti szakmai fórumot, de a nevek között nem szerepelt Elekes György, Daday András, Herczeg Árpád, az orvostörténelem budapesti és debreceni egyetemi magántanárai, viszont ott voltak a rendszerhez közel állók (Réti Endre, Székely Sándor, Katona Ibolya stb.) és több kommunista egyetemi oktató. A valódi cél az akkori orvostudományi társasági életet tömörítő Egészségügyi Dolgozók Szakszer-

vezete keretei között megalakítandó orvostörténeti szakcsoport lett. Ez ajánlott volna az MTA Orvostörténeti Bizottságába tagokat, a Tudományos Minősítő Bizottsághoz tudományos fokozat megszerzésére jelöltek. A megmaradt levelezésben az Orvostörténeti Bizottsággal kapcsolatban csak Hahn Géza elnök szerepel, 1956-ban mint tagokat említik **Bencze József** főorvost, **Haranghy László** akadémikust és **Szodoray Lajos** debreceni egyetemi tanárt. Az akkor érvényes alapszabályzat szerint az akadémiai bizottság tagjai között lennie kellett egy rendes vagy levelező tagnak, aki az MTA elnökségét képviselte. Az előbb említett alapszabályzat megengedte, hogy az akadémiai bizottságokba társadalmi és pártszervezetek is delegáljanak tagokat, de a tagok legalább felének tudományos minősítéssel kellett rendelkeznie. (Hahn Géza csak 1959-ben szerzett kandidátusi fokozatot.) Sajnos, a Hahn Géza vezette „bizottság” működéséről nincsenek iratok sem az MTA Levéltárában, sem az Magyar Orvostörténelmi Társaság (és jogelődeinek) levéltárát őrző Semmelweis Orvostörténeti Levéltárban. Feltehetően Hahn Géza maga kezelte és őrizte iratait. A történethez tartozik, hogy Hahn Géza kezdeményezéseiből alakult meg 1957-ben az Orvos- Egészségügyi Szakszervezet keretei között az Orvos- Gyógyszerésztörténeti Szakosztály, amely az akkori lehetőségek között a hazai orvos- és gyógyszerésztörténetesek legális tudományos társasága lehetett.

Az MTA 1954. nagygyűlése úgy határozott, hogy az orvostörténelem az Orvosi Tudományok Osztálya keretében működő Tudománytörténeti Főbizottság feladatkörébe tartozzon, így 1955. január 17-én **Surányi Gyula** akadémikus, a Tudománytörténeti Főbizottság elnöke – az orvosi intézmények vezetőihez írott – körlevélben felmérte az

orvostörténelem iránt érdeklődő orvosok számát, és kutatásra buzdította őket. A későbbi adatok szerint valóban sok fiatal orvos kezdett orvostörténelemmel foglalkozni.

Az MTA Orvostörténeti Bizottsága

A Surányi akadémikus szervezte akadémiai albizottságról nincs további adat, de 1958 decemberében megalakult az Orvosi Tudományok Osztályának alárendeltségében az Orvostörténeti Bizottság: elnöke **Haranghy László** akadémikus, tagjai orvostörténészek, illetve a szakterület iránt érdeklődő kiváló orvostudósok (**Melly József**, **Farkas Károly**, **Morelli Gusztáv**, **Mozsonyi Sándor**, **Halmi János**, **Szodoray Lajos**, **Bencze József**, **Soós József**, **Alföldy Zoltán** és **Gortvay György**) voltak. A feladatkör bővülését jelentette, hogy az orvostörténeti témakörhöz kapcsolták a gyógyszerésztörténetet. Az Orvostörténeti Bizottság mint véleményező és kezdeményező testület tevékenykedett, negyedévenként sorra kerülő üléseken áttekintették az orvos- és gyógyszerésztörténelem aktuális kérdéseit, a közös álláspont kialakításért gyakran kikérték a más testületek véleményét is.

Az 1960-as években döntő feladat lett az önálló külkapcsolatok kiépítése, ebben fontos szerep jutott – kihasználva az MTA lehetőségeit – az MTA Orvostörténeti Bizottságának. Példa erre, hogy az Országos Orvostörténeti Könyvtár, amely kiadványai révén hatvankét országgal állt cserekapcsolatban, 1960-ban nem kapott engedélyt a Nemzetközi Orvostörténeti és a Nemzetközi Kórház-történeti Társasággal való kapcsolatfelvételre. 1963-ban – az MTA Orvosi Tudományok osztályának segítségével – **Haranghy László** elnök és **Bencze József** tagja lett a Nemzetközi Orvostörténeti Társaságnak. A szocialista országokkal való kapcsolatfelvétel keretében – az Orvostör-

téneti Bizottság javaslatára – épültek ki az Orvostörténeti Könyvtár és az Orvos-gyógyászerésztörténeti Szakosztály szakmai kapcsolatai Romániával, Csehszlovákiával és Lengyelországgal. Ez tette lehetővé a külföldi szakemberek részvételével szervezett szakmai konferenciák és tudományos ülések megrendezését.

A szakmapolitikai szervezés mellett az MTA Orvostörténeti Bizottsága 1958-tól – az Egészségügyi Minisztérium megkeresésére – figyelemmel kísérte a szervezés alatt álló Orvostörténeti Múzeum ügyeit, az Orvosgyógyászerésztörténeti Szakcsoport tevékenységét, a tudományos minősítésre történő felterjesztéseket; több éves programot dolgozott ki az orvostörténelem egyetemi oktatásának megszervezésére.

Az orvostörténelem egyetemi oktatásának kérdése központi feladatként szerepelt az Orvostörténeti Bizottság tevékenységében. E tárgykörben az első ülés 1959. június 12-én történt, amelyen két ideológiai szemlélet ütközött: **Székely Sándor** – az egészségügyi szakiskolák orvostörténeti oktatásának tapasztalatai alapján – javasolta az egyetemi orvosképzésbe is az általános és a hazai orvostörténelem bevezetését, bár indoklása „pártszerű” volt: „Növeli a társadalom fejlődésére vonatkozó ismereteket, megerősíti a marxista és materialista világnézetet, és a babonák, valamint a misztikus gyógy módok ellen is fontos fegyver.” **Melly József** egyetemi tanár: „Csak olyan diszciplinának van tudományos tekintélye, amely egyetemi tanszékekkel rendelkezik. A múltban ugyan nem volt orvostörténeti tanszék, ettől függetlenül népszerű választott tárgyak között oktatták. Már **Balassa** is sürgette a tanszék megszervezését, így jelentősége igen nagy és elintézése sürgető.” **Hahn Géza**, a marxizmus szemszögéből a következőket mondta: „Az orvostörténelemnek magába

kell foglalni az egészségügy, az orvosok társadalmi helyzetének történetét is, így az orvostörténelmet a marxizmus–leninizmus vagy az egészségügyi szervezés keretében kell megoldani, úgy, hogy az előbbiek óraszámja ne csökkenjen. Ezt is csak átmeneti megoldásnak tekintem, a közel jövőben nem látok lehetőséget az orvostörténeti tanszék megszervezésére.” **Szodoray Lajos** egyetemi tanár, az adott korszak egyik kiemelkedő orvostörténésze, idézet a jegyzőkönyvből: „...az orvostörténelem bevezetését megvalósíthatónak tartja, bár ennek még vannak elvi akadályai. Debrecenben hat egyetemi tanártársammal saját tantárgyunk bevezetőjeként orvostörténeti bevezetőt tartanuk. A hallgatók túlterheltek, így csak fakultatív tárgyként látok lehetőséget.” Az óvatosságot megfogalmazásokkal szemben **Kanyó Béla**, a szegedi orvosegyetem tanára határozottan kijelentette: „...fontosnak tartom, hogy a Budapesti Orvostudományi Egyetemen állítsák fel az orvostörténelmi tanszéket, amely nemcsak a hallgatókat oktatná, hanem kiképezné azokat az oktatókat is, akik a vidéki egyetemeken kéthetente két órában tartanak az orvostörténelmi előadásokat. Helyesnek tartanám, az orvostörténelem kötelező oktatási tárgy legyen. Ne dilettáns módon foglalkozzanak az orvostörténelemmel, hanem methodológiát is tanítsanak. Mivel a hazai orvostörténelem oktatása lemaradt más egyetemekkel szemben, szükségesnek tartom ezen oktatást az orvosi etikával is összekapcsolni. Ne munkaközösség vagy más területen kiképzett csoport tanítsa az orvostörténelmet, így az orvostörténeti tanszék felállítását tartja egyedüli megoldásnak.”

Az Orvostörténeti Bizottság ezen az ülésén **Szodoray Lajos** professzor vezetésével munkabizottságot jelölt ki, amelyben 50–50%-ban voltak jelen a két tábor képviselői.

A **Szodoray Lajos**-féle bizottság által kidolgozott tananyag sokban fedte **Borisz Petrov** szovjet akadémikus – magyarul is megjelent – orvostörténeti tankönyvének gondolatmenetét, periodizációját, amit kiegészítettek a magyar eseményekkel. Az orvostörténelem oktatását, míg nem szerveznek külön tanszéket, az egészségügyi szervezés egyetemi intézetén belül vélték megoldhatónak. Ez a megoldás a bizottságban ülő marxista „blokk” szemléletét tükrözte. A tervezetet felterjesztették az MTA elnökéhez, rajta keresztül az egészségügyi és az oktatásügyi miniszterhez, amit egyik fórum sem fogadott el.

1962-ban újjáválasztották az Orvostörténeti Bizottságot. Elnöke **Haranghy László** akadémikus lett, tagsága annyiban változott, hogy bekerült a bizottságba **Regöly-Mérei Gyula**, **Palla Ákos**, meghívottként **Katona Ibolya**, **Hahn Géza**, **Halmi János** és **Mozsonyi Sándor**. Szakmai kérdésekben **Daday András**, **Farkas Károly**, **Szodoray Lajos**, **Palla Ákos** és **Regöly-Mérei Gyula** egységes álláspontot alakítottak ki, míg **Székely Sándor**, **Réti Endre**, **Hahn Géza** és **Katona Ibolya** a „haladó szemléletet” képviselték. Közöttük **Hahn Géza** volt a „hangadó”, míg **Katona Ibolya** – ha tehette – szóltanul viselte a parttalan „eszmei és kritikai” áradatot. **Bencze József**, aki a szocialista rendszer és ideológia elkötelezett híve volt, egyre inkább elkülönült a marxisták csoportjától. **Haranghy László** akadémikus – a tekintélyelv híveként – gyakran csak „parancssal” döntött, ami szakmai-tudományos kérdésekben jónak bizonyult, személyi ügyekben nem. Ekkor a MTA Orvostörténelmi Bizottsága irányító csúcstervezettként tevékenykedett, például döntött a népszerű orvos-gyógyászerésztörténeti vándorgyűlések színhelyéről, tudományos programjáról, külföldi szakemberek meghívásáról,

illetve hazai orvostörténészeket javasolt külföldi tanulmányútra, kongresszusi részvételre. A bizottság elismerését jelentette, hogy az Egészségügyi Minisztérium az orvostörténelem szakmai képviselőjének fogadta el.

Az 1962-ben újjáalakult Orvostörténeti Bizottság is folytatta az orvostörténelem oktatásával kapcsolatos munkálatait, így – az Egészségügyi Minisztérium és az Egészségügyi Dolgozók Szakszervezetének anyagi támogatásával – előkészítette a magyar orvostörténelmet feldolgozó monográfiát. Első lépésben ún. „előtanulmányokat” írtak, hogy ezekből a szakanyagokból egy szerkesztő bizottság majd megírja a tervezett művet. Központi kérdéssé vált az orvostörténelem periodizációja: Daday András és Gortvay György az orvosi tudomány korszakaihoz ragaszkodtak, míg Hahn Géza – a marxistákkal együtt – a termelőeszközök és az osztályharc alakulását tekintették kiinduló pontnak. Haranghy László inkább a politikai történetírás korszakolását javasolta, míg Szodoray Lajos az addig megjelent európai orvostörténeti kézikönyveket, amit – mivel eltért a szovjet munkák periodizálásától – a marxisták elleneztek. A vita ezen a ponton megakadt, a végleges döntést a magyar orvostörténelmi kézikönyv leíró részének elkészültéhez kötötték. A közel ezer oldal terjedelmű tanulmányanyag végül a Semmelweis Orvostörténeti Múzeum Adattárába került.

Az Orvostörténeti Bizottság tevékenységének csúcsa a Magyar Tudományos Akadémián megrendezett, Semmelweis Ignác halálának 100. évfordulójának szentelt nemzetközi részvételi, 1965. évi orvostörténeti nagygyűlés és az 1966. évi Semmelweis-ünnepség szakmai előkészítése és megrendezése volt.

Ezért is érte váratlanul a hazai tudományos életet, amikor 1968-ban megszüntették

a Magyar Tudományos Akadémia Orvostörténeti Bizottságát, Haranghy László akademikust – az orvostörténelem „képviselővel” – beosztották a Társadalom-egészségügyi és Egészségügy-szervezési Bizottságba, amiért – joggal – megsértődött, és lemondott minden tisztségéről, és feladta az orvostörténet művelését is. A veszteséget csak részben pótolta, hogy az Egészségügyi Minisztériumban működött Egészségügyi Tudományos Tanácson belül – Soós József akadémikus vezetésével – orvostörténeti munkabizottságot alakítottak, amely részben átvette – kormányzati segítség igénybe vételével – az MTA Orvostörténeti Bizottságának szerepét. A bizottságnak tagja volt Alföldy Zoltán akadémikus, Gömöri Pál, Regöly-Mérei Gyula, Réti Endre, Székely Sándor, Szodoray Lajos, Zoltán Imre. Az Egészségügyi Tudományos Tanács egyik feladata az orvostörténelem területén működő kutatók, intézmények támogatása, a különböző kérések elbírálása és támogatása volt. Ennek köszönhető, hogy a Semmelweis Orvostörténeti Könyvtár és Levéltár évente 40 ezer forint, csak szakkutatásra fordítható támogatást kapott, valamint támogatást kaptak az Orvostörténeti Könyvtár valutaigényes külföldi könyvbeszerzései is.

A tudományszervezési szempontokból az 1966-ban alapított, szervezeti és személyi vonatkozásokban is átszervezett Magyar Orvostörténeti Társaság vált jelentőssé, amely a Semmelweis Orvostörténeti Múzeum, Könyvtár és Levéltárral együttműködve a következő két évtizedben új programot és arculatot adott az orvostörténelem művelésének. Tevékenységének eredményességét jelzi az 1974. évi Budapesten megrendezett Nemzetközi Orvostörténeti Kongresszus, az 1981. évi Nemzetközi Gyógyszerésztörténeti Kongresszus, a nyugati és a keleti orvostörténeti

társaságokkal való kapcsolatok kiépülése. Szerepe lett az 1981-ben, a Budapesti Orvostudományi Egyetem Általános Orvostudományi Karán megindult fakultatív orvostörténelem és gyógyszerészet-történet oktatásának megszervezésében, az intézeti jellegű orvostörténeti tanszék felállításában is.

Átmeneti megoldások az orvostörténelem akadémiai képviselőire

Az előbbiektől függetlenül a MTA szakbizottsági rendszerében lehetőséget kerestek az orvostörténelem bizottsági formában történő képviselőjének megszervezésére. 1981-ben – a Szabadvary Ferenc akadémikus vezette Tudomány- és Technikatörténeti Bizottságon belül Orvostörténeti Albizottság alakult, amelynek elnöke Schultheisz Emil egyetemi tanár, a Magyar Orvostörténelmi Társaság akkori elnöke, titkára Antall József, a Magyar Orvostörténelmi Társaság főtitkára lett. Ez a forma maradt 1999-ig, amikor az Orvosi Tudományok Osztálya létrehozta saját Orvostörténeti Munkabizottságát. Az Orvostörténeti Albizottság tagjai voltak Antall József, Birtalan Győző, Felkai Tamás, Grynaeus Tamás, Huszár György, Kapronczay Károly, Karasszon Dénes, Kádár Zoltán, Réti Endre, Zalai Károly, Szigetvári Ferenc, Rádóczy Gyula, Vida Mária, stb.. Ellentmondásként jelentkezett, hogy a rendszerváltozás éveiben csökkent a tudományos társaságok iránti érdeklődés, viszont Antall József miniszterelnökké választásának ténye az orvostörténelem „fellendülését” hozta, majd halála után az anyagi nehézségek behatárolták a lehetőségeket.

Az Orvostörténeti Albizottság – az 1980-as évek derekán – jelentős segítséget nyújtott a Budapesti Orvostudományi Egyetem Általános Orvosi Karán működő Egészségügyi Szervezési Intézet átalakításában, ahol az or-

vostörténelem fakultatív oktatása kapott helyet. Schultheisz Emilt előbb címzetes, majd 1981-ben rendes egyetemi tanárrá nevezték ki. (Az akkor még „hivatalban levő” egészségügyi miniszterként egyetemi tisztségében történő helyettesítésre Birtalan Győző egyetemi docenst nevezték ki.) Az orvostörténelem egyetemi „sikerét” növelte, hogy amikor 1981-ben bevezették a diploma megszerzéséhez kötelező disszertáció megírását, a választható tárgyak között szerepelt az orvostörténelem is.

Az Orvostörténeti Albizottság is központi kérdéssé tette a magyar orvostörténeti monográfia megírását, így 1985-ben az albizottság és a Magyar Orvostörténeti Társaság tagjaiból szerkesztőbizottságot hívtak életre Antall József elnöklése alatt. A szerkesztőbizottság három éven át – az Egészségügyi Tudományos Tanács által biztosított kutatási keretből – előtanulmányokat készítettett a hazai orvos- és gyógyszerészet-történelem területéről, figyelembe véve a határterületeket (néprajz, numizmatika, művészettörténelem stb.) is. A tanulmányok elkészültek, de a tényleges szerkesztőmunkára – pénzügyi okok miatt – már nem került sor, majd a rendszerváltozás után az adigi pénzügyi alapok is megszűntek, a kéziratok az előző Orvostörténeti Bizottság „monográfia” iratai mellé kerültek...

Az MTA Orvostörténeti Munkabizottsága

Az Orvostörténeti Albizottság további sorsa az MTA szervezeti átalakításának függvénye lett, valamint befolyásolták az orvos- és gyógyszerésztörténeti társasági élet belső vitái is. A nemzetközi kapcsolatok is átfarmálódtak: az érdeklődés elsősorban a nyugat-európai és amerikai orvos- és gyógyszerészet-történeti szervezetek felé irányult, a szilárdnak mondott keleti kapcsolatok leépültek, sok esetben

megsemmisültek. A válság a Magyar Orvostörténeti Társaságot sem kímélte, sőt az 1990-es évek második felében gyakorlatilag szünetelt a társasági élet. A helyzet rendezésére Schultheisz Emil professzor, az MTA Orvostörténeti Albizottságának elnöke közvetítőként lépett fel a szembenálló felek között, megteremtette a társasági élet normális kereteit. Talán ennek volt köszönhető, hogy az MTA Orvosi Tudományok Osztálya elhatározta egy Orvostörténeti Munkabizottság megszervezését, amely 1999. december 14-én tartotta alakuló ülését. A munkabizottság elnöke Schultheisz Emil, alelnöke Karasszon Dénes, titkára Kapronczay Károly lett. A munkabizottság tagja lett Benke József (Pécs), Birtalan Győző, Buda József (Pécs), Forrai Judit, Gazda István, Hankiss János, Honti József, Kapronczay Károly, Karasszon Dénes, Magyar László, Schultheisz Emil, Szabadváry Ferenc (az MTA levelező tagja), Szállási Árpád, Zalai Károly, Tahin Emma, Vasas Livia, Varga Benedek és Zajácz Magdolna (Debrecen). 2002. január 28-án a munkabizottság Vizi Szilvesztert, Grabarits Istvánt, Minkler Emilt (Szeged) és Jobst Kázmér (Pécs) is kooptálta. A későbbiekben Kapronczay Katalin, Molnár László, Gömör Béla, Lozsádi Károly, Szollár Lajos, Romics Imre kerültek be a bizottságba.

A Munkabizottság megalakulásakor a következő célokat tűzte maga elé:

1. A hazai orvostörténeti és gyógyszerészet-történeti, tudományos kutató- és oktatómunka koordinálása és elősegítése.
2. Az orvostörténeti és gyógyszerészet-történeti könyv- és folyóiratkiadás feltételeinek javítása, színvonalának emelése.
3. Az orvos- és gyógyszerészet-történet felsőfokú oktatásának megszervezése, előmozdítása. Ezen belül orvos- és gyógyszerészet-történeti PhD-képzés megindítása.

4. Az MTA megfelelő osztályainak folyamatos tájékoztatása a szakterülettel kapcsolatos gondokról, feladatokról, egyben az orvos- és gyógyszerészet-történelem érdekeinek képviselése az MTA keretein belül.

A munkabizottság valóban kiváló kapcsolatot épített ki a Tudomány- és Technikatörténeti Bizottsággal, a Művelődéstörténeti Bizottsággal, folyamatosan kapcsolatban állt az orvosegyetemekkel, a Semmelweis Orvostörténeti Múzeum, Könyvtár és Levéltárral, a Magyar Orvostörténeti Társasággal, a Magyar Gyógyszerésztörténeti Társasággal, a külföldi (bécsi, stuttgarti, brüsszeli, ljubjanai, prágai) orvostörténeti intézetekkel-tanszékekkel. Részes volt a 2006. évi budapesti Nemzetközi Orvostörténeti Kongresszus sikerének, az *Orvostörténeti Közlemények* folyamatos kiadásának, az orvostörténelem szempontjából lényeges könyvek megjelentetésének.

Az elmúlt másfél évtizedben – részben a munkabizottságnak is köszönhetően – az orvostörténelem kötelező tárgy lett Debrecenben; a Semmelweis Egyetem Általános Orvosi Karán az orvostörténelem kreditpontra érő tárgy lett; az orvostörténelem mellett folyik a magyar egészségügy történetéből, a gyógyszerészet-történetéből is az oktatás; az orvosi kar mellett a fogorvosi képzésben is megjelent az orvostörténelem. Szegeden az egyes tárgyak bevezetőjeként hangzik el orvostörténeti összefoglaló, míg Pécsen az egészségügyi főiskolai karon van szakmatörténeti előadássorozat. A PhD-képzés kis létszámúban ugyan, de szintén elindult a Semmelweis Egyetemen, és az ELTE Bölcsészettudományi Karán is létezik orvos- és gyógyszerészet-történeti doktori iskola.

Az Orvostörténeti Munkabizottság évente egy alkalommal több szakterületet érintő előadói délutánt rendezett, de ide tartozik

a minden év tavaszán megrendezésre kerülő gödöllői orvostörténeti konferencia, amelynek változatos témái nemcsak Gödöllő városához, a Királyi Kastélyhoz kötődtek, de az orvostörténelem jelentősebb korszakait is áttekintették.

Az orvos- és gyógyszerészet-történelem hazai művelésében, az egyetemi oktatás megszervezésében, a szakmai társasági élet kialakításában az elmúlt évek derekától meghatározó szerepe volt az Orvostörténeti Bizottságnak, néha reménytelennek tűnő viták után, kompromisszumokkal valósultak meg azok az elképzelések, amely az európai orvos- és gyógy-

szerésztörténeti kultúra színvonalára emelték a magyar törekvéseket. Korunkban újjászerveződik a hazai orvostörténeti kutatás és egyetemi oktatás, új formák körvonalazódnak, új szakterületek kapcsolódnak az orvos- és gyógyszerészet-történelem műveléséhez. Ebben az átalakulási folyamatban kap koordináló szerepet az MTA Orvostörténeti Munkabizottsága.

Kulcsszavak: Az Orvostörténeti Bizottság kezdeményezése, különböző formái, tevékenységének céljai, szerepe az orvostörténeti közélet szervezésében

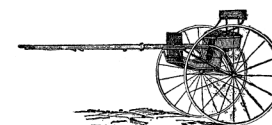
IRODALOM

Karasszon Dénes – Kónya Sándor (szerk.) (2005): A Magyar Tudományos Akadémia Orvosi Tudományok Osztályának története. (Az európai Tudós Társaságok alapításától 2005-ig.). Scienica, Budapest
 Kapronczay Károly (2014): *A Magyar Orvostörténeti Társaság története*. Semmelweis, Budapest
 Semmelweis Orvostörténeti Levéltár. Országos Orvostörténeti Könyvtár iratai (1951–1957)

Semmelweis Orvostörténeti Levéltár. Orvos-Gyógyszerésztörténeti Szakcsoport iratai. 1957–1965. 1958-tól az éves iratanyagokban elkülönítve az MTA Orvostörténeti Bizottság ülésjegyzőkönyvei, levelezése és határozatai.

Semmelweis Orvostörténeti Levéltár. A Magyar Orvostörténeti Társaság iratai. (1966–) 1966–1968. évi iratokban elkülönítve az MTA Orvostörténeti Bizottság jegyzőkönyvei, levelezése és határozatai.

Orvostörténeti Közlemények folyóirat (1955–) megjelent számaiban jelentkező Krónika rovat hírányaga



A SZÉN-DIOXID-ADÓ TORZÍTÓ HATÁSA AZ ENERGETIKÁBAN

Reményi Károly

az MTA rendes tagja
remeni@freemail.hu

Bevezetés

Az üvegházhatású gázok klímaváltozásban betöltött szerepe széles körben, mind a tudományban, mind a társadalomban vitatott, és rendkívül költséges téma. A viták eredményeként született kiotói jegyzőkönyv, a szén-dioxid és az egyéb GH-gázok szén-dioxid-egyenértékre számolt mennyiségének korlátozását tűzte ki célul. Több mint tízéves tapasztalat után megállapítható az egyezmény teljes csődje. Jelentős hatás, hogy a gazdasági értékelhetőséget is torzította, mind az erőművek létesítése, mind a későbbi üzemeltetési költségek vonatkozásában. A szén-dioxid-adó az alapproblémán nem változtat, mert a szennyezők kvótát vásárolnak, és tovább szennyeznek, a fogyasztó meg fizet.

A szén-dioxid az életünk része

A szén-dioxid-kereskedelem kiterjesztése nem segíti az éghajlat védelmét. Az EU kibocsátás-kereskedelmi rendszere (EU ETS) nem csökkentette a kibocsátásokat, és akadályozza más, hatékony eszközök bevezetését. Az Európai Uniónak kivásárlás (offsetting) nélkül kellene 2020-ra 40%-kal csökkentenie kibocsátásait 1990-hez képest.

A CO₂-csökkentést célul kitűző mozgalmakat értékelve Kiotótól egyenes volt az út

Koppenhágáig és tovább Cancunig, Durbanig. A legnagyobb probléma a megegyezések feltételeinek megalapozatlanságában van. A fosszilis energiahordozók jövőbeni szerepe, Kína és India fejlődése, a természeti közvetlen (megújuló) drágasága és korlátai stb. átgondolatlanságot tükröznek.

A szén-dioxid nem szennyezőanyag. Különösen bántóak azok az erőműi „környezetszennyezést” bemutató fényképek, amelyek a hűtőtornyokból (illetve kéményekből) kiáramló gőz látványával igazolják a nagymértékű „szennyezést”. Sajnos ilyen képek rendkívül elterjedtek mind a tudományos, mind a népszerűsítő médiában.

A környezettel való kapcsolatban a tüzelőanyagok szerepének ismerete a levegő-összetételre való hatásuk miatt jelentős feladat.



1. ábra • Megtévesztő erőműi környezet-„szennyezés”

A legfontosabb folyamatok: a fotoszintézis, a talaj légzése, a fosszilis tüzelőanyagok égése-tüzelése, az óceánok CO₂-felvétele és az óceánokban folyó fotoszintézissel járó légzés. A tüzelőanyagok energetikai hasznosításánál, az emberi tevékenységnél a cél a hőfejlesztés, amikor az adott tüzelőanyag összetételének figyelembevétele (az energiafejlesztési reakció) alapvetően fontos a ténylegesen felhasznált oxigénmennyiség megismerése szempontjából. Erre az O₂/MJ jellemző alkalmas.

A reakciófolyamatok ismeretében az 1. táblázatban foglalt paraméterek számíthatók.

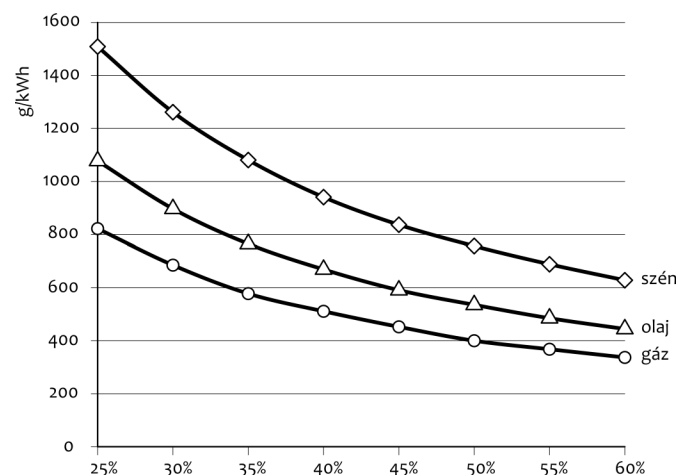
A szén-dioxid-kibocsátás az energetikai hatások növelésével csökkenthető (Gács et al., 2014).

Az utóbbi évtizedekben a tudományos, a gazdasági és a politikai körök a klímaváltozással kapcsolatosan igen merész kijelentése-

ket tettek. Újabban azonban már egyre inkább abba az irányba változik a klimatológusok véleménye, hogy a CO₂-növekedés miatti felmelegedés csak néhány tized fok lesz, annyi, amennyivel a légkör energiamegkötő képessége növekszik (ezt már leírtam korábban). Sokak szerint ez az energianövekedés elegendő lehet arra, hogy a kis légköri katasztrófák számának csökkenése mellett a nagyok száma növekedjék. A légkörről részletes, régiókénti energetikai számítások még nem ismeretesek, amelyek alátámasztanák ezt az elméletet. A még nem teljes mértékben igazolt jelenséget véleményem szerint nem a kis, hosszú távú, átlagos hőmérséklet-emelkedéssel, hanem a rövidciklusú, nagy értékekkel lehet magyarázni. Ha így van, akkor ezt a hatást, a néhány tized fokos hosszabb távú átlagos hőmérséklet-emelkedés helyett, a

fosszilis tüzelőanyag	fűtőérték (MJ/kg)	fajlagos oxigénigény (10 ⁶ ×O ₂ mól/MJ)
H ₂	121	2066
C	32,808	2538
CH ₄	54,9	2279
C ₃ H ₈	48,8	2326
C ₄ H ₁₀	48,0	2334
C ₂ H ₄	45,4	2326
antracit C 86%, H 3,7%	35,3	2540
lignit C 19,7% H 1,7% O 8,5%	8,52	1813
biológiai anyagok		
C ₆ H ₁₂ O ₆ (glükóz)	21,2	1573
CH ₄ O (metanol)	27,4	1710
C ₂ H ₆ O (etanol)	32,9	1980
kérges fa C 47%, H 6%, O 43% (nedvesség- és hamumentes)	18,1	1492

1. táblázat



2. ábra • Az energetikai hatásfok szerepe

rövid idejű (pl. éves), rövid ciklusú, a globálisnál lényegesen nagyobb mértékű (akár több fokos) hőmérséklet-emelkedések (3. ábra) okozhatják.

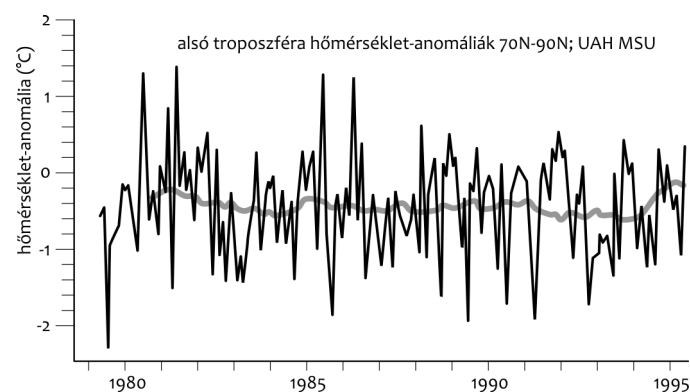
Például 1995–1996-ban az oszcilláció elérte a közel 3 K-t. Ez, ha valóban a légkör globális hőmérsékletéről lenne szó, a belső energiában óriási hőmennyiség-változást jelentene. A légkör hőmérsékletváltozása egy nagy, globális hőerőgép folyamatának fogható fel. (E felfogás melletti és ezt vitató érvek is léteznek.) A légkör adatait felvéve 1 K hő-

mérsékletváltozás energiaértéke: A légkör tömege: $5,2 \times 10^{18}$ kg. Fajhő: $1,007 \text{ kJ/kgK}$ $\rho_{\text{levegő}}$: $0,1995 \text{ kg/m}^3$

A hurrikánok energiájának becslésére két módszer létezik:

- a légköri vízcseppek kondenzációjából felszabadult energia;
- a hurrikán erős szélörvényében rejlő energia.

Egy 60 km sugarú, 40 m/s sebességű hurrikán disszipációjából, a kinetikus módszerrel számítható energia: $1,3 \times 10^{17}$ Joule/nap.



3. ábra • A hőmérséklet oszcillációja

erőmű	hatásfok (%)	fajlagos hőfogyasztás (GJ/MWh)	fajlagos kibocsátás (tCO ₂ /MWh)
széntüzelésű gőzerőmű	25 – 44	14,4 – 8,2	1,56 – 0,88
fűtőolaj gőzerőmű	28 – 36	12,9 – 10,0	1,02 – 0,79
földgáz gázturbina	22 – 38	14,9 – 10,5	0,90 – 0,52
földgáz gőzerőmű	30 – 44	12,0 – 8,2	0,66 – 0,45
földgáz gáz – gőz	48 – 58	7,5 – 6,2	0,41 – 0,34

2. táblázat • A villamosenergia-fejlesztés szén-dioxid-kibocsátása

A légkör 1 K lehűlésekor a hőenergia-változás:

$$Q_{\text{lev}} = 5,2 \times 10^{18} \times 1007 = 5,24 \times 10^{21} \text{ Joule/K}$$

Ennyi energia 40 300 hurrikánnapot jelent. Ha egy hurrikán hatvan napot él, akkor ez 672 hurrikánra elegendő. Egyszerű számítással bemutattuk, hogy a rövid távú hőmérséklet-oszcillációk keletkezésének vagy okozásának a légkör energetikai folyamatai alapul szolgálhatnak. Nincsenek részletes elemzések, de például az 1988–1990-es és az 1995–1996-os nagy hőmérséklet-oszcillációs időszakokban erős hurrikántevékenység is volt.

A villamosenergia-fejlesztés szén-dioxid-kibocsátásának megadóztatásával a különböző tüzelőanyag-fajták esetén a villamos energiát jelentős költség terheli. Ennek kiszámítása egyszerű, de a kvóták és piaci hatás miatt ezen értékektől a valóság jelentősen eltér.

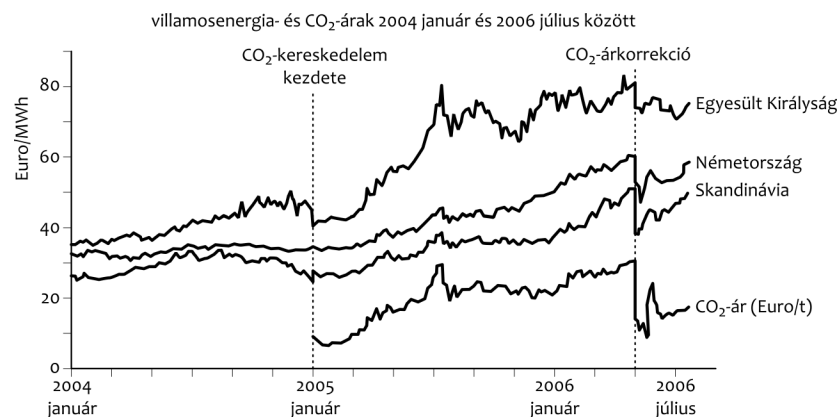
A szén-dioxid-piac a 2004-es évben indult. A különböző országok eltérő szabályozása következtében az árakban is eltérés van (4. ábra, IEA 2007).

Az energiapiac mozgásában jelentős különbségek tapasztalhatók. Egyes szakaszokban akár ellentétes trend is létezett, például 2004 második felében. (5. ábra, IEA 2007)

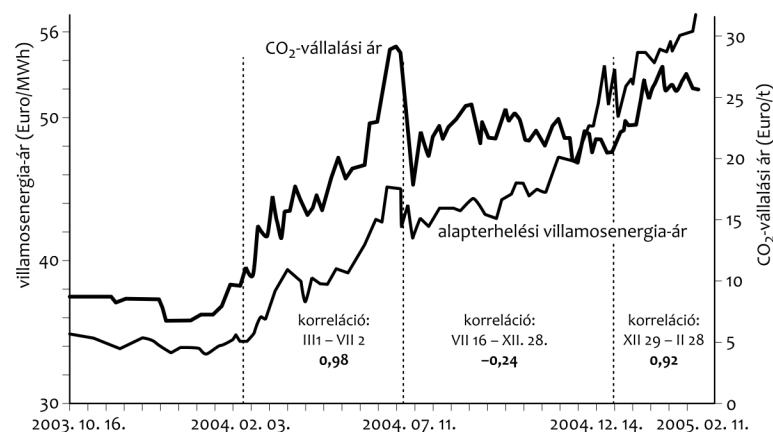
A 6. ábra azt mutatja, hogy az ár az európai határidős piacon 15–30 euró között ingadozott 2005–7 között, amikor a rendszer kísérleti fázisban volt. Az ár a kiadott kvóták miatt 2005-ben közeledik nullához. 2008-tól ezek az engedélyek nem érvényesek. A második kiosztás után a határidős piacon az ár ~20 euró/tCO₂. A piaci ár 2008 június végén közelítette a 30 euró/t értéket; leesett, és ismét emelkedett, 22 euró/t értékre augusztusban.

erőmű	átlagos fajlagos kibocsátás (tCO ₂ /MWh)	CO ₂ -ár (Euro/t)			
		5	10	20	30
széntüzelésű gőzerőmű	1,22	6,1	12,2	24,4	36,6
fűtőolaj gőzerőmű	0,905	4,53	9,1	18,2	27,2
földgáz gázturbina	0,71	3,55	7,1	14,2	21,3
földgáz gőzerőmű	0,56	2,8	5,6	11,2	16,8
földgáz gáz – gőz	0,38	1,9	3,8	7,6	11,4

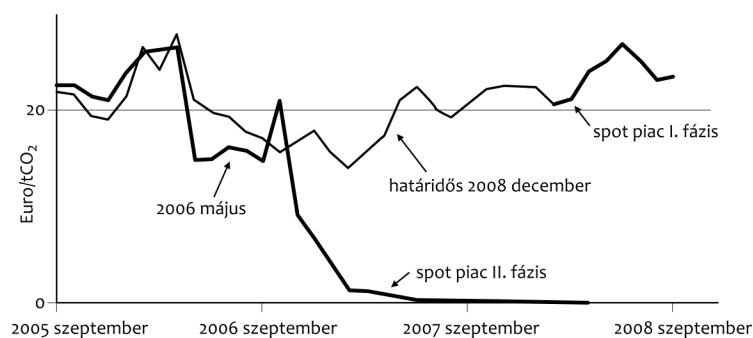
3. táblázat • A villamosenergia-fejlesztés fajlagos szén-dioxid-kibocsátásának költsége a villamos energia árában, euróban



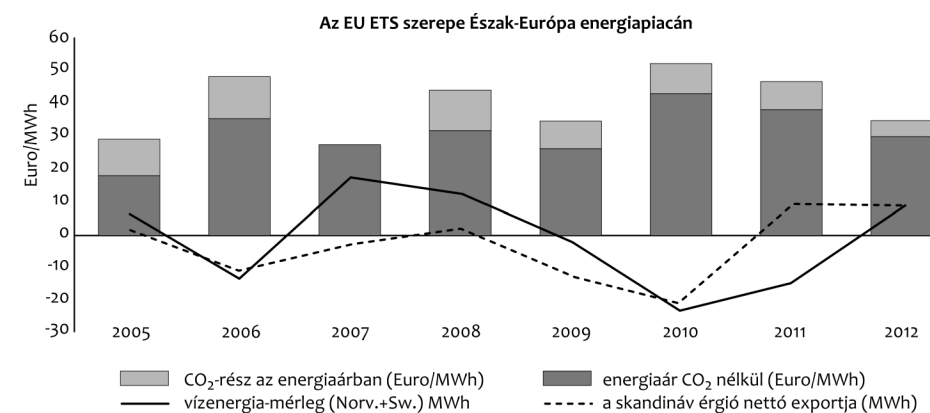
4. ábra • A szén-dioxid-piac kezdeti szakasza



5. ábra • A szén-dioxid és a villamos energia árváltozása



6. ábra • A vásárlási mód hatása az árakra



7. ábra • Észak-Európa energiapiacán az árak alakulása a szén-dioxid-kibocsátás okozta többletköltségek figyelembevételével

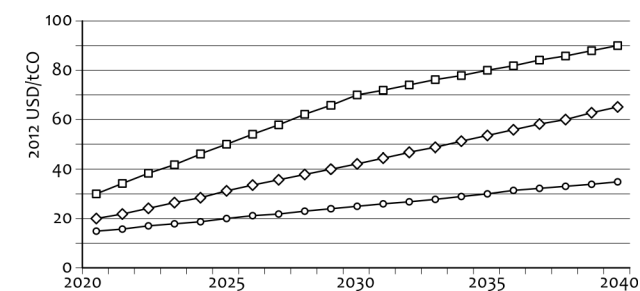
Az utóbbi években, Észak-Európában a szén-dioxidnak az energiaárakra való tényleges hatása a 7. ábrán látható. A hatást a CO₂-piacon kívül a rendszerben üzemelő erőművek fajtája, terhelése stb. befolyásolja (Mauritzen, 2013).

Skandináv energiahelyzet a 2005–2012 közötti években (megjegyzések a 7. ábrához)

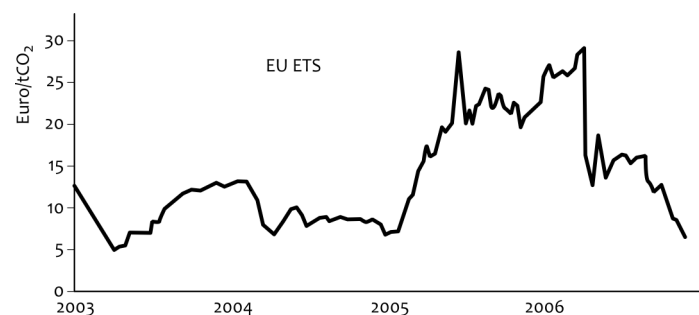
- 2005: többlet, a CO₂-hatás fokozatosan megszűnik a villamos energia árban
- 2006: hiány és erős CO₂-hatás
- 2007: többlet és a CO₂ hatása majdnem nulla

- 2008: többlet és kábelkimaradások, kisebb a CO₂ hatása 1 H rendszerénél, 2 H rendszer normalizálásával normál CO₂-hatás
- 2008: közel normális hidrológia és normális CO₂-hatás
- 2010: jelentős hiány és teljes CO₂-költség-hatás
- 2011: jelentős hiány 1 H-nál, és normalizált hidrológia 2 H-nál, normális CO₂-hatás
- 2012: kevés hidrológiai többlet és némileg kis CO₂-hatás

Az árak az USA-ban általában alacsonyabbak. A záró ár az első árverésen 2008 szeptemberében 3,07 \$/tCO₂ volt.



8. ábra • Az intézkedések hatása az árprognózisokra



9. ábra • A megjósolhatatlan szén-dioxid-árváltozás 2003–2006 (Forrás: Poir Carbon)

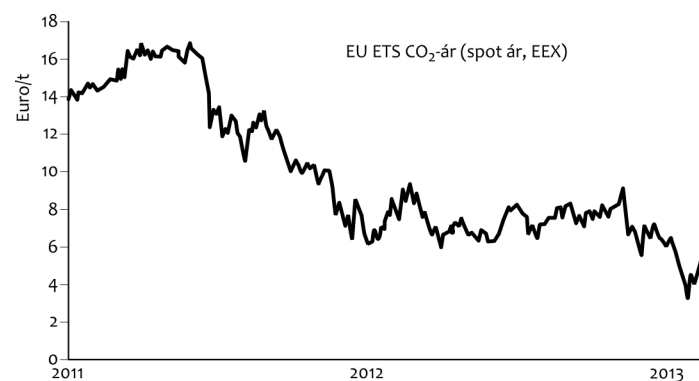
Az árak jövőbeni alakulására található elemzések gyakran igen nagy eltérést adnak. Azonban általában emelkedést várnak, amire az eddigi piaci viselkedés nem ad szilárd alapot. Az USA helyzetére vonatkozó elemzés látható a 8. ábrán.

A 8. ábra három feltételezett esetre ad prognózist a 2020–2040 közötti időszakra (Wilson, 2012). Az alacsony, közepes és magas kibocsátástrendek, a végrehajtott intézkedések függvényében változnak. A magas kibocsátás a jelenlegi helyzet folytatását, a közepes kisebb fejlesztéseket, míg az alacsony radikális intézkedéseket feltételez. Megjegyezve, még ez az alacsony ár is jelentős többletköltséget jelen-

tene a villamos energia árában. Remélhetőleg a jövőben a szén-dioxid-kibocsátás szerepének túlértékelése jelentősen mérséklődik.

A piaci viszonyok kiszámíthatatlanságára jól jellemző az EU ETS árváltozási diagramjai a 2003–2006 és a 2011–2013 közötti időszakban (9. ábra, IEA, 2007 és 10. ábra).

A szén-dioxid-árváltozások mutatják, hogy nem lehet egyszerű számításokkal követni a trendet. Az árváltozás nem egyértelmű. Függ a rendszerben lévő erőművek által használt tüzelőanyag fajtájától, azaz, hogy miként változtatjuk például az üzemben lévő széntüzelések vagy gáztüzelések számát. 2005 júliusáig ez talán benne volt a rendszerben. Ké-



10. ábra • A megjósolhatatlan szén-dioxid-árváltozás 2011–2013

CO ₂ -kibocsátás	1990	2012	1990 (40%)	2030	2013–2030
magyar helyzet	68 Mt/év	42,64 Mt/év	27,2 Mt/év	40,8 Mt/év	1,84 Mt/év
EU*	4,3 Gt/év	3,74 Gt/év	1,73 Gt/év	2,59 Gt/év	1,15 Gt/év
világ	24 Gt/év	35 Gt/év	9,6 Gt/év	14,4 Gt/év	20,6 Gt/év

4. táblázat (* EU 1990-ben 12 tag, 2013-tól 28 tag)

sőbb azonban a támogatási rendszerek belépésével a szállítók magatartása jelentősen változott.

Magyarországon az ipar lényeges leépülésével a szén-dioxidra vonatkozó nemzetközi előírások teljesítése nem jelentett problémát. Így van ez a legutolsó, 2014. 10. 23-i EU csúcstalálkozón elfogadott megállapodásban előírtakkal is.

A megállapodás értelmében a tagállamok kötelezően, kikényszeríthető módon az 1990-es szinthez képest legalább 40%-kal mérséklék CO₂-kibocsátásukat, 27%-kal növelik a megújuló forrásokból származó energia arányát energiatermelésükben, és szintén 27%-kal javítják az energiafelhasználás hatékonyságát.

A CO₂-célkitűzések Magyarországon gyakorlatilag már teljesültek, Európában elérhetőek, de világviszonylatban szóba sem jöhetnek. A másik két előírás teljesítése kétértelmű, és gazdaságilag jelentős hátrányt okoz.

Összefoglalás

A világ energiaigényének legnagyobb részét a jövőben is a fosszilis tüzelőanyagok biztosítják. Ez azt jelenti, hogy a légkörbe jelentős

menyiségű szén-dioxid kerül, bár újrahasznosítására erőteljes fejlesztéseket folytatnak. Ezek a fejlesztések hasznosak, nem úgy a fosszilisokból történő energiafejlesztés nagymértékű megadózottatása. Nincs egyértelműen, tudományosan igazolva az, hogy az emberi tevékenység következtében kibocsátott szén-dioxidnak jelentős szerepe lenne a klímaváltozásban. A klíma változása e földi rendszer elkerülhetetlen sajátja. A szén-dioxidnak az energiaköltségekben betöltött szerepe az adott pillanatban működő rendszer ismeretében is nehezen határozható meg. Az energiapiac és a CO₂-piac két külön intézmény, a saját törvényeik szerint működnek. Természetesen léteznek közöttük bizonyos kapcsolatok. A jövőben talán a tudományos érvek erőteljesebb hatása következtében a szén-dioxidnak a klímaváltozásban betöltött szerepe jobban tisztázódik, gyengül, és ekkor a piac jelentősége is gyengül, vagy megszűnik. Új elven működő piac jöhet létre, ha újrahasznosítás révén a CO₂ értékes alapanyaggá válik.

Kulcsszavak: szén-dioxid, szén-dioxid-adó, szén-dioxid-kvóta

IRODALOM

Europe. Nordic Power Production. Hydro, • <http://www.hydro.com/upload/Investor%20relations/Hydro%20-%20Bjorn%20Kjetil%20Mauritzen.pdf>
Gács Iván – Buzea K. – Gebhardt G. – Sándor Cs. (2014): Villamosenergia-termelés és CO₂-kibocsátás. • www.emet.hu/files/cikk3101_MET_Eromu_Forum_2012_Gacs.pdf

Ha-Duong, M. (2009): Value of Carbon: Five Definitions. In: Cleveland, Cutler J.: *Encyclopedia of Earth*. Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Env., Washington DC
• <http://www.eoearth.org/view/article/156823/>
IEA (2007): CO₂ Allowance & Electricity Price Interaction. *Impact on Industry's Electricity Purchasing Strategies in Europe*. IEA Information Paper. OECD/

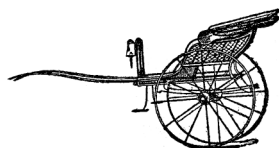
IEA • https://www.boell.de/sites/default/files/assets/boell.de/images/download_de/oekologie/5jr_price_interaction.pdf

Mauritzen, Bjørn Kjetil (2013): *Impacts of the EU/ETS in Northern*

Tihanyi László – Horánszky Beáta (2012): Európai trendek a szén-dioxid-kibocsátás területén. *Műszaki Földtudományi Közlemények*. 83, 1, 249–257. • [http://](http://www.matarka.hu/koz/ISSN_1417-5398/83k_1sz_2012/ISSN_1417-5398_83k_1sz_2012_249-257.pdf)

www.matarka.hu/koz/ISSN_1417-5398/83k_1sz_2012/ISSN_1417-5398_83k_1sz_2012_249-257.pdf

Wilson, Rachel – Luckow, P. – Biewald, B. – Ackerman, F. – Hausman, E. (2012): *Carbon Dioxide Price Forecast*. Synapse, Cambridge, MA • <https://www.idahopower.com/pdfs/AboutUs/PlanningForFuture/irp/2013/OctMtgMaterials/SynapseReportCO2Forecast.pdf>



NÉHÁNY JAVASLAT AZ MTMT LEHETŐSÉGEINEK HATÉKONYABB KIHASZNÁLÁSÁRA

Bakonyi Imre

az MTA doktora

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

bakonyi.imre@wigner.mta.hu

Az elmúlt években több írás is foglalkozott a *Magyar Tudományban* az MTA által létrehozott *Magyar Tudományos Művek Tárával*, azaz az MTMT-adatbázissal. Egy szerző megkérdőjelezte a hasznosságát (Scheuring, 2012), mások pedig megpróbálták a létjogosultságát más országok gyakorlatával összevetve alátámasztani (Tichy-Rács, 2012), illetve a meglétének előnyeit kidomborítani (Kollár, 2012).

Egyetértve az utóbbi véleménnyel, álláspontom szerint azzal tisztában kell lenni, hogy minden adatbázist arra kell használni, amire érdemes. Így az MTMT nem konkurrens vagy helyettesítője például a *Web of Science* (WoS) adatbázisnak, tehát valóban nem célszerű az MTMT-ben szakirodalmi kutatást végezni.

Kiindulási pontnak ezért inkább annak végiggondolását ajánlom, hogy – mivel már úgyis meglehetősen előrehaladott állapotban van az MTMT-rendszer kiépítése és annak feltöltöttségi foka, illetve az egyéb adatbázisokkal (például : OTKA, ODT) való összekapcsolása – miképpen lehetne az MTMT-t még jobban azon célok szolgálatába állítani, amelyre eredetileg létrehozták, nevezetesen elősegíteni az egyes kutatók, kutatócsoportok

és intézmények vagy szakterületek értékelését tudományometriai adatok felhasználásával is. Természetesen megkívánandó a Csaba László és munkatársai (Csaba et al., 2014) által a jelenlegi MTMT-adatkezeléssel kapcsolatban nemrégiben részletesen felsorolt kifogások egy része is. Ezek megvizsgálására és az indokolt hiányosságok kiküszöbölésére valóban szükség van, és különösen tekintettel kell lenni az egyes tudományterületek sajátos igényeinek figyelembevételére.

A fentiekben kifejtett alaphozzáállás szellemében jelen írásom konkrét javaslata arra vonatkozik, hogy az MTMT által generált adattáblázatok pontosabb képet tükrözzenek az egyéni kutatói teljesítmény tudományometriai paramétereken keresztül történő megítélésének jelenlegi gyakorlatánál. Az elmúlt években ugyanis szokásossá vált számos pályázattípus (OTKA, MTA infrastruktúráis beruházások, ERC) elbírálása során, hogy – a kutatói teljesítmény mérésére szolgáló integrális paraméterek, úgymint a teljes életműre vonatkozó összesített publikációs szám és impaktfaktor, valamint az összes független hivatkozások száma mellett – az „elmúlt 5 (vagy 10) év teljesítményét” mérő paramétereket is

tudományometriai adatok	az utolsó tíz évben (2005–2014) kapott független hivatkozások száma	összes FH
független hivatkozások száma	FH(1) = 1434	2223

1. táblázat • A szerző jelenlegi FH adatai az OTKA pályázati rendszerben (Publikációs adattárból importálva (MTMT): 2014. 12. 27. (Bakonyi Imre)

figyelembe veszik. A publikációk számára és az impaktfaktorra vonatkozólag ezek megadása egyértelmű. Más a helyzet az „elmúlt 5 (vagy 10) év teljesítményének” mérésére használt hivatkozások számával, amire kétféle adatot lehet megadni:

(1) az adott utóbbi időszakban a teljes életműre kapott független hivatkozások számát: FH(1), vagy

(2) az adott utóbbi időszakban megjelent közleményekre kapott független hivatkozások számát: FH(2).

Ennek a kérdésnek azért van jelentősége, mert – mint azt alább látni fogjuk – a kétféle szám között általában igen jelentős eltérés lehet. Emiatt fontos, hogy a pályázatiíró pontosan definiálja, melyik számot kéri megadni, hogy így minden pályázó egységes megítélés alá essen a tudományometriai paraméterek kiértékelésénél. Ez különösen olyan esetekben lényeges, ahol nem az MTMT-ből történik a tudományometriai adatok importálása, illetve nem kötelező az import, hanem kézi bevitellel is megadhatók az adatok.

Az OTKA pályázati rendszerben a szerző elmúlt tíz évben kapott független hivatkozásainak jelenlegi adatai az 1. táblázatban sze-

repelnek. Ez lényegében annak felel meg, hogy az OTKA pályázati anyagban a fenti (1) változat szerint kéri megadni a hivatkozások, vagyis az elmúlt tíz évben a teljes életműre kapott összes független hivatkozás számát, FH(1)-et importálja az OTKA elektronikus pályázati rendszere az MTMT-ből. Hasonló módon kérték az elmúlt években az MTA infrastrukturális pályázatok beadásánál is az elmúlt öt évben kapott hivatkozások számát megadni.

Az alábbiakban arra teszek javaslatot, hogy az „elmúlt 5 (vagy 10) év teljesítményét” mérő hivatkozásszámoknál a jelenleg kért FH(1) szám helyett az FH(2) hivatkozásszámot kelljen megadni a beadott pályázatok táblázataiban. Az utóbbi értelmezésnek megfelelően az elmúlt tíz évre vonatkozó hivatkozásszám (ismét a szerző MTMT-ből vett saját aktuális adataival) a 2. táblázatban látható. A két táblázatból kitűnik, hogy az FH(1) = 1434 és FH(2) = 376 adatok között az eltérés mintegy négyszeres (az arány FH(2)/FH(1) = 0,26).

Megjegyezzük, hogy a kétféle szám között elvi okokból is különbséget kell tenni, mert másfajta mérőszámnak tekintendők az alábbi okfejtések alapján.

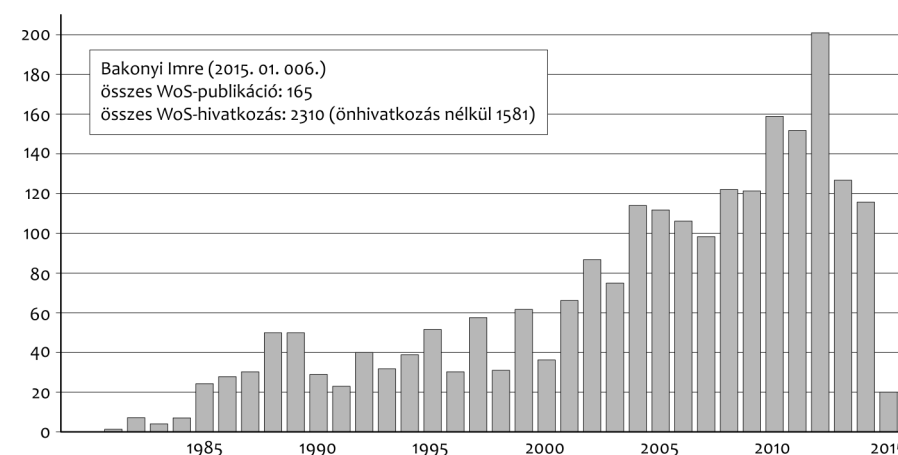
tudományometriai adatok	az utolsó tíz évben (2005–2014) kapott független hivatkozások száma	összes FH
független hivatkozások száma	FH(1) = 376	2223

2. táblázat • Javasolt táblázat az FH-adatok megadásához az elmúlt tíz évre vonatkozóan az OTKA pályázati rendszerben (a szerző MTMT-ben szereplő jelenlegi adatai alapján)

Az „adott utóbbi időszakban a teljes életműre kapott hivatkozások száma, FH(1)” azt jelzi, hogy a kutató egész életműve milyen visszhangot váltott ki az utóbbi években. Ennek illusztrálására általában a WoS-ben könnyen generálható hivatkozási diagramot szokták megadni. Egy ilyen diagram egy adott kutató publikációira a WoS-adatbázisban kapott összes (tehát a függő idézeteket is tartalmazó) hivatkozásszámokat mutatja be olyan bontásban, hogy a kapott hivatkozások ahhoz az évhez vannak rendelve, amikor a hivatkozó publikációt az adatbázisban rögzítették (ez az esetek túlnyomó részében a hivatkozó publikáció megjelenési éve). Ennek szemléltetésére az 1. ábra mutatja be a szerző így generált saját WoS-beli hivatkozási diagramját. Egy ilyen diagramból viszonylag könnyen megbecsülhető, hogy az adott kutató mostanában évente átlagosan mennyi hivatkozást kap a teljes életművére, illetve egy utóbbi kiválasztott időszakban (például az elmúlt 5–10 évben) mennyi hivatkozást kapott (konkrét számadatok az ábraaláírásban találhatók).

Egy ilyen diagramot úgy is szokás interpretálni, hogy az utolsó évek felé dinamikusan emelkedő hivatkozásszám jelzi a kutató egyre fokozódó elismertségét. Figyelembe kell azonban venni, hogy ez a kijelentés inkább csak viszonylag fiatal kutatók esetében bír jelentőséggel abból a szempontból, hogy az esetleg (még) nem túl magas összes hivatkozási szám mellett jelzi az elismertség várható fokozódását (az összhivatkozásszám várható lényeges javulását). Tapasztaltabb (hosszabb ideje publikáló) kutatók esetében ez a növekedési trend származhat egy jóval korábbi időszak eredményes kutatási tevékenységéből is, és éppen ez fog kitűnni a jelen írásban alább ismertetendő újfajta diagramból.

A saját értelmezésem szerint a pályázatiírók feltehetőleg azért kéri újabb az ös-



1. ábra • A szerző hivatkozási diagramja és összesített tudományometriai adatai a WoS-adatbázisban generálva a 2015. január eleji adatok alapján. A diagram a WoS-ban rögzített hivatkozásszámokat (függő + független) mutatja be olyan bontásban, hogy a kapott hivatkozások ahhoz az évhez vannak rendelve, amikor a WoS-adatbázisba bekerültek. Az utóbbi tíz évben (2005–2014) kapott összes (függő + független) WoS-hivatkozások száma ezen diagram alapján 1315 (ez jól közelíti az MTMT-ből kapott FH(1) = 1434 értéket az 1. táblázatban).

szesített tudományometriai paraméterek mellett az „utóbbi 5 (vagy 10) év tudományometriai adatait” is, hogy képet kapjanak arról, az adott kutató a pályázat beadását megelőző néhány éves időszakban (mondhatni „mostanában”) mennyire aktív (publikációs szám) és – legalábbis tudományometriailag megfogható módon (impaktfaktor, hivatkozásszám) – mennyire eredményes tudományos tevékenységet fejtett ki.

Ha valóban az előző bekezdésben feltételezett kritérium lebegett a pályázatiírók szeme előtt, akkor nyilvánvaló, hogy az „*adott utóbbi időszakban megjelent közleményekre kapott hivatkozásokat, FH(2)-t*” kellene megadni megfelelő mérőszámként. Ha ugyanis az „*adott utóbbi időszakban a teljes életműre vonatkozólag kapott hivatkozások számát, FH(1)-t*” adjuk meg, az a korábbi eredményes kutatói múlttra kapott hivatkozásokat *kétszeresen* veszi figyelembe, hiszen a régi cikkekre kapott friss

hivatkozások egyszer már szerepeltek az összesített hivatkozásszámban is. (Az 1. és 2. táblázatban szereplő adatokból az látszik, hogy a szerző a 2223 összhivatkozásából $FH(1) = 1434$ -et kapott az elmúlt tíz évben, de ezen utóbbi hivatkozásszám döntő részét, $FH(1) - FH(2) = 1058$ idézetet az elmúlt tízéves időszak *előtt* megjelent publikációkra kapta.)

Természetesen a kért utolsó időszak előtti kutatómunka mostani elismerése a friss hivatkozások kiemelkedő számában nyilván értékelendő teljesítmény, de ennek csak *egyszer* szabad megjelennie, mégpedig az összteljesítményt jelző számokban, amennyiben a pályázatiíró valóban a szerint kíván előnyben részesíteni pályázókat, hogy egy közelmúlt időszakban végzett tevékenység tudományometriai paramétereit külön veszi figyelembe. Ez a vélelmezett értelmezés olvasható ki abból is, hogy például az OTKA-pályázatok benyújtásánál senior kutatók esetében

olyan táblázatot is szerepeltetni kell, amelyben az utolsó öt évben megjelent öt legfontosabb publikációt kell megadni az impaktfaktorokkal és a kapott független hivatkozásaikkal együtt.

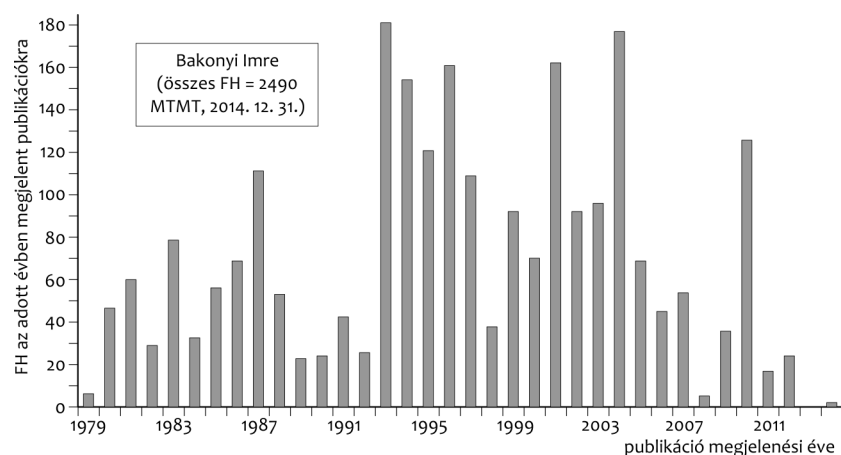
Ezért javaslom a 2. ábrán látható újfajta diagram elkészítését, melyhez az MTMT-ben szereplő saját aktuális adataimat használtam fel. Ennél a diagramnál a független hivatkozások számát ahhoz az évhez rendeljük, amikor a hivatkozott publikáció megjelent. Így lényegében ránézésre gyorsan megbecsülhető egy kiválasztott utóbbi időszak közleményeire kapott független hivatkozások száma (konkrét számadatok az ábraalírásban találhatók). Emellett hosszabb időszakra vonatkozólag is támpontot nyújt egy kutató sikeres kutatási tevékenységének áttekintéséhez. Jól ki rajzolódnak a sikeres vagy kevésbé sikeres témák művelésének időszakai, illetve az egyes időszakok tevékenységének független hivatkozások számával mért eredményessége és annak időbeli fejlődése.

Az 1. és 2. ábrán szereplő diagramok összehasonlításával ránézésre is könnyen megállapítható, hogy az elmúlt tíz évben kapott (függő + független) összes hivatkozás száma (WoS) jóval nagyobb, mint az adott időszakban megjelent közleményekre kapott független hivatkozások (MTMT) száma. Az ábraalírásokban szereplő erre vonatkozó adatok alapján ez az arány közel négyszeres, ami nagyjából egyezik az 1. és 2. táblázat megfelelő adataival (az eltérés a WoS- és MTMT-adatok közötti különbségből ered).

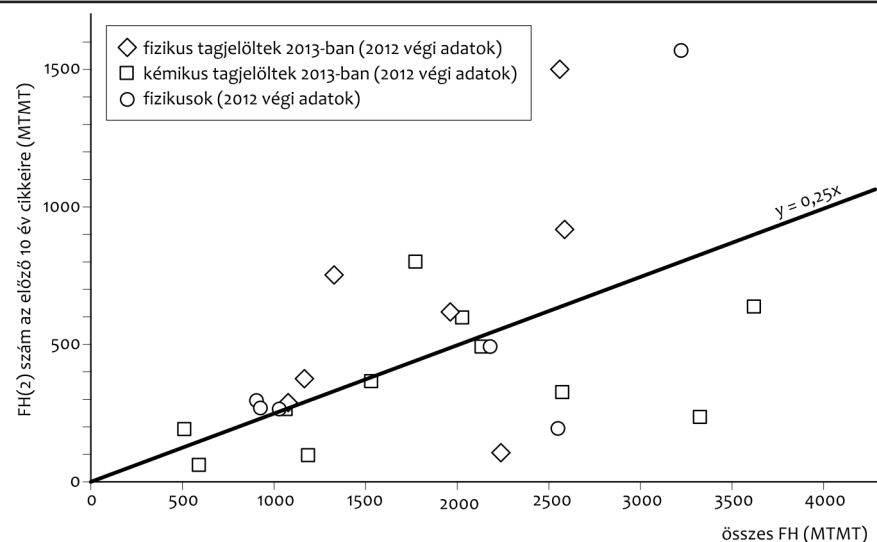
Ezek a tények alátámasztják, hogy a kétféle diagram nem egyformán méri a független hivatkozások számával jellemzett kutatói eredményességet egy vizsgált utóbbi időszakra vonatkozólag (ez az állítás nyilván érvényes marad akkor is, ha nem a függő és független

hivatkozások WoS-ból kinyerhető, elmúlt időszakbeli számát tekintjük, hanem az MTMT-ből kapott tényleges $FH(2)$ értékeket, amint azt az 1. és 2. táblázat összehasonlítása is mutatta). Ebből következik, hogy a pályázatiíróknak pontosan definiálniuk kell, hogy ha tudományometriai paraméterekkel is rangsorolni kívánják a pályázó kutatókat, akkor milyen paraméterek megadását kérik.

Annak további szemléltetésére, hogy egy utóbbi időszak publikációira kapott hivatkozások száma megfelelő mérőszám lehet ezen időszak hivatkozásokban mért eredményességére, bemutatjuk a 3. ábrát. Itt egy tízéves előző időszakban megjelent publikációkra kapott független hivatkozások $FH(2)$ száma szerepel néhány kiválasztott kutatóra az összes független hivatkozás számának függvényében. A kiválasztás alapja az volt, hogy az adott kutató adatai viszonylag friss dátumig fel legyenek töltve az MTMT-be. Mivel az MTA-tagjelölteknek jelöléskor a frissítés kötelező, ezért a legutóbbi (2013. évi) tagajánlás idején vettük a 2012. év végi adatokat a fizikus és kémikus tagjelöltekre, kiegészítve néhány, friss adatokkal rendelkező fizikus kutatóéval, köztük a szerzőével (mindkét fizikus csoportban eltekintettünk a nagy szerzőszámú cikkeken szereplő kutatóktól). Az önkényesen behúzott $y = 0,25 \times$ referenciavonal segítségével látható, hogy az összes hivatkozás számával az utóbbi tízéves időszak publikációira kapott hivatkozások száma *nagy átlagban nő*. Ugyanakkor az is nyilvánvaló, hogy igen jelentős a szórás a referenciavonalhoz viszonyítva: ugyanolyan összhivatkozásszámnál közel tízszeres is lehet az eltérés az utóbbi vizsgált időszak közleményeire kapott hivatkozások számában az egyes kutatók között. Ez éppen az utóbbi időszak $FH(2)$ hivatkozásszámmal mért kutatói eredményességének eltéréseit tükrözi.



2. ábra • A szerző hivatkozási diagramja az MTMT-adatbázis alapján olyan ábrázolásban, hogy a kapott független hivatkozások ahhoz az évhez vannak rendelve, amikor a hivatkozott publikáció megjelent. Az utóbbi tíz évben (2005–2014) megjelent publikációkra kapott független hivatkozások száma ezen adatok alapján $FH(2) = 376$ (egyezésben a 2. táblázattal).



3. ábra • A 2003–2012 időszakban megjelent publikációkra kapott független hivatkozások száma a 2013. évi fizikus és kémikus akadémiai tagjelöltek (és néhány további kiválasztott fizikus) 2012. végi MTMT-adatai alapján a mintavétel időpontjához tartozó összes független hivatkozásaik függvényében. Az $y = 0,25x$ egyenes csak egy önkényesen behúzott referenciavonalat jelöl.

Összegyűjtöttük a 2014. év végi adatokat is (ezúttal a 2005–2014. évekre vonatkozó FH(2) értékekkel) a 3. ábrán szereplő kutatókra, de az áttekinthetőség érdekében a frissebb adatokat nem tüntettük fel. Az összhivatkozásszámok értelemszerűen növekedtek minden esetben, bár eltérő mértékben az egyes kutatókra. A 2012. és 2014. végi mintavételhez tartozó FH(2)-értékek általában kismértékben nőttek vagy csökkentek, de a diagram összképe nem változott. Egyes esetekben azonban igen erős csökkenés következett be a 2012. és 2014. évi FH(2)-számokban, aminek oka például az volt, hogy egy ezer fölötti hivatkozásszámú publikáció „kicsúszott” a második tízéves ablakból. Az ezen publikációra kapott hivatkozások természetesen szerepelnek az összes hivatkozások számában, de ez is mutatja, hogy a fentebb definiált FH(1)- és FH(2)-hivatkozásszámok eltérő módon mérik az

eredményességet. Ezen fluktuációk még erőteljesebbek lehetnek, ha egy öt éves utóbi periódusra tekintjük az adatokat, mivel akkor az FH(2)-hivatkozásszámok jelentősen kisebbek lesznek, a szórásuk is nagyon meg fog nőni. Emiatt véleményem szerint a tíz évnél rövidebb időre vett összegzés már nem lesz megbízható összehasonlítási alap.

Egy utóbbi adott időszak publikációira kapott független hivatkozások számának megadásához az MTMT-rendszert könnyen alkalmassá lehetne tenni arra, hogy például az OTKA felé az FH(2)-hivatkozásszámot adja meg az eddigi FH(1) helyett. Mindemellett akár az 1., akár a 2. ábrán látható típusú diagramok tényleges előállítására bizonyára egyszerűen megoldható lenne az MTMT-rendszerben is, lehetővé téve az ilyen diagramok alapján a fentebb ismertetett kutatói értékeléseket is. Az 1. ábra szerinti diagram

kinyerése az MTMT-ből azzal az előnnyel járna, hogy csak a független hivatkozásokat lehetne szerepeltetni rajta, ellentétben a hasonló WoS-diagrammal (1. ábra), ami a függő hivatkozásokat is tartalmazza.

Értelemszerűen az MTMT-adatok alapján elkészíthetők a WoS-ban is generálható publikációs és hivatkozási diagramok a megjelenési év függvényében, valamint a folyóirat-közlemények impaktfaktorainak évenkénti diagramja is. Az MTMT-rendszer továbbfejlesztésénél mindezeket a lehetőségeket a fent kifejtett okok miatt célszerű lenne esetleg szem előtt tartani.

Egyetértek azzal az általánosan elfogadott véleménnyel, hogy a tudományometriai paraméterek kizárólagos használata kutatói teljesítmények mérésénél nem abszolútizálható. Hozzászólásomat az motiválta, hogy – mivel láthatólag a pályázatok elbírálásánál jelenleg mégis igen fontos szerepet játszanak – akkor legalább ezen paraméterek figyelembevétele a lehető legkorrektebb formában, egységes értelmezéssel történjen minden esetben.

Összefoglalás

A jelen dolgozatban arra tettem javaslatot, hogy a pályázatok elbírálásánál szokásosan kért hivatkozásszám megadása az „utóbbi 5 vagy 10 évre” olyan értelmezésben szerepeljen, hogy az „adott utóbbi időszakban megjelent

közleményekre kapott független hivatkozások számát, FH(2)-t” kelljen megadni a jelenleg általában elvárt „az adott időszakban kapott hivatkozások száma, FH(1)” helyett. Számszerű adatokkal bemutattam, hogy a kétféle módon megadott hivatkozásszámokban lényeges különbségek lehetnek, ami miatt az utóbbi időszak hivatkozásokban mért eredményességét eltérően mérik. Ráműtattam, hogy a kétféle mérőszám elvileg is különböző adatokat szolgáltat, amelyek közül csak az FH(2)-mennyiséget tartom helyes mérőszámnak az adott célra. Egy reprezentatív tekintetű kutatói csoport MTMT-adatai alapján illusztráltam, hogy az általam javasolt FH(2)-mérőszám igen különböző lehet azonos összes hivatkozásszám mellett, tehát erőteljesen elkülöníti az egyes kutatók eredményességét, ha például egy elmúlt időszak megítélése kívánatos a pályázatkíró részéről. Javasoltam továbbá, hogy az MTMT-rendszer fejlesztésénél legyen szempont a jövőben az is, hogy az utóbbi évek publikációira kapott hivatkozások összes száma automatikusan legyen kinyerhető az MTMT-rendszerből, illetve a bemutatott típusú diagramok legyenek ugyanitt előállíthatóak, elősegítendő a további értékeléseket.

Kulcsszavak: *hivatkozások, MTMT, WoS, OTKA, pályázatok*

IRODALOM

- Csaba László – Szentes T. – Zalai E. (2014): Tudományos-e a tudománymérés? Megjegyzések a tudománymetria, az impaktfaktor és MTMT használatához. *Magyar Tudomány*. 4, 442–466. • <http://www.matud.iif.hu/2014/04/12.htm>
- Kollár István (2012): Az MTMT-adatbázisról és hatékony feltöltéséről – Hozzászólás Scheuring István

- cikkéhez. *Magyar Tudomány*. 11, 1383–1388. • <http://www.matud.iif.hu/2012/11/17.htm>
- Scheuring István (2012): Kinek van szüksége az MTMT-adatbázisra? *Magyar Tudomány*. 8, 991–992. • <http://www.matud.iif.hu/2012/08/15.htm>
- Tichy-Rács Ádám (2012): Kinek van szüksége az MTMT-adatbázisra? – Hozzászólás Scheuring István cikkéhez. *Magyar Tudomány*. 11, 1379–1382. • <http://www.matud.iif.hu/2012/11/16.htm>

A KELETI NYITÁS LOGISZTIKAI ADOTTSÁGAI

Erdősi Ferenc

DSc, kutató professor emeritus,
MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont
Regionális Kutatások Intézete, Pécs
erdosi@rkk.hu

Bevezetés

Szerteágazó következményei alapján századelőnk globális gazdaságának földrajzi átrendeződésében a legnagyobb horderejű változásnak Ázsia élre törését tekinthetjük. Az első számú erőközponttá előlépő, tágabb értelemben vett Távol-Kelet (esetenként drámai) *push–pull* hatásai nemcsak a második és harmadik helyre átsorolódott Észak-Amerikát és Európát, hanem a *Rest of World*-öt is érintik. Az atlanti-Európa vezető gazdaságai, felretéve az ideológiai, politikai különbségeket, józan kereskedelmi megfontolások alapján az utóbbi évtizedekben igen rangos partnerré pozicionáltak a Keletet. (Hamburg kötői forgalmából a kínai viszonylatúak az 1986. évi 0,6%-ról 2013-ra 47,4%-ra növekedtek – *Shipping Statistics Yearbook*, 1986, 2013). Sem Amerika, sem Európa számára nem kérdéses, hogy a globális gazdaság előnyeiből való részesedéshez Kelet-Ázsia éppúgy megkerülhetetlen, mint ugyanakkor a dömping elleni védekezés szükségessége. (Így például a német–kínai „napelemháború” nyomán hozott restriktív intézkedések.)

A keleti kapcsolatok súlya külgazdaságunkban természetszerűen a mindenkori

meghatározó kormányzóerő pragmatikus orientációs szándékától függően alakulhat. E törekvés eredményessége nem elhanyagolható mértékben azon múlik, hogy milyen közlekedési/logisztikai ráfordítások árán lehet a távoli értékesítési és beszerzési piacainkat elérni.

A világtengereken a közlekedés szabadságát a nemzetközi jog valamennyi országnak biztosítja, de a szárazföldi közlekedés lehetőségét az adott közlekedési infrastruktúrákkal rendelkező országok magatartása határozza meg. *Az egymással versengő transzeurázsiai vasúti korridorok egyes szakaszai közötti műszaki különbségeken* (az interoperabilitás hiányán) *és a természeti-gazdasági környezeten túlmenően a forgalom alakulására, folyamatosságára nagyobb hatást gyakorolnak a nagy- és középhatalmak* (illetve etnikai csoportok) *érdekei* (Erdősi, 2013). E felismeréstől vezérelve arra összpontosítunk, hogy a korridorok milyen motivációk, érdekek „termékei”, és hogy az új útvonal valódi alternatívát képezhet-e. Nem utolsósorban azzal, hogy a hatékonyság érdekében az érdekeltek hajlandók módosítani (a beltengeri kompszakaszok kiiktatásával) a korridorok Európához közeli szakaszán.

1. A globális gazdaság erőközpontjai közötti szállítási adottságok, az Európa és Ázsia közötti forgalom aszimmetriája

A nyersanyag- és készáruszállítások közegét, módját, valamint útvonalait nagy vonalakban a földrajzi adottságok határozzák meg. Az egyes szállítási módok részaránya (*modal split*) tekintetében erős a különbség a kelet-ázsiai és a másik két erőközpont között. A Távol-Kelet és Amerika között a csendes-óceáni viszonylag alacsony kockázatú tengerhajózási, valamint légi útvonalak működnek. Ezzel szemben a Kelet-Ázsia és (Nyugat-) Európa közötti hajóút költségét a Szezi-csatorna használati díján kívül a politikai, valamint az (előbbi) a legtöbb esetben nem független) élet- és vagyonbiztonsági kockázat is növelheti. (Kalózszerzés a Szunda-szorosban és a Vörös-tenger bejárata körüli vizeken stb.) A polgári légi közlekedés a 20. század dereka óta többször is kénytelen volt módosítani transzeurázsiai vonalain. A Szovjetunió megtiltotta légtere használatát a nemzetközi légitársaságoknak, ezért a Távol-Kelet és Nyugat-Európa közötti járatok hatalmas kerülővel, az Északi-sarkon keresztül közlekedtek egészen az 1960/70-es évekig (Erdősi, 1998). A helyi háborúk, konfliktusok (Afganisztánban, Irakban, újabban Kelet-Ukrajnában) ugyancsak a kritikus területek elkerülésére kényszerítik a légitársaságokat. Viszont az eurázsiai bicontinensen fizikailag nincs akadálya az egymástól távoli partnerek közötti szárazföldi áruáramlásnak, melynek (a sok ezer kilométeres távolságok miatt) gyakorlatilag a vasúti korridorok a hordozói. (A közúti árufuvarozás általában szomszédsági, illetve a nagyobb nemzetközi régió belüli viszonylatokra szorítkozik.) Bár a korridorokra az áruszállításnak mindössze a 3,0–3,5%-a jut, ehhez képest

jóval nagyobb a jelentőségük, miután a tengeri úttal szemben fizikailag érzékeny és rövidebb eljutási időt igénylő nagy értékű (jobbára konténeres) szállítmányok adekvát hordozója a vasút (Erdősi, 2008).

A három globális erőközpont közül a legnagyobb kontinensközi forgalmat Ázsia keleti fele kelti. Sajátos termelési struktúrája, valamint energiahordozó-, illetve nyersanyagforrásainak korlátozottsága okán Kína, Japán és Korea *beszerzési és értékesítési piaca földrajzilag meglehetősen elkülönül*. Ugyan a távol-keleti feldolgozóipar korszerűsödésével a fajlagos anyagigényesség mérsékelten csökkenő irányzatú, azonban a megtermelt áruk fizikai tömege tovább növekszik, az energiahordozók (kiváltképpen a kőolaj) iránti igény pedig drámai méreteket ölt. Ezért az import és export tömegének mennyiségi viszonyában (a gyakori kisebb amplitúdók mellett) összességében alig mutatkozik változás; *a Távol-Keletre továbbra is az Ausztráliából, Afrikából és Latin-Amerikából származó erős importtöbblet lesz jellemző* (Erdősi, 2013). Szállításszervezési szempontból nem elhanyagolható a fuvarozás indulási és célterületeinek chorologikus viszonya. Az áruáramlás irányok szerinti jelentős különbsége miatt csak ritkán van mód arra, hogy az exportáruval töltött konténerek, illetve az import (jobbára ömlesztett) áruval teli hajótér visszárúval feltölthetők legyenek. Ezért az üres konténerek visszaszállítása, illetve az üres hajótér a külkereskedelem költségeit nem elhanyagolható módon növeli. Miután *Kelet-Ázsia számára Európa elsősorban* (készáru-) *értékesítési piac*, az áruforgalom közel kétharmada K–Ny, és csupán bő egyharmada Ny–K irányú. E drasztikus tömegbeli aszimmetria költségnövelő tényezőként terheli a transz- és periazsiai szállítási rendszereket (Erdősi, 2006).

2. A bikontinentst átszelő (transzeurázsiai) vasúti korridorok nagy- és középhatalmi erőterekben

Az Ázsiát délről nagy ívben megkerülő perikontinentális (a Szezei-csatorna kivételével), gyakorlatilag feltételek nélkül használható nemzetközi tengeri útvonalakkal szemben a 20. század elejétől működő Transzszibériai vasút egyetlen birodalom területén, az 1990-es évektől tervezett Új Selyemút pedig (közel tucatnyi országot érintve) nagy- és középhatalmi érdekek által befolyásoltan alakul ki.

Az első land-bridge, az Orosz Birodalom transzszibériai vasútja • A Moszkvától Szibérián keresztül a Csendes-óceánig tartó megavasút létesítésének legfőbb célja a birodalmon belüli kohézió és a nagyhatalmi pozíció erősítése volt. A cári udvar felismerte a feltörekvő Japán részéről az Orosz-Távol-Keletet fenyegető veszélyt, és egyben Szibéria betelepítésének szükségességét is, hogy a lényegében inkább csak a térképen és a joganyagban létező (virtuális) hatalmi téra tényleges birtokba vétele után nagy teljesítményű gazdasági térré konvertálódjon. A mintegy 8000 km hosszú vasútvonal képletesen a bikontinentális birodalom „nadrágszójának” szerepét kellett, hogy betöltse.

A „gőzkorszak” legnagyobb és kiemelkedő katonastratégiai fontosságú közlekedési infrastruktúrájának gazdasági haszna megkérdőjelezhetetlen (Westwood, 1964). Egyrészt azzal, hogy a befektetett tőke már az első világháborúig megtért, másrészt az amerikaihoz hasonlítható rendkívül gyors regionális fejlődést eredményezett Szibériában (Die Vermehrung..., 2001; Metzer, 1977). A szovjet korszakban a Transzszib mentén nehézipar telepítésével, óriás erőművek létesítésével és az alaposan megnövelt szállítási kapacitás adta lehetősé-

gekkel megalapozottan hatalmas urbanizált gazdasági tengely jött létre.

A Transzszib forgalmát és ezzel a gazdasági tengely súlyát hathatósan növelték az 1930-as évektől kezdődően megépített, észak és dél felől becsatlakozó vonalak (1. ábra), különösen a Mongóliába tartó kiágazás, amely elősegítette a vazallus Mongol Népköztársaságnak a szovjet politikai-gazdasági térbe való integrálását (Radnaabasaryn... 2000).

A Transzszib infrastrukturális monopolhelyzetet élvezett a legutóbbi időkig a transzeurázsiai nemzetközi tranzitszállításban. A szovjet vezetés paranoiája olyan súlyos volt, hogy közel fél évszázadig nem engedélyezte a területén átmenő nemzetközi közlekedést. A Transzszib is csupán a belföldi közlekedést és a szovjet külkereskedelmet szolgálta. Megnyitását a nemzetközi tranzit számára az 1960-as évektől gazdasági (pl. konvertibilis valuta-bevétel) és politikai tényezők kényszerítették ki.

A transzeurázsiai szállítás lehetősége egy ideig elsősorban a két távol-keleti ipari hatalom, Japán és Dél-Korea számára volt nagy fontosságú, miután termékeik piaca egyre inkább kiterjedt Európára. Logisztikai megfontolásból a széles nyomtávú vagonokba rakott keleti áruk legnagyobb nyugati disztribúciós desztinációja Dél-Finnországban alakult ki. Kétségtelen, hogy a (főként a Helsinki konferencia után érzékelhető) politikai enyhülés is hozzájárult ahhoz, hogy a transzszibériai tranzitforgalom mérete az 1980-as évek végén érte el tetőpontját (Lebendiger Verkehr..., 1989). A Szovjetunió szétesése után a tranzitforgalom is drasztikusan visszaesett, majd az 1990-es évek végétől ismét lassan emelkedő irányzatúvá vált, de most már a kínai áruk megjelenésének köszönhetően (Kulke-Fiedler, 2004). Az új helyzet a nagy (40 lábas) konténerek mozgatását is lehetővé tevő műszaki

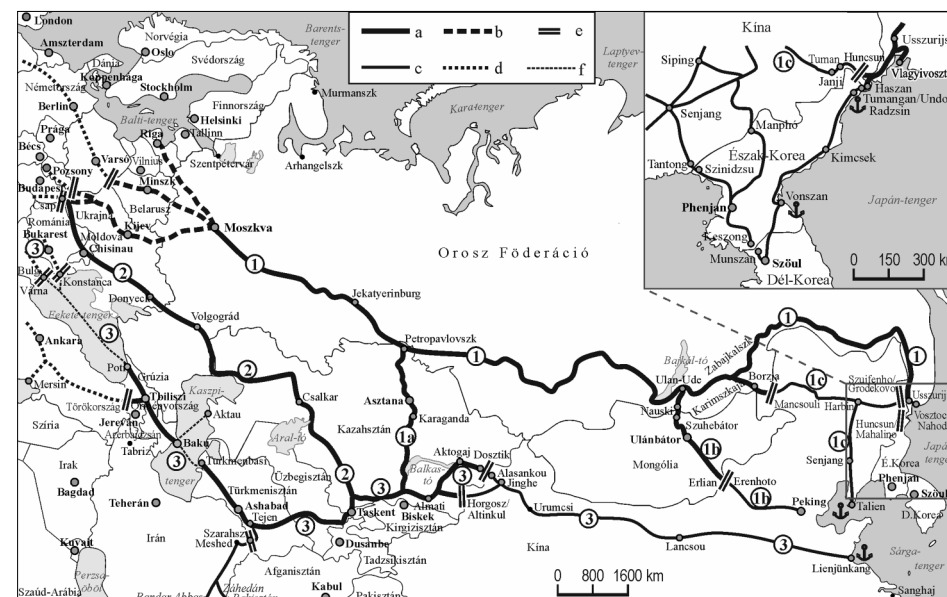
fejlesztésekre, a forgalomszervezés javítására ösztönözte az Orosz Vasutakat.

Oroszország ma is mindent megtesz (és a jövőben is várhatóan további hathatós intézkedéseket hoz) a forgalom növeléséért. (Már nem kizárólag az ebből származó pénzbevételek érdekében, mint inkább a nagyhatalmi tekintély megtartása okán.) Hogy ez maradéktalanul sikerülhet-e, az alapvetően attól függ, hogy létrejön-e és milyen hatékonysággal működtethető a Transzszib egyelőre csak nascens állapotban levő versenytársa.

Az „Új Selyemút” mint a Transzszib (egyelőre kisesélyes) versenytársa • A Transzszibbel ellentétben tervezett új transzeurázsiai korridor vonala számos gazdasági struktúra-

ban, színvonalban, társadalmi viszonyokban, kultúrában és – ami témánk szempontjából leglényegesebb – a nemzeti vasútrendszere infrastruktúra-szabványaiiban, vontatási módjában, szolgáltatási rendszereiben is különböző országot fűz fel.

A Közép-Ázsiát és a Kaukázus országait Ny–K irányban keresztülseelő vasúti korridor egymáshoz kapcsolódó nemzeti szakaszai ugyan túlnyomóan már léteznek, csak éppen néhány körülmény miatt egyelőre nem működnek egy nagyon várt, teljes hosszában folyamatosan üzemelő interoperábilis korridor aktív szegmenseként. A Kína csendes-óceáni partjától Európáig tartó korridor leg-hosszabb (több száz kilométeres) hézaga



1. ábra • A transzeurázsiai vasúti korridorok • Jelmagyarázat: a – széles nyomtávú pályák; b – széles nyomtávú csatlakozó vasutak Európában; c – normál nyomtávú pályák Kínában és Iránban; d – normál nyomtávú csatlakozó vasutak Európában és Törökországban; e – nyomtáv váltás határállomáson; f – tengeri vasúti kompvonalak; 1 – Transzszib törzsvonal; 1a – Transzszib–Kazahsztán; 1b – Transzszib–Mongólia; 1c – Transzszib–Mandzsúria mellékvonal; 2 – Középső korridor; 3 – TRACECA. Kivágat: Észak-Korea–Kína/Oroszország vasúti összeköttetések. (Forrás: Jane’s World Railways, 2011–2012 és több tanulmány adataiból szerkesztette a szerző.)

Nyugat-Kínában közvetlenül a Szovjetunió felbomlása előtt, csak 1990-ben szűnt meg, amikor a normál nyomtávú kínai pálya elérte a széles nyomtávú kazah hálózatot (Hall, 1997). E mozzanat felkeltette a hipotetikus közép-ázsiai korridor valamennyi érintettjének sokféle érdektől vezérelt érdeklődését. Közös nevezőjük *Oroszország elkerülésének* (ezzel monopolszerepe megtörésének) *szándéka* volt. Kezdeményezői között már kezdetben ott voltak a tenger nélküli közép-ázsiai országok, amelyek a kikötők elérésének megkönnyítésére törekedtek. Ugyancsak erős érdeklődést mutatott e korridor iránt az Európai Unió (Fehér könyv..., 2001) – a távoli posztsovjeter potenciális piacterületekre való eljutásnak különleges fontosságot tulajdonítva. E megfontolások alapján dolgozták ki a nyugati szakértők a TRACECA-projektben (URL1) testet öltött *Új Selyemút* koncepciót, melynek programját az érdekelt országok az 1993. évi bakui értekezleten írták alá (Erdősi, 2005).

A TRACECA útvonalát eredetileg megteendő távolság minimalizálására törekedve a hosszú szárazföldi szakaszokat megszakító két beltengeren, a Kaszpi- és a Fekete-tengeren keresztül tervezték meg. Azonban a hagyományos vasúti komphajók közbeiktatása megtöri a szállítási folyamatosságát, növeli időigényét (Black Sea Region..., 2012). Eltérően e korridor keleti szakaszával, melynek (Kínán és Közép-Ázsián átvető) vonala kezdettől rögzített volt, *a nyugati szakaszok megszerzésére több nemzet is igényt tart. A tengerek által megszakított útvonalra aspirálva Bulgária (Várna), Románia (Konstanca), sőt Ukrajna (Odessa/Iljicsevszk) versengett a Fekete-tenger parti (délnyugat-európai) gateway-ért* (Ukraine und die..., 2007). Egyfajta „kompromisszumos” változat csak a Fekete-tenger kiiktatásával számolt, és a Kaszpi-ten-

ger nyugati partjától (Bakuból) Törökország felé tartotta szükségesnek az útvonal déli irányban való áthelyezését. Az utóbbi elképzelés azonban Erisz almájának bizonyult Eurázsia geopolitikailag talán legérzékenyebb multietnikai térségében, a Kaukázusban.

Pántürk politikai erők érvényesülése a Kaukázus-térség nemzetközi közlekedési kapcsolataiban • A Szovjetunió szétesése után önállósá vált kaukázusi országok közötti kölcsönös sérelmek a különféle felek közötti fegyveres konfliktusokhoz vezettek (*bellum omnium contra omnes*). Még ha megalapozottnak tűnik is a történelem során számtalanszor bevált *divide et impera* trükk alkalmazásának gyanúja a mögöttes nagyhatalom, Oroszország részéről (orosz–grúz háború 1992-ben, melynek következtében megszűnt a közvetlen vasúti összeköttetés Abházián keresztül a két ellenséges ország között), valójában a vallási mezt öltött, régi keletű etnikai ellentétek tragikus következményekkel járó felizásáról volt szó. Közelebbről *a türök nyelvcsaládba tartozó síta azeriek és szunnita törökök fogtak össze a térségben senkivel sem rokon örömmény katolikusok országa ellen. A muzulmán felekezeti különbséget felülírta a pántürk politikai összefogás az olaj- és gázexportör Azerbajdzsán és az arra ráutalt Törökország között.* Ennek egyenes következménye lett, hogy az EU és az USA neheztelése ellenére Grúzián keresztül épült meg az Azerbajdzsánt a törökországi hálózathoz kapcsoló új (BTK) vasút (The Baku–Tbilisi–Kars Railroad...). Ezzel megvalósult *Örményország teljes kiiktatása a TRACECA-ból.* Örményország az elszigeteléséből, külkereskedelmének akadályozásából keletkezett súlyos anyagi veszteségek csökkentése érdekében a síta iszlám Iránon keresztül vezető (dubai és iráni tőkéből épülő) vasúttal szeretné elérni a Perzsa-öbölben a

világtengert (Almasion 2014, Iran Ready to Finance..., 2013).

A BTK vasúttal tehát műszakilag létrejött a TRACECA türk érdekeket szolgáló déli (a Fekete-tengert már kiiktató) változata Törökországon keresztül (2. ábra).

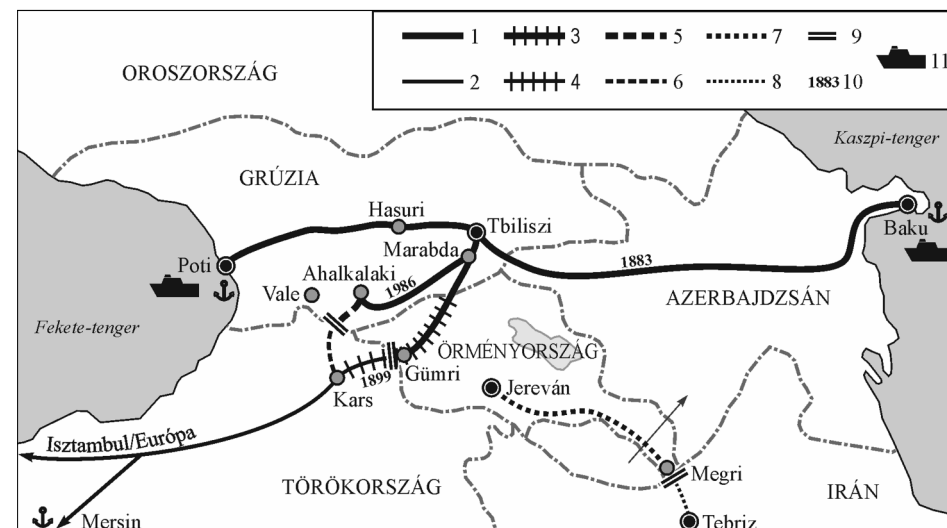
A kialakulóban levő kínai gazdasági szupremácia érvényesülése az ázsiai kontinentális közlekedésben. Verseny/együttműködés a két nagyhatalom között

Kína gazdasági befolyása (főként a Selyemúton folytatott kereskedelemmel) évezredek óta érvényesült a cári Oroszországhoz tartozó Közép-Ázsiában is. Kína „kisugárzásának” a Szovjetunió létrejötte vetett véget, amely az izolacionalista (a határok lezárásához vezető) politikát kombinálta centripetális hatalmi erejének a birodalom (gyepüként is funk-

cionáló) perifériáira gyakorolt nyomásával.

Az 1990-es évektől *az egykori szovjet–kínai határ átjárhatóvá válását Kína haladéktalanul ki is használta gazdasági expanziójához.* A FÁK keretei közötti közép-ázsiai országok a hirtelen elnyert politikai függetlenségük ellenére egy ideig nem voltak képesek felszámolni a gazdasági/műszaki függőségüket Oroszországtól, miközben évről évre erősödött a kínai gazdasági szereplők jelenléte (Peyrouse, 2009). Az így kialakult köztes helyzetben választani kellett a „két úr szolgája” (avagy megkülönböztetés nélküli partnere) és az aszimmetrikus (valamelyik nagy szomszédot előnyben részesítő) opció között.

Mára *egyértelművé vált Kína fölénye Oroszországgal szemben Közép-Ázsiában.* A korábban már Afrikában bevált „olajért infrastruktúrát” bartelmodellt sikeresen alkalmazva



2. ábra • A TRACECA Kaukázus térségi szakaszának vasútjai • Jelmagyarázat: 1 – működő széles nyomtávú; 2 – működő normál nyomtávú; 3 – nem működő széles nyomtávú; 4 – nem működő normál nyomtávú; 5 – épülő széles nyomtávú; 6 – épülő normál nyomtávú; 7 – tervezett széles nyomtávú; 8 – tervezett normál nyomtávú; 9 – nyomtávúváltás határállomáson; 10 – a vasút elkészültének éve; 11 – kikötő. (Forrás: Jane's World Railways, 2011–2012, és több tanulmány adataiból szerkesztette a szerző)

kínai vállalatok a kegyetlenül nehéz magashegységi tereppel dacolva nagyszabású vasút- és főútépítésekkel, továbbá korszerű vasúti járművekkel, illetve kedvezményes hitelekkel „fizetnek” az olajért, gyapotért és más nyersanyagokért – fokozatosan kiszorítva a korábban monopolhelyzetet élvező orosz infrastruktúra-építő és járműgyártó cégeket. *Kína vasútjai* ugyanakkor *létfonosságú tranzitszolgáltatásokat is nyújtanak* a Közép-Ázsiában létesült japán és dél-koreai autógyárak, elektrotechnikai üzemek alkatrészekkel való ellátásához, illetve a kész gépkocsiknak, készülékeknek a világpiacra való eljuttatásához.

Kína ma még ugyan főként Kazahsztánon és Oroszországon keresztül közlekedő konténer-irányvonatokkal juttatja el Európába magas árfekvésű műszaki cikkeket, azonban ennél jóval hatékonyabb alternatív útvonal tervével állt elő – a TRACECA-n belüli törspontok megszüntetésének, az Európába vezető interoperábilis és folyamatos infrastruktúra megteremtésének szándékával. Konkrétan *Kína a beltengeri kompokat kiiktatva normál nyomtávú vasutat tervez Európába* (China Promotes..., 2010), mely lehetővé tenné a szállítási idő lényeges csökkentését. Bár nyilvánvalóan saját érdekű vasútvonalról van szó, az új szállítási útvonal előnyeit a bekapcsolódó partnerországok is élvezhetnék. E nagyszabású terv megvalósításához csak Közép-Ázsiában kellene új, önálló normál nyomtávú pályát építeni, míg a nyugati folytatásához igénybe vehetők lennének a már létező iráni és törökországi pályák – megfelelő műszaki rekonstrukció után. A 2013-tól működő *Boszporusz-alagút* ezzel a két kontinenst összekötő kapocsként a TRACECA részévé válna (Marmaray Railway... 2013). A nagypolitikában tapasztaltak (a kaukázusi, ukrainai helyzet kiszámíthatatlansága) tükrében logisztikai

szempontból mindenképpen ésszerű a TRACECA erősen módosított déli útvonala.

Kérdés, hogy Kínának az Oroszországgal elmélyülő gazdasági együttműködése milyen hatással lehet a Transzsibbel szemben versenytársként megjelenő „kínai TRACECA” megvalósítására, illetve leendő forgalmára? A válaszhoz mindenképp mérlegelendő, hogy a *kínai külgazdaság* továbbra is erősen exportorientált marad-e, vagy pedig a belső fogyasztás válik jelentősebbé. Ha nagyjából csupán a mai szállítási kapacitásra lesz szükség, akkor luxus-/presztízsberehúzásnak látszik a csillagászati összegbe kerülő új interkontinentális infrastruktúra, mivel a kazah és orosz vasutak képesek kielégíteni a kínai igényeket is.

Oroszország és Kína *egymásrautaltsága* a két birodalom eltérő szerkezetű transzeurázsiai átmenő forgalmából, illetve a megaméretű kétoldalú kereskedelemnek a szárazföldi és tengeri közlekedéssel szembeni sajátos kihívásaiból adódik: Oroszország a túlnyomóan Szibériából származó, óriási tömegű energiahordozó- és nyersanyag-exportjához jobban ráutalt a Transzsibból kiágazó, a nagy kapacitású kínai kikötőkbe tartó (az 1. ábrán az 1b és 1c számokkal jelzett) tranzitvonalakra, mint Kína, amely a tömegében kisebb export készáruinak túlnyomó részét tengeren juttatja el az európai piacokra.

Ezen a helyzeten érdemileg aligha változtathat a Kínából Közép-Ázsián keresztül Európába tartó, Kína érdekű normál nyomtávú pályalánc létrehozása a távolabbi jövőben, mivel arra meglehetősen kevés terelődhet az Oroszország által keltett forgalomból. Ezzel szemben a világ vezető gazdasági hatalmává előlépő Kína egyre eredményesebben törekszik arra, hogy a világpiacok elérése érdekében jó néhány irányban a külföldre tartó új vonalakkal diverzifikálja nemzetközi vasúti

infrastruktúráját. Ezek közé tartozik a közkeleti olaj biztosítása érdekében tervezett grandiózus (ám csak rendkívüli összegből kivitelezhető) transzpanír vasút, valamint a Pakisztánon keresztül az Indiai-óceánig tartó megavasút. Az utóbbi megvalósulásával Kína India „hátába” kerül és közelebb az afrikai „neokolóniákhoz” (Erdősi, 2013).

A transzeurázsiai korridorokhoz fűződő középhatalmi érdekek • A tágabb értelemben vett Közép-Ázsia országai közül világviszonylatban is tekintélyes kitermelőipari teljesítménye, továbbá (a tengerparttal nem rendelkező országok világsszövetségének vezetőjeként) szerteágazó nemzetközi kapcsolatrendszere alapján *Kazahsztán* középhatalomnak tekinthető, s a TRACECA valamennyi változatához érdeke fűződik. Az Oroszországgal összekötő nagy teljesítményű vasutak sokféle szerepet töltenek be. (Nélkülözhetetlenek a bajkonuri világűrkutató állomásra történő rakétaszállításokhoz.) Kazahsztán a posztsovjet (Oroszországot, Ukrajnát, Belaruszt is magában foglaló) Eurázsiai Szövetség tagja, és kétségtelenül sok (gazdasági) szál fűzi *Oroszországhoz*, az utóbbi időben kapcsolata *Kínával* is igen nagy mértékben erősödött (Kazakhstan and China Develop..., 2012). Ennek fő oka, hogy egyrészt Kína lett a kazah nyersanyagexport legnagyobb piaca, másrészt a világpiacra való kijutáshoz a kínai kikötők biztosítják a legkedvezőbb opciót. Kazahsztán számára az Iránon átvezető TRACECA-szakasz jelentőségét pedig az húzza alá, hogy az abból dél felé kiágazó pályán elérhető a *Perzsa-öböl* partvidéke és a világtenger. Kazahsztán gabonaexportjának egy része *Európa felé irányul* (Kazakh Wheat to Be Exported..., 2012), ezért minden eszközzel támogatja a TRACECA tervezett törökországi szakaszának létrehozását is (Potential for Eurasia Land Bridge..., 2012).

A másik középhatalom *Irán*, mely a *TRACECA* és az orosz kezdeményezésre kialakulóban levő, Szentpétervárt Azerbajdzsánon keresztül a Perzsa-öböl iráni kikötőivel összekötő „Észak–Dél-korridor” *kereszteződéséből adódó szállítási potenciál kedvezményezettje*. Ma még az iráni tranzit legjelentősebb generálójá Közép-Ázsia, de várhatóan felzárkóznak hozzá a TRACECA más szakaszai is.

A harmadik középhatalom *Törökország*, melynek kemény érdeke, hogy kiváló földrajzi fekvését kamatoztatva, közlekedési összekötő *kapocs* szerepre tegyen szert *Ázsia és Európa között*. Nagysebességű vasút- és autópálya-hálózatának kiépítése már folyamatban van, ami megkönnyíti a TRACECA korridor nyugati szakaszának idevonzását. A Boszporuszon és Dardanellákon súlyos forgalmi nehézségekkel és környezetkárosítással járó É–D irányú tengeri áruáramlás és a kibontakozó K–Ny irányú szárazföldi korridor Törökországot a jövőben tekintélyes nagyregionális közlekedési *fordítókoronggá* avathatja (Erdősi, 2014).

3. Az ázsiai piacok Magyarországról való elérésének opciói

Külgazdaságunk számára kardinális kérdés az ázsiai piacok eléréséhez a legracionálisabb módok megtalálása. A maradék Magyarország számára Kossuth felszólítása („Tengerhez magyar!”) nem vesztett időszerűségéből, azonban Fiume elvesztése (majd Duna-tengerjáró flottánk felszámolása) óta nagyon lényeges a „hol?” kérdés. Tengeri külkereskedelmünk nagyobb része már évtizedek óta a belga, holland és német megakikötőkön keresztül áramlik. Logisztikai szolgáltatásaik minősége felülírja a távolság tényezőt, ezért a jóval közelebbi adriai kikötők másodlagos jelentőségűek a magyar külkereskedelemben.

Magyarország adriai-tengeri kikötőhasználati stratégiája a 20. században többször is változott. Az 1970/80-as években az új montenegrói kikötőt, Bart favorizálta a magyar kormány – eredmény nélkül. Az 1997-ben az EU által kijelölt (Budapestről induló) Vc. PEN folyosó a közelebbi horvát Pločeig tart, de Magyarország ezt a kikötőt is alig használja (Erdősi, 2005). A szlovéniai Koper konténer- és gépkocsi-rakodásra szakosodott, ezért a tömegárúkat Fiumének kellene fogadnia, de a Kárpát-medencébe tartó vasútja oly mértékben elhasználódott, hogy a magyarországi viszonylatú áruszállítás a kívánatosnál jóval kisebb mértékben veszi igénybe. Az adriai opciókkal szemben a periférikus fekvésű, ráadásul jóval távolabbi Konstanca a távolkeleti partnerekkel kialakított igen eredményes együttműködéssel képes volt lényegesen növelni a Magyarország által keltett forgalmát.

Új helyzetet teremthet a Szuezi-csatornához közelebb működő mediterrán kikötők eléréséhez a Közép-Európa felé irányuló kínai gazdasági expanzió. *A magyar és szerb kormányokkal Kína egyezményt írt alá a Budapest–Belgrád vasút 160 km/h sebességűre kiépítéséről*, mely a kínai cégek által erősen prioritizált görög kikötőkből Belgrádba vezető pálya magyarországi folytatása lenne (Budapest–Belgrád vasútvonal... 2014). E „kínai vasút” egyben a Kelet-Balkánon megoldható becsatlakozással a leendő TRACECA európai szakaszt is magába foglalhatná.

Magyarország az ukrán határán Záhony-nál csatlakozik a Transzszib európai folytatásához. Az utóbbi években azonban az Orosz Vasutak az érdekelt országokkal együttműködve tervet dolgozott ki a széles nyomtávú pálya Pozsonyig (egyes változatok szerint Linzig) történő meghosszabbítására Budapesten vagy Szlovákián keresztül. Megvalósítása esetén a

záhonyi átrakóközvetben történt korábbi hatalmas beruházások teljesen elvesztik értéküket, le kellene mondanunk a Záhony-nal kapcsolatos területfejlesztési célú tervekről (Bajor – Erdősi, 2013). (Egyelőre prognosztizálhatatlan az ukrán–orosz konfliktus hatása a projektre, illetőleg az ukrainai tranzitútvonal használatára.) Az előbbi ambiciózus tervek alapján akár egyfajta orosz–kínai versengésre is gondolhatunk!

4. Összefoglaló következtetések

A nemzetközi tranzit számára az 1960-as évektől fokozatosan megnyitott transzszibériai korridor monopolhelyzetet élvezett. Ugyan 1990-ben a kínai és kazah vasúthálózat összekötésével formálisan megteremtődtek az alternatívát képező új vasúti korridor létrehozásának feltételei, azonban az EU által támogatott (a TRACECA-programban manifestálódott), Közép-Ázsián, a Kaukázuson keresztül Európába tartó „Új Selyemút” nem volt képes (az időközben végig villamosított, sőt kétvágányúsított, kifejezetten nehéz szerelvények gyors közlekedtetésére alkalmas) interoperábilis Transzszib versenytársává válni a fél tucatnál több ország határán és a kikötőkben kialakult számos műszaki és adminisztratív töréspont miatt.

Egyre kisebb az esélye a TRACECA nyugati szakaszán az eredeti vonalvezetés tarthatóságának a Kaukázus tágabb térségében érvényesülő pántürk politika, illetve a belten-gerek kiiktatásának szándéka okán. A számos bizonytalansági tényező által terhelt „Új Selyemút” életképesebb lehet, ha műszakilag egységes pálya vezet a kínai kikötőktől Közép-Ázsián, Iránon és Törökországon keresztül Európába. E feladat megoldására csak Kína képes és hajlandó, melynek jelenléte és befollyása az érintett ázsiai országokban Oroszor-

szág rovására növekszik. E terv mögé három érdekelt középhatalom (Kazahsztán, Irán, Törökország) is felzárkózott. Kína szerepét a bikontinensen áramló tranzitban még hangsúlyosabbá teheti kikötői vonzerejének rendkívüli erősödése. Bár Kína a normál nyomtávú vasútépítéssel a Távol-Kelet és Európa közötti szárazföldi tranzitban felzárkózhat Oroszországhoz, feltételezésem szerint ez nem változtat a mai korrekt viszonyukon, mivel annak alapját a gazdasági szerkezetbeli sajá-

tosságokra visszavezethető egymásrautaltság jellemzi. Magyarország ázsiai gazdasági kapcsolatai szempontjából kardinális kérdés a tranz- és perieurázsiai logisztikai rendszerekhez kapcsolódás módja és iránya. E szempontból értékelhetők a hazánkban orosz, sőt kínai érdekből tervezett, ám számunkra egyáltalán nem közömbös irányú vasútépítések.

Kulcsszavak: *keleti nyitás, logisztika, Eurázsia, közlekedés, vasúti korridorok*

IRODALOM

- Almasion, Mher (2014): *The Southern Armenia Railway – Transportation Infrastructure in Armenia*, Part III. *The Armenite*. • <http://thearmenite.com/newsdesk/southern-armenia-railway-transportation-infrastructure-armenia-part-iii/>
- Bajor Tibor – Erdősi Ferenc (2013): *Alternative Routes Between the Far East and Europe (With Special Regard to the Foreign Trade of Hungary)*. Discussion Papers, 92. Pécs, Institute for Regional Studies, Hungarian Academy of Sciences
- Black Sea Region Needs Ferryboot Services. (2012) • <http://www.railwaypro.com/wp/?p=9888>
- Budapest–Belgrád vasútvonal: hónap végére kész a terv. 2014. június 6. • <http://mno.hu/kulfold/budapest-belgrad-vasutvonal-honap-vegere-kesz-a-terv-1230841>
- China Promotes Its Transcontinental Ambitions with Massive Rail Plan. 2010. • <http://www.thetransportpolitic.com/2010/03/09/china-promotes-its-transcontinental-ambitions-with-massive-rail-plan/>
- Die Vermehrung der Leistung. – DVZ. 2001. április 6.
- Erdősi Ferenc (1998): *A légi közlekedés általános és regionális földrajza, légiközlekedés-politika*. I. köt. Malév Rt., Budapest
- Erdősi Ferenc (2005): Hungary in the European Transport Space. In: Barta Györgyi – Fekete É. G. – Szörényiné Kukorelli I. – Timár J. (eds.): *Hungarian Spaces and Places: Patterns of Transition*. Centre for Regional Studies, Pécs, 220–235. • <https://books.google.hu/books?id=OAJ8wnWIL9MC&printsec=frontcover&v=onepage&q&cf=false>
- Erdősi Ferenc (2006): A kínai árudömping tengeri szállítási infrastruktúrái. *Navigátor*. 9, 26–32. • <http://www.magyarokozlekedes.hu/sites/default/files/ujsagpdf/nav2006-09.pdf>

- Erdősi Ferenc (2008): *Global and Regional Roles of the Russian Transport Infrastructures. Discussion Papers No. 69.* (Series editor: Z. Gál) Hungarian Academy Sciences Centre for Regional Studies, Pécs • <http://discussionpapers.rkk.hu/index.php/DP/article/view/2408/4510>
- Erdősi Ferenc (2013): *A közeledő Távol-Kelet: A transzeurázsiai közlekedési kapcsolatok jelene és jövője*. IDResearch Kft.–Publikon, Pécs
- Erdősi Ferenc (2014): Törökország kulcsszereplővé válik-e az eurázsiai tranzitban? *Közlekedéstudományi Szemle*. 1, 31–43. • http://www.regscience.hu:8080/jspui/bitstream/11155/600/1/erdosi_torokorszag_2014.pdf
- Febér Könyv. *Európai közlekedéspolitika 2010-ig.* (2002) Az Európai Közösség Bizottsága [The Transport Policy of Europe Until 2010. The Commission of the European Union]. – Brüsszel, 2001. szeptember 12. [COM 2001/370.] – Közlekedési és Vízügyi Minisztérium, Budapest • http://www.uvt.bme.hu/targyak/eu/eu_la/eu_la_2_4.pdf
- Hall, Peter (1997): *Motoren des globalen wirtschaftlichen Wettbewerbs*. Előadás németre fordított szövege, *Auf dem Weg zu einer gesamteuropäischen Politikstrategie* című EU Bizottság konferencián. Berlin, 1998. április 27. Haupttrichtungen sowie betriebliche und technische Parameter der Schnell- und Hochgeschwindigkeits-strecken der Länder Osteuropas im Europa-Asien Verkehr. *Zeitschrift für OSShD*. 6, 9–17.
- Iran Ready to Finance Construction of Its Part of Railway to Armenia. 2013. • <http://www.raillynews.com/2013/iran-ready-finance-construction-part-railway-armenia-minister/>
- Jane's World Railways (2011–2012) [ed. Ken Harris] Jane's Information Group • www.jwr.janes.com

Kazakhstan and China Develop Cooperation in the Railway Transportation Sector (2012). • <http://www.rzd-partner.com/news/2012/06/16/377831.html>

Kazakh Wheat to Be Exported through Baku-Tbilisi-Karsi Railway. 16 August 2012. • <http://www.georgianjournal.ge/business/10575-kazakh-wheat-to-be-exported-through-baku-tbilisi-karsi-railway-.html>

Kulke-Fiedler, Christine (2004): Totgesagte leben länger Transsibirische Eisenbahnmagistrale. DVZ. 2004. március 17.

Lebendiger Verkehr am Transsib. (1989) DVZ. 1989. június 9.

Marmaray Railway Engineering Project, Turkey – Railway Technology. (2013) • <http://www.railway-technology.com/projects/marmaray/>

Metzer, Jacob (1977): *Some Economic Aspects of Railroad Development in Tsarist Russia*. Arno Press, New York

Peyrouse, Sébastien (2009): *Economic Aspects of the Chinese-Central Asia Rapprochement*. Silk Road Paper. Central Asia-Caucasus Institute Silk Road Studies

Program chrome • <http://www.silkroadstudies.org/resources/pdf/SilkRoadPapers/0709China-CentralAsia.pdf>

Potential for Eurasia land bridge corridors and Logistics Developments along the Corridors • https://www.tno.nl/media/2825/report_potential_eurasia_land_bridge_rail-corridors_final_25042012.pdf

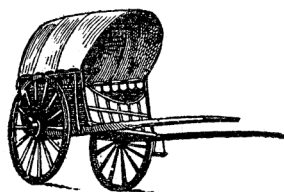
Radnaabasaryn, R. (2000): Die Mongolische Eisenbahn steht vor einem Jubiläum. *Zeitschrift der OSShD*. 1–3, *Shipping Statistics Yearbook*. ISL Bremen, 1986. és 2013. évfolyamai.

The Baku-Tbilisi-Kars Railroad and Its Geopolitical Implications for the South Caucasus (2008) • http://www.cria-online.org/5_5.html

Ukraine und die neue türkische Eisenbahnlinie. DVZ. 2007. február 20.

Westwood, John Norton (1964): *A History of Russian Railways*. Allen and Unwin, London

URL1: TRACECA-projekt • <http://www.traceca-org.org>



A MAGYAR IDEGTUDOMÁNY NEMZETKÖZI BEÁGYAZOTTSÁGA

Varga Attila

Erdős Katalin

DSc., Közgazdasági és Regionális Tud. Int., és MTA-PTE Innováció és Gazdasági Növekedés Kcs.

Közgazdaságtudományi Kar,

Pécsi Tudományegyetem • vargaa@ktk.pte.hu

PhD., MTA-PTE Innováció és Gazdasági Növekedés Kutatócsoport és Közgazdasági és Regionális Tud. Int., Közgazdaságtudományi Kar, Pécsi Tudományegyetem

Jelen publikáció egy, az OTKA és a Szentágotthai János-ösztöndíj támogatásával megvalósuló kutatás első eredményeit közli. A kutatás a magyar természet- és orvostudományok kiváló területein alkotó élvonalbeli tudósok nemzetközi szerepét és globális beágyazottságát vizsgálja az elmúlt évtizedekben; ennek fontos állomása e cikk, amely a magyar idegtudományt elemzi.

Bevezető

„Ha Magyarország kerül szóba idegtudósok társaságában, előkerülnek a nevek, és a rövid lista, amely Szentágotthai-val kezdődik” – mondta Buzsáki György a *Magyar Tudományban* megjelent vele készített interjúban (Gimes – Várkonyi, 2012, 1307). Valóban, az egyik legnagyobb magyar iskolateremtőnek Szentágotthait tekinthetjük az idegtudományok terü-

letén, hiszen tudatos és kemény munkával két helyen, Pécsen és Budapesten is virágzó tudományos közösséget épített ki maga köré (Hámori, 2000). A pécsi iskolát többek között olyan kiváló gárda alkotta, mint Flerkó Béla, Halász Béla, Mess Béla, Székely György és Hámori József, aki Budapestre is követte Szentágotthait. A biztos alapokon a következő generációk is tovább építkeztek, aminek eredményeképpen a magyar agykutatás ma is a világ élvonalába tartozik. Ahogyan Vizi E. Szilveszter fogalmazott, „Fantasztikus iskolánk voltak. Amelyek még élnek, továbbélnék, újabb iskolák alakulnak. Matematikában, elméleti fizikában, agykutatásban ma is világhatalom vagyunk [...]”.

Ez utóbbit kívánja tovább erősíteni a négy év alatt összesen 12 milliárd forintból gazdálkodó Nemzeti Agykutatási Program (NAP), amely 2012 végén került meghirdetésre, megelőzve az USA és az EU hasonló kezdeményezéseit, és amelynek konzorciumi tagjai között olyan neves intézmények szerepelnek, mint az MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet (MTA KOKI), a Semmelweis Egyetem (SE), a Debreceni Egyetem (DE), a Szegedi Tudományegyetem (SZTE), a Pécsi Tudományegyetem (PTE), a Pázmány Péter Kato-

¹ Az idegtudomány történetével, helyzetével kapcsolatos információk forrása – a Hámori József professzorral folytatott beszélgetésen és a szövegben hivatkozott műveken felül – részben Herzka Ferenc Hámori Józseffel, Halász Bélával, Palkovits Miklóssal és Vizi E. Szilveszterrel készített interjúsorozata, részben pedig Szegedi Imrének az *Innotéka* című folyóiratban megjelent írásai, interjúi. A pontos hivatkozások elérhetők a szerzőknél.

likus Egyetem (PPKE) Információs Technológiai és Bionikai Kara, az Országos Klinikai Idegtudományi Intézet (OITI), az MTA Természettudományi Kutatóközpont, az MTA Támogatott Kutatócsoportok Irodája és a Richter Gedeon Nyrt.

A NAP vezetője Freund Tamás, aki 2011-ben két másik kutatóval közösen kapta meg az agykutatás Nobel-díjaként emlegetett, a Grete Lundbeck Alapítvány által első ízben odaítélt Agy-díjat. Hármójuk együttműködése nemzetközi szinten is példaértékű, hiszen egymástól távoli országokban munkálkodva értek el közös tudományos eredményeket; Buzsáki György az Egyesült Államokban, Somogyi Péter az Egyesült Királyságban, míg Freund Tamás idehaza dolgozik.

Az akadémiai szféra innovációs kapcsolatrendszerét kiterjedt kutatások elemzik (Varga, 2009), amelyek fókuszába az egyetem-ipar kapcsolatok mellett az utóbbi időben az akadémiai szférán belüli tudáshálózatok is bekerültek. Az érdeklődést az egyetemeknek a világ meghatározó technológiai központjai (például a Szilícium-völgy vagy Boston környéke) gazdasági fejlődésében tapasztalt döntő szerepe váltotta ki, és tartja ma is élénken. Különösen érdekes az az új kutatási vonal, amely a nemzetközi tudományos együttműködések szerepét vizsgálja a kevésbé fejlett területek gazdasági felzárkózásában (például Varga – Sebestyén, 2015). Ide kapcsolódnak azok az eredmények is, melyekre egyre több kutatás (Saxenian, 2006; Agrawal et al., 2006) jutott, nevezetesen, hogy a tudósok egy részének gazdaságilag fejlettebb országokba történő – a köztudatban agyelszívásként interpretált – elvándorlása az anyaország tudományos teljesítményére is kedvező hatással lehet, amennyiben a migráns tudósok intenzív hazai kapcsolatokat tartanak fent, tehát sokkal

inkább egyfajta „agy-cirkulációt” (*brain circulation*) generálnak.

A tudományos kutatók nemzetközi beágyazottsága tehát fontos eszköze lehet a gazdasági felzárkózásnak. Mindez a tudomány- és a gazdaságpolitika kapcsolatának új dimenzióit nyitja meg. Nem csak a K+F-be vagy az oktatásba való pénzügyi befektetéseknek, hanem a tudomány „nemzetközi hálózati infrastruktúrája” fejlesztésének is a szakpolitika részévé kellene válnia. Az erre a területre vonatkozó közgazdasági ismereteink gyűjtése még a kezdeteknél tart, de a terület fontossága miatt a kutatások jelentős élénkülésére számíthatunk.

Az alább ismertetésre kerülő vizsgálatokban az élenjáró magyar agykutatókra fókuszálunk, megnézzük affiliációik földrajzi eloszlását, elhelyezzük munkásságukat a nemzetközi mezőnyben, elemezzük hálózati kapcsolataikat, globális tudományos beágyazottságukat, megvizsgáljuk, hogy esetükben azonosítható-e az „agycirkuláció jelensége.”

A vizsgálatokhoz használt adatállomány összeállítása

A tudományos együttműködések (követve a szakirodalomban gyakran alkalmazott megoldást) a társszerzői kapcsolatokkal mérjük. A társszerzőségi hálózatok vizsgálatához szükséges publikációk adatainak eléréséhez a *Scopus* adatbázist (Elsevier) választottuk, amely jelenleg a világ legnagyobb referált folyóirat absztrakt és citációs adatforrása (URL1). A *Scopus* 498 olyan folyóiratot tartalmaz, amelyek az idegtudományok területéhez (is²)

² Bizonyos folyóiratok nem csak egy tudományterülethez kapcsolódhatnak, így például az idegtudomány mellett az orvostudomány vagy a pszichológia stb. területén megjelentő cikkek vegyesen jelennek meg bennük. Mivel a rendelkezésünkre bocsátott lista

köthető. A tudományterület legrangosabb folyóiratainak azonosításához a 2008–2010-es évekre vonatkozó SJR³-értékek egyszerű számítani átlagát számítottuk ki, amelyet csökkenő sorrendbe rendeztünk, majd a kumulált százalékos értékek alapján ötvenkilenc folyóirat vizsgálatba történő bevonása mellett döntöttünk, ami a teljes SJR-érték több mint felét (55%) lefedti. Ezáltal az összes folyóirat közül a magasra értékelt periodikák jó mintáját kaptuk. Döntésünket racionális kompromisszumnak tekintjük a kutatás célja és a rendelkezésünkre álló erőforrások figyelembevétele mellett. A kiválasztott folyóiratokból a citációs adatok teljes körét, valamint három bibliográfiai adatot (affiliációk, sorozatazonosítók [például ISSN és DOI]) exportáltunk.

A vizsgálati időszak megválasztásánál lényeges volt, hogy elegendően hosszú legyen a kapcsolatháló karrierút során történő változásának elemzéséhez, ugyanakkor lehetőség szerint túl hosszú se legyen, elkerülendő, hogy már nem aktív kutatók nagy számban kerüljenek a mintába. Ezen szempontok mérlegelését követően a vizsgálati időszakot 1974–2013-ban határoztuk meg.⁴ A fenti paraméterek

alapján olyan, amúgy fontos idegtudományi közleményeket is tartalmazó folyóiratok, mint a *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, a *Science* vagy a *Nature* nem tartoznak az idegtudományi kiadványokhoz, ezeket nem vontuk be az elemzésbe.

³ Az SJR (SCImago Journal Rank) érték a folyóiratok rangsorolásához használatos metrika, amely az egyes folyóiratok súlyát annak megfelelően számítja ki, hogy azon folyóiratok, amelyekben hivatkozások jelennek meg a kérdéses folyóiraatra milyen súllyal jellemezhetők. A folyóiratok közül 376 rendelkezett pozitív SJR-rel.

⁴ Egyes folyóiratok első megjelenése 1974 utánra datálódik, míg mások 2013 előtt beszüntették működésüket. Elenyésző mértékben a fenti kritériumok mentén letöltésre került néhány olyan elem is, amelyek 1973-ban vagy 2014-ben jelentek meg.

alapján végrehajtott adatexport az idegtudományok területén több mint 341 ezer elemet foglalt magában.⁵

A kutatás során az egyik legnagyobb nehézséget a szerzők pontos azonosítása jelentette, mivel az egyedi szerzőazonosítók letöltésére a *Scopus* rendszerében nem találtunk lehetőséget.⁶ A Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar (PTE KTK) *Duo-mining* kutatócsoportjának⁷ segítségével több mint 369 ezer szerzőt sikerült azonosítani, akik közül azonban sokan csak egy publikációt jegyeztek a teljes időszakban, így ők feltételezhetően marginális szerepet játszanak a tudományterület kiválósági hálózataiban.

A vizsgálat fókuszálása érdekében a szerzők körét a folyóiratokéhoz hasonló logika mentén tovább szűkítettük. Az adott időszakban a vizsgált folyóiratokban megjelent publikációk száma alapján sorba rendeztük a szerzőket. A legaktívabban publikáló 1%-ba kerülő tudósok, akiknek a letöltött adatállományban legalább negyvenegy cikkük jelent meg, kerültek a szűkített adatbázisba. Az ebbe a körbe tartozó tudósokat tekintjük a szakterület élenjáró kutatóinak.⁸ Az ide tartozó

⁵ Elem alatt tudományos munkák értendők, melyek lehetnek például tanulmányok, erratumok, *review*-k, konferencia poszterek. A kiválasztás során alkalmazott paraméterekkel az egyszerre exportálható elemek száma maximálisan 2000 volt.

⁶ Bizonyos esetekben ezek ismerete sem könnyítené meg az azonosítást, mivel egy szerző gyakran több azonosítóval is szerepel a *Scopus*-rendszerben, más esetekben pedig úgy tűnik, hogy több szerző került összevonásra egy azonosító alatt.

⁷ Az alkalmazott szöveghasonlóság alapú párosítási algoritmus részletes bemutatása Kruszlicz Ferenc (1999) tanulmányában található.

⁸ Mint bármely kiválasztási kritérium, így az általunk alkalmazott is rejt magában kockázatokat. Egyrészt, a tudományterület több kiválósága – így pl. a kontinguitás-elméletet megalapozó, Ramón y Cajal (Gimes

kutatók a tudományterület legjobb folyóira-
taiban, kimagasló aktivitással publikálnak,
összesen több mint 210 ezer publikáció kap-
csolódik hozzájuk.

Az így létrejött, 3838 kutatót tartalmazó
adatbázist áttekintve név alapján választottuk
ki a magyar kötődésű kutatókat. Összesen
tizenkilenc főt véltünk magyarnak, illetve
magyar származásúnak, azonban a részlete-
sebb vizsgálatok alapján – amelyek a magyar-
országi társszerzőket és/vagy hazai képzést
tekintették kiválasztási kritériumnak – két
kutatót kizártunk az elemzésekből,⁹ összessé-
gében tehát tizenhat olyan kutatót azonosí-
tottunk, akik erőteljes magyar kötődést
mutatnak.

A magyar idegtudomány nemzetközi pozíciója és globális beágyazottsága

*A nemzetközi élvonalba tartozó magyar kutatók
globális összehasonlításban*

A mintába kiválasztott tizenhat kutató listáját,
fontosabb biográfiai összefoglaló tudomá-
nyos adataikkal együtt, az 1. táblázat tartal-
mazza. Négy tudós (Freund Tamás, Nusser
Zoltán, Palkovits Miklós és Vizi E. Szilveszter)
bír magyarországi affiliációval. Jelenlegi
munkahelyük országát tekintve a tizenhat
kutató többsége (kilenc tudós) az USA-ban
dolgozik, két kutató az Egyesült Királyságban
és egy Ausztriában.

Kutatásunk során komoly erőfeszítéseket
tettünk, hogy felfejtsük a mintában szereplő

– Várkonyi, 2012) – már egyáltalán nem alkotott 1974-
ben, következésképpen nem is kerülhetett a mintába,
másképp előfordulhatnak olyan esetek, amikor egy
kutató még aktív volt az időszak elején vagy végén, de
ez nem eredményezett a küszöbértéket meghaladó
számú közleményt, tehát a részletesebb vizsgálati kör-
be – szakmai kiválóságuk ellenére – nem kerültek bele.

tudósok „szellemi geneológiáját” annak érde-
kében, hogy a közöttük már a korai években
feltételezhetően kialakuló (és a későbbi tudomá-
nyos együttműködésekben is magyarázó
tényezőként szereplő) személyes kapcsolatok
nyomára bukkanjunk.¹⁰

A Szentágotthai-iskolák maradandóságát
jelzi, hogy a jelenlegi kutatásban kiváló ma-
gyar idegtudósként azonosított tizenhat ku-
tató közül nyolcan (Palkovits Miklós, Vizi E.
Szilveszter, Somogyi Péter, Mezey Éva, Freund
Tamás, Léránth Csaba, Nusser Zoltán és
Soltész Iván) az ő tudományos leszármazot-
tainak tekinthetők. Mezey Éva, Soltész Iván
és Somogyi Péter külföldön irányítják saját
kutatócsoportjukat (előbbi kettő az USA-ban,
Somogyi Péter az Egyesült Királyságban),
míg Freund Tamás, illetve a következő tudós-
generációt képviselő Nusser Zoltán itthon
vitték tovább az örökséget saját iskola létre-
hozásával. Freund Tamás – korábbi témave-
zetője, Somogyi Péter szavaival élve – „nem-
zetközi tudományos hatalommá fejlesztette
a KOKI-t” (Gimes, 2012, III.), ahová Oxford-
ból történő hazaérkezését követően – az in-
tézetet 1989 és 2002 között igazgató – Vizi E.
Szilveszter hívta meg osztályvezetőnek (Kun,
2014), aki egyébként az intézmény agykuta-
tási fókuszának letéteményese is.

Palkovits Miklós mikrodisszekciós agy-
mintavételi technikája a nemzetközi elismert-
ség mellett – „Palkovits punch-technique” –
az Anatómiai Intézetben kialakított Humán
Agyminta Bank alapját is jelentette, továbbá

⁹ Egy további kutatót pedig a vélelmezhetően téves szer-
zőösszevonás miatt nem hagyhattunk bent a jelenle-
gi vizsgálati körben.

¹⁰ Sajnos minden igyekezetünk ellenére sem sikerült az
összes látókörünkbe került magyar idegtudós mento-
rát azonosítani. A rendelkezésünkre álló adatok alap-
ján létrehozott családfa kérésre elérhető a szerzőktől.

név	születési év	fokozatszer- zés éve	fokozatszerzés országa	jelenlegi affiliáció országa	tartós külföldi munka kezdet	publikációk száma****	hivatkozások száma****	h-index
Bárfai Tamás	1948	1973	Svédország	USA	1973	382	13 128	52
Buzsáki György	1949	1984	Magyarország	USA	1986	296	30 523	76
Freund F. Tamás	1959	1984	Magyarország	Magyarország	—	255	21 354	62
Horváth L. Tamás	1967	2000	Magyarország	USA	1994	329	16 386	63
Kovács Gábor Géza*	1969	2002	Magyarország	Ausztria	2007	182	3308	30
Léránth Csaba	1940	1978	Magyarország	USA	1983	177	7669	38
Mezey Éva	1951	1982	Magyarország	USA	1982	204	12 792	41
Mimics Károly**	1962	1986	Magyarország	USA	1990	106	5378	29
Módy István***	1957	1985	Kanada	USA	—	185	12 639	51
Molnár Elek	1962	1993	Magyarország	Egyesült Kir.	1989	87	4108	28
Nusser Zoltán	1968	1995	Egyesült Kir.	Magyarország	—	60	7466	35
Palkovits Miklós*	1933	1966	Magyarország	Magyarország	—	557	12 457	41
Soltész Iván	1965	1989	Magyarország	USA	1989	120	5468	34
Somogyi Péter	1950	1988	Magyarország	Egyesült Kir.	1983	199	17 359	50
Urbán László****	1952	1976	Magyarország	USA	—	143	6275	36
Vizi E. Szilveszter	1936	1970	Magyarország	Magyarország	—	510	12 176	48

1. táblázat • A nemzetközi élvonalba sorolt magyar kötődésű kutatók • Megjegyzések: A dőlt számokkal jelzett évszámok életrajzi adatokból
(például egyetemi diploma megszerzésének éve) becsültek; * kettős (magyar és nemzetközi) affiliáció; ** 2011 óta SZTE is;
*** nincs biztos adat; **** a tudományterületi adatok forrása a *Scopus* adatbázis teljes adattalómánya a 2014. október eleji állapotok szerint.

Palkovits Miklós alapította Makara Gáborral közösen az első hazai Doktori Iskola (URL2). Az idegtudományi iskolák egy másik, Lissák Kálmán és Grastyán Endre nevével fémjelzett vonalához tartozik Buzsáki György, aki az USA-ban építette ki kutatólaboratóriumát.

Milyen pozíciót foglal el a tizenhat nemzetközileg vezető magyar kutató a globálisan élvonalba tartozó kutatók között? Ennek mérésére három scientometriai mérőszámot alkalmazunk: az adatbázisban szereplő publikációk egy adott időpontig kumulált mennyiségét és az adatbázis szerinti hivatkozások hasonlóan kumulált számát, valamint a kumulált hivatkozások és kumulált publikációk arányát. A tizenhat magyar szerző átlagos értékeit viszonyítjuk az összes, az adatbázisban szereplő élenjáró tudós (3838 kutató) átlagához.

A tizenhat magyar szerző átlagosan mind a kumulált publikációk, mind a kumulált hivatkozások tekintetében már az időszak elejétől jobb értékekkel rendelkezik, mint egy nemzetközileg átlagosnak tekintett vezető kutató. A magyar tudósok kumulált publikációs outputja 1993-tól folyamatosan, stabilan nagyjából húsz tanulmánnyal több, mint a világátlag, míg a hivatkozásokban talált különbség folyamatosan nő a tizenhat magyar kutató javára.

Hasonló a helyzet az átlagosan egy tanulmányra eső hivatkozások száma tekintetében; 1993-tól a tizenhat magyar kutató tartós fölényben áll a világátlaggal szemben. Élenjáró kutatóink átlagos pozíciója tehát nagyon jó a tudományterület vezető tudósai között is.

A tizenhat vezető magyar kutató beágyazottsága a nemzetközi tudományos hálózatokba

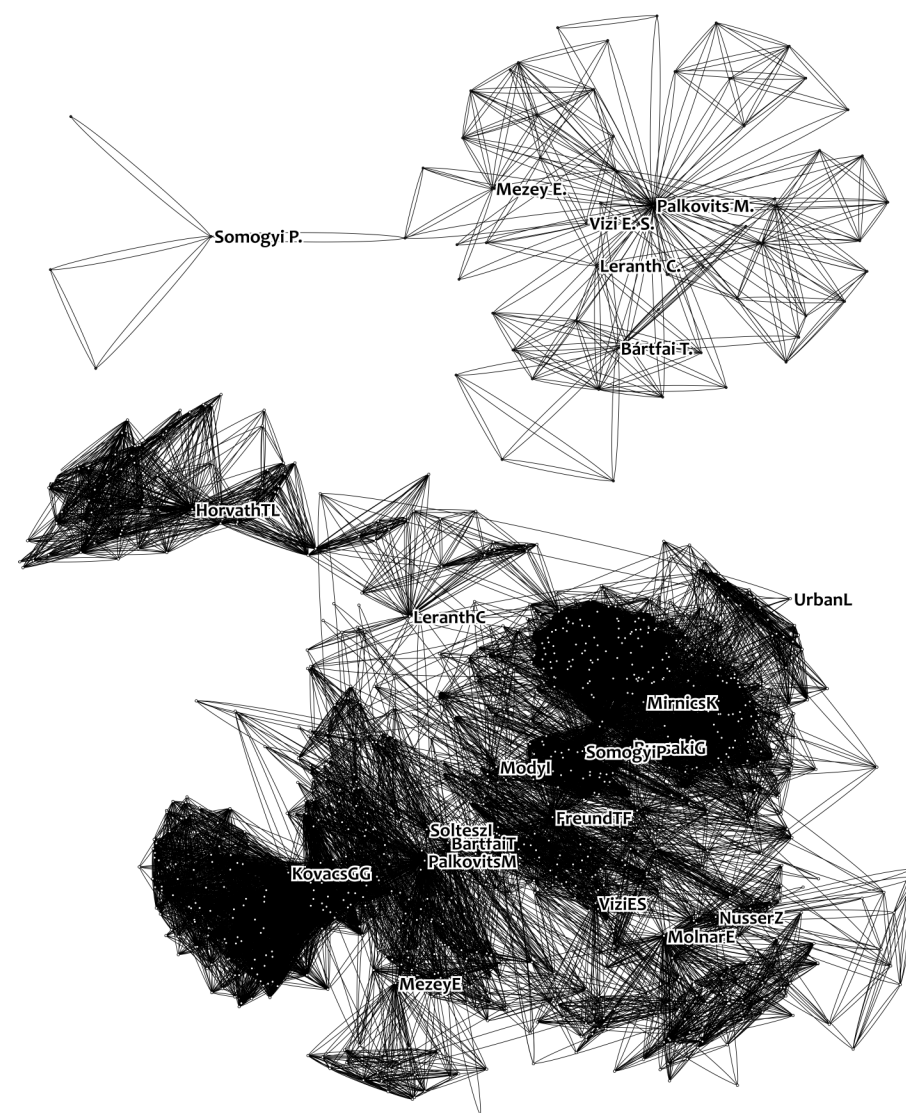
Az 1. ábra a tizenhat magyar kutató helyét mutatja a nemzetközi együttműködési hálózatokban 1976–1980 és 2006–2010 között.

A pontokat összekötő egyenesek társszerzőségeket mutatnak két kutató között. Az ábra megrajzolásakor a tizenhat magyar kutató tanulmányait és az azokat jegyző társszerzőket vettük alapul.

A két hálózati ábra egyértelműen mutatja, hogy egyrészt a nemzetközi felső egy százalékba sorolt magyar kutatók száma emelkedett a 40 év során (míg kezdetben csak öt kutató került be a felső osztályba, ez később mind a tizenhatra érvényes lett), másrészt, hogy a társszerzők száma is nő, vagyis a vezető magyar kutatók hálózata is folyamatosan bővül.

A fenti, egyszerű vizuális illusztrációnál pontosabb információt ad az egyes szerzők tudományos kapcsolatrendszeréről az ENQ (Ego Network Quality – egyéni hálózat minőség) index. Az indexet Sebestyén Tamás és Varga Attila (2013, a,b) dolgozta ki, és alkalmazta először. Az index az innováció rendszere elméletében gyökerezik és azt a tudásmenyiséget méri, melyhez egy szereplő kapcsolatai révén hozzáfér. Minél nagyobb ez a tudás, az egyéni hálózat minősége annál nagyobb. Az index tehát annál nagyobb, minél magasabb a szerzőtársak teljesítménye (a jelenlegi vizsgálatban ezt a publikációk száma méri), minél intenzívebb a tudományos kapcsolat a partnerek között (amely kapcsolatok a tudás további növekedéséhez vezetnek az új eredmények révén) és minél magasabb minőségű további hálózatokba kapcsolják be az egyént közvetetten, a partnerek saját további kapcsolatai révén. Az ENQ minél magasabb értékű, annál jobban beágyazódik a tudomány teljes hálózatába, annál jobban hozzáfér az ott felhalmozott és felhalmozódó tudáshoz.¹¹ Tehát az index a hálózati pozícióra is érzékeny.

¹¹ Az index számításának módszertani részletei megismerhetők Sebestyén T. és Varga A. (2013, a;b) írásaiból.



1. ábra • A top tizenhat magyar kutató nemzetközi együttműködési hálózata, öt éves ablakok, válogatott periódusok • fent: 1976–1980; lent: 2006–2010

A tizenhat magyar kutató ENQ-index-értékeit évek és karrierévek szerint is megvizsgáltuk.¹² Az index kiszámításakor minden évben

az adott év és az előző négy év kapcsolatait vettük figyelembe, azt feltételezve, hogy az együttműködés után még egy darabig a

¹² Az első karrierév az az év, amikor a szerző első tanulmánya megjelent az adatbázis alapjául szolgáló folyó-

iratok valamelyikében. Tehát a karrierévek a szakma felső kategóriájában eltöltött éveket jelentik.

kapcsolatok akkor is fennmaradnak, ha nem is történik további kollaboráció.

Az eredmények alapján kutatóink átlagos globális beágyazottsága évek szerint nem tér el szignifikánsan a világátlagtól, akörül ingadozik, de karrierévek szerint már nagyobb ingadozásokat mutat. Míg a karrier középső éveiben az átlagos magyar kutató alacsonyabb hálózati minőséggel bír, a pálya 35. évétől az ENQ értéke a világátlag fölé kúszik.

Az egyes kutatók karrierévek szerinti indexértékei még érdekesebb változatosságot mutatnak. Azon kutatók esetében, akik a korosztályi átlag fölötti minőségű kapcsolatrendszert tudtak elérni, az átlag fölé kerüléshez szükséges idő a generációhoz tartozással fordítottan arányos. Míg az első generáció (hatvanöt év és afölötti kutatók) esetében a „lappangási idő” nagyjából a karrier 32. évéig tart (Palkovits, Somogyi), a középnemzedék-nél a váltás a 25. év körül jelentkezik (Buzsáki, Freund, Módy), a fiatalabbaknál pedig a 13. év körül (Horváth, Mirnics, Molnár), sőt Kovács esetében már az 5. évben. Az affiliációban lévő földrajzi különbségek nem tűnnek szignifikánsnak a lappangási időben tapasztalt eltérések magyarázatában. Palkovits és Somogyi például karrierjük jó részét vezető külföldi intézményekben töltik, náluk mégis hosszabb a kitörésig számított idő, mint a végig döntően itthon élő Freund esetében, de Freund és Buzsáki között sincsen lényeges különbség, pedig Buzsáki viszonylag korán az USA-ban folytatta karrierjét.

A fiatalabb generációk gyorsabb kitörése mögött feltehetőleg egy intergenerációs támogatási folyamat húzódnak, melynek során az idősebb generációk segítséget nyújthatnak a fiatalabbaknak a magasabb minőségű hálózatokba való gyorsabb bekerüléshez. Ennek gyökerei is régre nyúlnak vissza, Szentágothai

például az ötvenes években megkövetelte munkatársaitól, hogy – az anatómia területén akkor szokásos német nyelvű publikációk helyett/mellett – angolul jelentessenek meg írásokat, illetve ő és Flerkó Béla is igyekeztek elősegíteni a fiatalabb kutatók külföldi útjait, kapcsolatépítést,¹³ akárcsak Palkovits Miklós. A jelenleg a hazai agykutatást erősítő Freund Tamás és Nusser Zoltán oxfordi tapasztalatszerzéséhez Somogyi Péter nyitott utat (Kun, 2014).

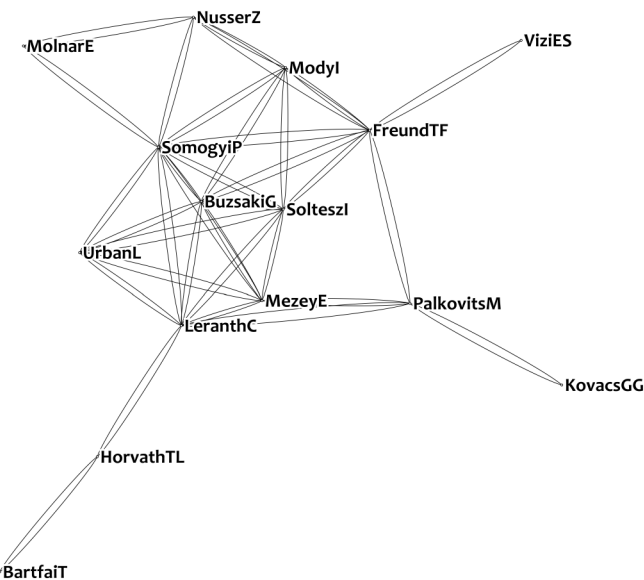
Az agykutatásban teljesen elfogadott, hogy a külföldön tapasztalatot szerző kutatók egy része visszajön, egy része pedig külföldön folytatja tovább pályafutását (Kun, 2014). A visszatérésben a hazaszeretet mellett szakmai szempontok is jelen vannak, hiszen a kutatómunka minőségét nem feltétlenül a földrajzi hely, hanem sokkal inkább a mikrokörnyezet befolyásolja. A források jelentős részét a hazai kutatócsoportok is külföldi pályázatokból szerzik (Kun, 2014), sok esetben a hazai kreativitás és a relatív olcsóság előnyt jelent. A KOKI alkotói légköre, közössége a szélesebb szakma által is kiemelkedőnek ítélt, folyamatos a külföldiek jelentkezése és jelenléte az intézményben, illetve az ott dolgozók külföldi vendégkutatói tartózkodása.

Hálózati beágyazottság és tudományos output

Milyen hatással lehet az egyéni hálózati minőség, vagyis a hálózatokban elérhető tudás mennyisége a publikációs *outputra*? Regressziós modell¹⁴ segítségével úgy találtuk, hogy a publikált kumulációk számának jó magyarázó tényezője a hálózati minőség öt éves ablakok-

¹³ E tekintetben kedvező volt, hogy az országimázs javításának céljából a régi rendszerben is engedélyezték a tudósok számára a külföldi utazásokat.

¹⁴ A regresszió kimeneti eredménye kérésre a szerzőknél elérhető.



2. ábra • A top tizenöt kutató együttműködési hálózata az 1974–2013-as periódusban

ban kiszámított indexe. A két változó közti kapcsolat akkor is pozitív és szignifikáns marad, ha különböző kontrollváltozókat vezetünk be (a publikációk három évvel késleltetett értéke [a publikációs teljesítményben érvényesülő minőségi hatás modellbe építése céljából], az első [hatvanöt év és afölötti korosztály] és a második [ötven feletti korosztály] generációba tartozás *dummy* változója, illetve hat, a nemzetközi átlag felett hosszabb időn át publikáló kutatót jelző *dummy* változó).

Agycirkuláció

A magyar kutatók geneológiája; hogy számosan közülük kimutatható módon a „Szentágothai-iskola” különböző generációihoz tartoznak, egy sajátos, a nemzeti-kulturális gyökek mellett jelenlévő kapcsolatot jelenthet, ami élenkítő hatással bírhat a nemzetek feletti tudásáramlásokra. A 2. ábrán világosan látszik, hogy a tizenöt magyar kutató karrierje bizonyos szakaszában vagy a teljes időszak-

ban tudományos kapcsolatban áll egymással.¹⁵ A neveket összekötő vonalak publikációs kapcsolatokat jelentenek, de a kapcsolatok nem kerültek súlyozásra, tehát például a tíz publikáció és az egy publikáció ugyanúgy egy kapcsolatnak minősül. A legnagyobb számú (4-nél több) magyar vezető szerzővel Freund, Somogyi, Buzsáki, Léránth, Módy, Soltész, Urbán és Mezey működött együtt. Amennyiben a közös publikációk számát is figyelembe vesszük, akkor a leggyakrabban együtt publikálók (30 körüli vagy afölötti közösen jegyzett tanulmány) között Somogyit, Freundot, Palkovitsot, Léránthot, Buzsakit és Mezeyt találjuk. Ezek alapján egyértelműen látszik, hogy az itthon és külföldön dolgozó magyar agykutatók szoros kutatói kapcsolatot ápolnak.

¹⁵ Mirnics Károlynak nem találtunk közös publikációját az adatbázisban egyik magyar kutatóval sem, ezért a fenti hálózatnak tizenöt tagja van.

E tudásáramlásoknak kétségtelenül haszonélvezője lehet az anyanemzet kutatási rendszere. A számtalan lehetséges pozitív hatás közül itt egy tovaaterjedési hatást, a fiatalabb hazai kutatónemzedékek munkába való bevonását, és ezáltal e kutatónemzedéknek a vezető kutatók hálózataiba való integrálódását említjük, amit vizsgálataink határozottan kimutatnak. Mint fentebb láttuk, a globális kutatási hálózatokban elfoglalt pozíció pozitív összefüggésben áll a kutatói teljesítménnyel. A hazai kutatók nemzetközi hálózatokba való bevonása révén tehát közvetetten a magyar kutatók alhálózata a hazai tudomány fejlődéséhez járul hozzá az intergenerációs kapcsolatokon keresztül.

Összefoglalás

Tanulmányunkban a magyar idegtudományi kutatások globális hálózatait vizsgáltuk a tudományos teljesítmény és a hazai tovaaterjedési hatásokkal együttesen. Megállapítottuk, hogy a Magyarországon és külföldön alkotó vezető tudósok a szakma felső szegmensében is átlag feletti outputokkal rendelkeznek. Az átlag feletti minőségű nemzetközi hálózatokba való bekerülés az egymást követő kutatógenerációknál egyre rövidebb időt vesz igénybe. Míg a ma hatvanöt év fölötti kutatóknál nagyjából harminc év kellett a kimagasló minőségű nemzetközi kutatói hálózat biztosításához, a fiatalabb vezető kutatóknál ez az időszak tíz év körülre csökkent. Vizsgálataink a globális hálózati beágyazottság és a publikációs output között erősen szignifikáns, pozitív kapcsolatot mutatnak a vezető magyar kutatók esetén. Az elemzések során világossá vált, hogy az élvonalbeli magyar tudósok intenzív, az országhatárokat átívelő közös publikálási gyakorlatot folytatnak, működik tehát

a korábbi kutatásokban is kimutatott agycirkuláció jelensége.

Eredményeink mellett meg kell említeni kutatásunk korlátait is. Ezek egy része a *Scopus* adatbázis használatával áll összefüggésben. Az adatbázisból való adatletöltéssel kapcsolatos pontatlanságok tartoznak ide, melyeket igyekeztünk maximálisan kiszűrni, valamint a szerzőazonosítás technikai nehézségei, melyeket szintén igyekeztünk a minimálisra szorítani. A kutatói leszármazási viszonyok azonosításánál különösen a régebben fokozatot szerzett kutatók, illetve a külföldön dolgozó kutatók mentoráltjainak vonatkozásában tapasztalt adathiány okozott nehézséget, valamint, kisebb mértékben, az általunk használt adatbázisok alkalmanként előforduló belső inkonzisztenciái, pontatlanságai.

A kutatás az OTKA-K101660 és a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 *Nemzeti Kiválóság Program* című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A jelen tudományos közleményt a szerzők a Pécsi Tudományegyetem alapításának 650. évfordulója emlékének szentelik. Köszönettel tartozunk Hámosi József-akadémikus professzor úrnak, aki számos, az elemzés során felmerült kérdésünk tisztázásában segített. A kutatás során nyújtott segítséget pedig Ekkert Alexandrának, Hau-Horváth Orsolyának, Horváth Józsefnek, Horváth Mártonnak, Járosi Péternek, Járosi Zsombornak, Kruzsliz Ferencnek, Longauer Dórának, Parag Andreának, Sebestyén Tamásnak, Szabó Norbertnek és Hans van Balen-nek köszönjük.

Kulcsszavak: *innováció, gazdasági növekedés, kutatói hálózatok, magyar idegtudomány, ENQ*

IRODALOM

- Agrawal, Ajay – Cockburn, I. – McHale, J. (2006): Gone But Not Forgotten: Labour Flows, Knowledge Spillovers, and Enduring Social Capital. *Journal of Economic Geography*. 6, 571–91. DOI: 10.1093/jeg/lblo16
- Gimes Júlia (2012): Az agykutató halhatatlansága. Gimes Júlia interjúja Somogyi Péter agykutatóval. *Magyar Tudomány*. 173, 1, 107–112. • <http://www.matud.iif.hu/2012/01/19.htm>
- Gimes Júlia – Várkonyi Benedek (2012): Öten a reneszánsz anatómusáról. Gimes Júlia és Várkonyi Benedek beszélgetései. *Magyar Tudomány* 173, 1307–1321. • <http://www.matud.iif.hu/2012/11/Tartalom.htm>
- Hámosi József (2000): A magyar agykutatás száz éve. 1870–1970. *Magyar Szemle*. 9, 6–22. • http://www.magarszemle.hu/cikk/20000701_a_magyar_agykutatasa_szaz_eve_1870%E2%80%931970
- Haziz, Cilem Selin – Autant Bernard, Corinne (2013): *The Effect of Spatio-temporal Knowledge Flows on Regional Innovation Performance: The Case of ICT Patenting in Europe*. SEARCH working paper. • <http://www.ub.edu/searchproject/wp-content/uploads/2013/09/WP4.25.pdf>
- Kruzsliz Ferenc (1999): Improved Greedy Algorithm for Computing Approximate Median Strings. *Acta Cybernetica*. 14, 331–339. • http://www.inf.u-szeged.hu/actacybernetica/prevvols/14_2/14_2_331_339.pdf
- Kun Zsuzsa (2014): *A világhírű magyar agy. Beszélgetések Bolyai-díjas tudósainkkal*. Cser, Budapest
- Maggioni, Mario A. – Nosvelli, M. – Uberti, E. (2006): Space Vs. Networks in the Geography of Innovation: A European Analysis. *Papers in Regional Science*. 86, 471–493. • <http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL2006/NDL2006-153.pdf>
- Saxenian, AnnaLee (2006): *The New Argonauts: Regional Advantage in a Global Economy*. Harvard University Press
- Sebestyén Tamás – Varga Attila (2013a): Research Productivity and the Quality of Interregional Knowledge Networks. *Annals of Regional Science*. 51, 155–189 DOI 10.1007/s00168-012-0545-x • <http://link.springer.com/article/10.1007/s00168-012-0545-x#page-1>
- Sebestyén Tamás – Varga Attila (2013b): A Novel Comprehensive Index of Network Position and Node Characteristics in Knowledge Networks: Ego Network Quality. In: Scherngell, Thomas (ed.): *The Geography of Networks and R&D Collaborations*. Springer, New York, 71–97.
- Varga Attila (ed.) (2009): *Universities, Knowledge Transfer and Regional Development: Geography, Entrepreneurship and Policy*. Edward Elgar Publishers
- Varga Attila – Pontikakis, D. – Chorafakis, D. (2014): Metropolitan Edison and Cosmopolitan Pasteur? Agglomeration and Interregional Research Network Effects on European R&D Productivity. *Journal of Economic Geography*. 14, 229–263 DOI:10.1093/jeg/lbs041 • <http://joeg.oxfordjournals.org/content/14/2/229.full>
- Varga Attila – Sebestyén Tamás (2015): Does EU Framework Program Participation Affect Regional Innovation? The Differentiating Role of Economic Development. *International Regional Science Review*. In print. • https://www.researchgate.net/profile/Attila_Varga/publication/263469512_Does_EU_Framework_Program_participation_affect_regional_innovation_The_differentiating_role_of_economic_development/links/00b7d53b03bf5898b9000000.pdf
- URL1: Scopus http://www.elsevier.com/___data/assets/pdf_file/0007/148714/scopus_facts_and_figures.pdf (2014.01.23.)
- URL2: <http://semmelweis.hu/hirek/2012/12/19/dr-palkovits-miklos-ma-mar-teljesen-maskent-kell-ranezni-az-agyral/> (2014.07.15.)

Interjú

„STEVE” ÉS A MAIAK

Somogyi Péterrel, a Kuffler Kutatási Alapítvány alapítójával Sipos Júlia beszélget

A magyar származású Stephen W. Kuffler (Kuffler Vilmos) az idegtudomány több területének úttörő gényusa kiváló oktató és mentor volt, akinek három munkatársa is Nobel-díjban részesült. Stephen W. Kuffler alapította a Harvard Egyetemen az USA első multidiszciplináris neurobiológiai laboratóriumát.

Az alapítvánnyal kapcsolatos beszélgetésünk előtt Somogyi Péter a honlapot ajánlotta információforrásként: Stephen W. Kuffler Kutatási Alapítvány (URL). Így most mi is innen idézzük a Steven W. Kuffler Kutatási Alapítvány előtörténetét.

„Somogyi Péter, az Oxfordi Egyetem neurobiológia-professzora és az Orvostudományi Kutatói Tanács (MRC) oxfordi Anatómiai és Neurofarmakológiai Intézetének igazgatója 2012-ben nyerte el a »Semmelweis Budapest Prize« kitüntetést. A díj átvételekor, 2012. november 22-én elhangzott előadásában bejelentette, hogy a kitüntetéssel járó tízezer eurót Stephen W. Kuffler (1913–1980) születésének centenáriuma alkalmából egy róla elnevezett alapítvány létrehozására szánja. Az alapítvány célja fiatal és tehetséges kutatók munkájának elősegítése és támogatása. A kezdeményezéshez »Steve« egykori tanítványain és munka-

társain kívül a világ vezető idegtudósai is csatlakoztak. A család, a tudomány számos képviselője és a célokat támogató nagyközönység további nagylelkű adományai tették lehetővé, hogy a *Stephen W. Kuffler Kutatási Alapítvány* 2013 októberében elkezdhesse tevékenységét.” Azóta már két évben is kiváló fiatalok részesültek az ösztöndíjban, és most ismét a jelentkezőket várják a 2015-ös fordulóra, nemcsak Magyarországról, hanem egész Kelet- és Közép-Európából, nemzetiségre való tekintet nélkül.

Somogyi Péter professzort Budapesti tartózkodásakor kérdeztük az alapítvány névadójáról, az ösztöndíjról és a mai neurobiológiai kutatásokról.

Ki volt Stephen W. Kuffler? Miért éppen az ő emlékére hozták létre az alapítványt?

Kuffler Vilmos 1913-ban született Tápon, kisbirtokos családban. Először otthon tanították, majd Bécsbe került jezsuita iskolába. Ott nem nagyon foglalkozott tudománnyal, de azért orvosi egyetemre jelentkezett Bécsbe, és viszontagságos módon, de elvégezte. Munkával kereste meg a tanulási és megélhetési költségeit. Ausztria Németországgal való egyesíté-

se és a nyílt náciizmus kitörésekor Trieszten keresztül Angliába menekült. Angliából hamarosan Ausztráliába hajózott, ahol véletlenül megismerkedett John Eccles neurofiziológussal, aki meghívta a laboratóriumába, Sydneybe. Itt Bernard Katz fiatal német menekült fiziológus mellett dolgozott, aki nagy hatással volt rá. Később, Eccles és Katz egymástól függetlenül élettani/orvosi Nobel-díjat kaptak. Eccles Szentágothai János jó barátja és támogatója volt, többször járt a SOTE 1. számú Anatómiai Intézetében, amikor ott dolgoztam. Kuffler a háború után egyszer járt Budapesten, az Élettani Világkongresszuson adott elő 1980-ban, ahova hajóval érkezett Bécsből. Mindezeket lánya, a Párizsban élő Eugenia Kuffler megható módon mondta el 2014. december 9-én a Kuffler Alapítvány ösztöndíjainak ünnepélyes átadásán, az Akadémián.

Kuffler Ausztráliából Amerikába ment, ahol két rövidebb megálló után, felfedezései és kiemelkedő munkássága alapján meghívták a Harvard Egyetemre, ahol ötven évvel ezelőtt megalapította Amerika első Neurobiológiai Laboratóriumát. Itt multidiszciplináris kutatást szervezett, ahova vonzotta a kitűnő munkatársakat, akik közül David Hubel és Torsten Wiesel Nobel-díjat kaptak. Kuffler is minden bizonnyal megkapta volna, ha korán meg nem hal szívinfarktusban.

Hogyan került Ön a „képbe”?

Az a megtiszteltetés ért, hogy 2012-ben a Semmelweis Egyetem engem választott a Semmelweis Budapest Award előadás megtartására az Akadémián. Ez az elismerés tízezer euróval járt. 2012-ben a felsőoktatás, de az egész oktatás anyagi csóddal párosuló mélyponton volt, nem fogadhattam el egy oktatósi intézménytől pénzt a saját céloomra. Az ox-

fordi hagyományok szerint felajánlottam a SOTE-nek a díj összegét, hogy tehetséges, kutató diákokat támogató alapítványt hozzon létre. Ez akkor még szokatlan volt, és a SE ezt nem tudta megszervezni, jöllehet sokat dolgoztunk rajta Hunyady László rektorhelyettes úrral. Volt tanítványom, Nusser Zoltán professzor vállalta el a kuratórium elnökségét. Végül az alapítványt ő hozta létre az MTA KOKI-ban, miután megszerveztem az alapító tagokból álló tudományos tanácsot, melyben Kuffler volt munkatársa, köztük David Hubel haláláig három Nobel-díjas is volt. A hazai neurobiológiát Vizi Szilveszter, az MTA volt elnöke képviseli.

A Harvard Egyetem első neurobiológiai laboratóriumának alapítójaként hogyan emlékeznek rá? Jelenleg milyen érdekes kutatásokat emelne ki az ott folyó munkából?

Idén lesz a Harvard Neurobiológiai Intézet alapításának 50. évfordulója, aminek emlékére lesz majd egy ünnepség. Születésének 100. évfordulóját a Rockefeller Egyetemen (New York) ünnepeltük. Kuffler akkori fiatal tanítványa, Edward Kravitz, aki már nyolcvankét éves, ma is a Harvardon vezet labort, NIH²-granttal, és az USA második legidősebb teljes grant támogatottja, szenzációs elme. Ő az agresszivitással foglalkozik, annak molekuláris és idegsejt-hálózati mechanizmusait vizsgálja az ecetmuslica viselkedésében. Kravitz az egyedüli a Kuffler-tanítványok közül, aki aktív kutató ma is, kivételes egyéniség, sokat levelezünk, remélem, rá tudom venni, hogy eljöjjön az Akadémiára előadást tartani. Zseniális előadást tartott a Kuffler születésének

¹ Magyar Tudományos Akadémia Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

² National Institutes of Health

100 évfordulója alkalmából rendezett szimpóziumon is. Én ott a Kuffler Alapítványt képviseltem, és tartottam vacsorabeszédet, ami megtekinthető honlapunkon. A Harvardon még sok izgalmas kutatás folyik, a tanácskezelő, Michael E. Greenberg mind Kuffler, mind az én kutatásaimmal kapcsolatos témát vezet, a hippokampusz gamma-aminovajsav (GABA) neurotransmitterű idegsejtjeinek fejlődését és szerepét vizsgálja pszichiátriai betegségek kialakulásában egeren. Kuffler és munkatársai, köztük Kravitz azonosították a GABA-t mint neurotransmittert először, az 50-es és 60-as években. Én a munkásságom nagy részét a GABA-t használó neuronok szerepének megértésével töltöttem, sőt Freund Tamás, Kisvárday Zoltán, Nusser Zoltán, Soltész Iván és Tamás Gábor tanítványaim munkásságának is ez alkotja a gerincét. Engem pedig még Szentágothai eredményei térítettek ebbe az irányba. Ilyen a tudomány generációkat átélő és véget nem érő története, örülök, hogy része lehetek, soha nem volt jobb. Kuffler híres mondását idézem „*The good old days are now*” – Most van az a bizonyos aranykor.

Hogyan látja a hazai neurobiológiai kutatások irányát, jelentőségét? A fiatal kutatók a jelenlegi kérdések alapján mélyítik tudásukat, vagy új irányokba indulnak?

Magyarország lakosságának a számát és kutatási költségvetését meghaladóan – minden mércével mérve – a nemzetközi átlag felett teljesít a neurobiológiában. Ez a nagy elődöknek és oktatómunkájuknak köszönhető, mint minden más kultúra történetében, hiszen a tudomány is a kultúra része. Egy karizmatikus, vagy ha nem is az, de intellektuálisan kiemelkedő, inspiráló egyéniség vonzza a tudásra és megértésre éhes, kíváncsinak

született fiatalokat. Az utóbbi ötven év ilyen egyéniségei voltak többek között Szentágothai János és Vizi Szilveszter, akik szintén kivételes tehetségeket vonzottak és neveltek. A kiemelkedő eredményekkel aztán jön a pénz, az infrastruktúra, mert a politika és nagyfőnökök is kérnek a dicsőségből. Ez mindenhol így van, Szentágothait a Kádár-rendszer is tenyerén hordozta, bár ő sem hitt a kommunizmusban.

Milyennek látja a hazai fiatal kutatók szakmai színvonalát, felkészültségét?

Van bőven fiatal magyar kutató, akit lát a pályán. Legalább ugyanannyi – ha nem több – külföldön dolgozik, de közülük sokan visszatérnek. A magyar neurobiológia problémája ugyanaz, mint az egész tudományé, nem a tehetség hiánya, hanem az elosztási rendszer, melyből hiányzik az átláthatóság, a független bírálatokon alapuló esélyegyenlőség, a stabil pálya- és jövőkép. Erről több akadémiai közgyűlésen szoltam, ennek megoldására tett javaslatunkat Nagy László akadémikustársammal le is írtuk (*Magyar Tudomány*, 2013. december, URL2), ezért ennek részleteit most nem ismételtem. Ez persze nem neurobiológiai sajátosság, az előző akadémiai vezetés nem vállalta fel a megoldását. Azért említem mégis, mert a neurobiológiában a Nemzeti Agykutatási Programmal soha nem tapasztalt mennyiségű pénz kerül elosztásra, ami alkalmat adott volna egy progresszív rendszer kialakítására. Emellett hazai és nemzetközileg elismert vezető kutatóink nagyon jelentős európai és más nemzetközi pénzeket hoznak be a magyar kormány által nyújtott finanszírozáson kívül. Ez mindenkinek jó, megszünteti a kiszolgáltatottságot, növeli a kutatói szabadságot, és így épülnek jó iskolák a jövő generációk nevelésére. Mindig azt val-

lottam, és erre sok bizonyíték van, hogy az elsődleges feladat a kiemelkedő egyén megtalálása és támogatása. Az egyéniség pedig megtalálja, hol tud legtöbbet tenni a haladásért, a többi jön magától az eredményig. Azért próbálnak kormányok, bizottságok, „bölcsek tanácsai” irányokat szabni, mert ezzel próbálják létjogosultságukat igazolni, és kiszolgáltatni az adminisztrációt. Mire ezek az irányelvek, stratégiák stb. megszületnek, az igazi tudósok már régen csinálják. Viszont jó sok szellemi és anyagi kapacitást el lehet pocsékolni a stratégiák körüli üresjáratokkal.

Mit jelent egy jó mentor, miben tud segíteni egy fiatal kutatónak, ahogyan Kuffler professzor?

Éppen február 11-én tartottam előadást a londoni University College egyetemén a Ballasi Magyar Kulturális Intézet szervezésében *Scientific Mentoring in the Past and in the Information Age* címmel. Kufflert hoztam fel mint egyik példát, aki Amerikába kerülve, kivételes tehetségeket vonzott magához a Johns Hopkinson is és a Harvardon is, ahova áttelepítette a csapatát, létrehozva az USABan első dedikált neurobiológia laboratóriumot. Kuffler eredeti felfedezése a retina ganglionsejtjeinek kontrasztérzékenységről inspirálta David Hubelt és Torsten Wiesel (alapító tagjai az Alapítványnak) az agy látókérge és annak fejlődése kutatására. Felfedezéseikért, mint említettem, Nobel-díjat kaptak, és előadásukban elismerték Kuffler hatását, aki mint vezető nem tetette rá nevét a cikkeikre, mert a saját kísérleteit végezte. Említettem továbbá, hogy amint Kuffler életrajzából látható, David Potterrel és Edward Kravitzsal (szintén alapító tag) szisztematikus, hosszan tartó, zseniális kísérletekkel azonosította a gamma-amino-vajsav (GABA) -gátló neurotransmitter természetét a rákolló-izomzat

kontrollálásában. Ma a legtöbbet felírt nyugtatók, alatók, szorongásgátlók a GABA receptorain keresztül hatnak. Példamutató kísérleteket végzett, stimuláló, élvezetes, gondolatébresztő atmoszférát teremtett, mint tanítványai elmondták; utoljára John Nicholls professzor az Akadémián, december 9-én a Kuffler-ösztöndíj ünnepélyes díjátadásán.

Egyben saját tapasztalataimat is összefoglaltam a londoni előadásomban; kik voltak meghatározó hatással rám, és kikben sikerült elültetnem azokat a nézeteket és értékrendszert, amelyet tudatosan próbálok képviselni. Nagyon sok párhuzam van Stephen Kuffler és az én életem között, bár az én eredményeim meg sem közelítik az ő eredetiségét. Mindketten munkával tartottuk el magunkat egyetemi tanulmányaink alatt, nekem könnyebb volt, mert szociális ösztöndíjat és ingyen szállást kaptam. Mindketten dolgoztunk Ausztráliában. Rá Bernard Katz és Sir John Eccles Nobel-díjas fiziológusok voltak nagy hatással a neurobiológiában, rám Szentágothai János és az oxfordi intézetem alapítója, David Smith professzor, az MTA kültagja. Eccles, amikor Szentágothait látogatta, többször kommentálta az eredményeimet. Kutatóvá válásomban meghatározó szerepet játszott az 1970-es évek elején Benedeczky István, a SOTE Kórház Intézete elektronmikroszkópos laborjának vezetője, akitől nemcsak szakmát és módszereket tanultam, hanem, hogy mit jelent embernek lenni és maradni az akkori embertelen világban. Ma is jó barátom. Ő küldött ki először ötödéves egyetemi hallgatóként Oxfordba, David Smith-hez, ahol aztán magyar neurobiológusok egész serege tanult, mint Freund Tamás, Antal Miklós, Kisvárday Zoltán, Halasy Katalin, Nusser Zoltán, Tamás Gábor, hogy csak az itthon vezető pozícióban levőket említsem.

Legfontosabbnak tartom a példamutatást. Ugyanúgy, ahogyan minden emberre elkerülhetetlenül hatással van a szülői példa, legyen jó vagy rossz. A fejlődő kutatóra is a témavezető viselkedése hat a legmélyebben. Nekem szerencsém volt a szülői házzal, szegények voltunk, de megtanultam, mi a munka, felelősség, szolidaritás és kitartás. Az említeteken túl, még gimnazista koromban nagy hatással volt rám Schmidt Egon ornitológus a Madártani Intézetben. Akkoriban ornitológus akartam lenni, követtem a példáját a személyes figyelemben és törődésben. Vele jelent meg az első tudományos zoológiai közleményem. A példa követése be van drótozva az agyunkba, akár elismerjük, akár nem. A rossz példa elleni küzdelem is hatásos és formáló erejű. Tudósi pályám legemlékezetesebb és legstimulálóbb élményeit a diákjaimmel és fiatal kollégáimmal való együttgondolkodás, a megfigyelések megosztása, a kudarcok együttes leküzdése és az eredményeknek való együttes öröm nyújtotta és nyújtja ma is.

A személyességet említi, pedig a tudományos kapcsolatok manapság csatolt file-okban és e-mailekben zajlanak...

A példamutatás ellen dolgozik a digitális technológiai fejlődés, amit én tudatosan próbálok egyensúlyozni. Ha ma bemegegy egy kutatói műhelybe, lefogadom, hogy a vezető többnyire ül a komputere előtt, pályázatot, jelentést, bírálatot, cikket ír, és szortírozza az e-mail-özünt. Én is időm nagy részét ezzel töltöm, plusz eddig nyakamon volt az intézetvezetési adminisztráció, igen gyenge és alig működő adminisztrációs háttérrel. Mint a mókuserékből, igen nagy erőfeszítés kell a kiszáláshoz. A digitálisdokumentum-gyártás és -továbbítás eszközt adott a nem kutató admi-

nisztrátorok kezébe a kreatív elmék leigázására és tulajdonképpen a haladás gátlására. Azt az adminisztrációs dokumentumnyiséget, amit nekem nem csak el kellene olvasnom, hanem róluk döntést is kellene hoznom, majd aszerint dolgoznom a munkatársaimmal együtt, fizikailag képtelenség átlátni. De ha nem mutatok fel saját tudományos eredményt, akkor kibukok. Ezzel nem csak én vagyok így, azt hiszem, a jelenség általános. Nekem minden öt évben újra kell pályáznom a saját fizetésemért és pozíciómért immár harminc éve. Most kaptam meg a következő ötéves támogatást 2020-ig. Most már talán látok fényt az alagút végén, mert 2015. április 1-től új igazgató van, remélhetőleg olajozott és kutatást támogató adminisztrációval, így rám csak a saját kutatási programom felelőssége hárul, ami talán több időt biztosít nekem is a laborban.

Mit lehet tenni? Ki-ki úgy menekül ki a nyomás alól, ahogyan tud. Sokan nem, vagy csak felszínesen válaszolnak a nekik írt üzenetre. Ezt én elfogadhatatlannak tartom, és ki-tartok a példamutatási szándékom mellett. A szobám ajtaja a labor felé tiszta üveg, mindenki láthatja, hogy mit csinálók, bármikor bejöhetnek, ha éppen nincs bent valaki. Már évtizedekkel ezelőtt letiltottam az intézetben belüli köre-mailt, a kutatókat védeni kell az adminisztratív, figyelmet elvonó üzenetektől; csak annak szóljon az üzenet, akinek valamit azzal tennie kell. Ezt a mi kis, kb. ötvenfős intézetünkben meg lehet tenni, bármikor bárki átsétálhat, és megkeresheti azt, akivel tudományos vagy adminisztratív dolga van, látja, mi folyik, kérdést tehet fel, vagy választ kap kérdésére. A személyes kölcsönhatás kutatói közösségünk alapja.

Igazán eredeti megfigyelések, felfedezések, a megértés, a belelátás heuréka-pillanata ritkán

adódik nálunk, amikor ilyen van, ezt mindenkinek át kell éreznie. Ezek soha vissza nem térő pillanatok. Amíg kicsi a csapat, addig könnyebb jelen és együtt lenni. Én igyekszem kis csoporttal dolgozni, és lehetőleg csak egy PhD-hallgatóm van egy időben. Amikor az már halad a végzés felé, csak akkor veszek fel újat. A laboromban megegyeztünk, hogy senki nem használ fülhallgatót, ha csak nem a komputeres analízis része a hangjel. Mobiltelefonok nem kellenek a kutatáshoz, nyugodtan kimehet a laborból, aki telefonálni akar. Mindezzel azt próbálom elérni, hogy ha eredmény születik, vagy valami akadály merül fel, ami érintheti a haladásunkat, azt mindenki azonnal megtudja és átélje... Hogy ez segít-e, és a mai digitális kommunikációs világban javítja-e a határfokot, azt az eredményeken lehet lemérni. Katona Linda tavaly végzett PhD- (Oxfordban D.Phil.) hallgatóm 2014-ben elnyerte Nagy-Britannia legjobb neurobiológiai PhD-disszertációjának díját a British Neuroscience Associationtól, 1996-ban pedig Nusser Zoltán kapta meg ugyanezt a díjat. Nem tudok más laborról, ahonnan eddig két díjazott került volna ki.

Persze nem mondhatom én sem, hogy mindenki, aki hozzám jött, nagy tudóssá vált, nálam is tanultak olyanok, akik miután elementek, megszakítottak minden kapcsolatot velem, vagy elárasztották az internetet a nálam átéltek rossz hírével, vagy elhagyták a kutatói pályát. Ez mindig nagy veszteség, ami bánt, mert míg nálam voltak, elvették a helyet olyantól, akiből nagy tudós válhatott volna. Azon is sokat gondolkodom, mit tehettem volna másképp, hogy segítsen a kibontakozásukat. Nyilvánvaló, hogy a mentor és mentorált kapcsolata kétoldalú, és az intellektusoknak szerencsés összekapcsolódása kell a

sikeres együttműködéshez. Ezt csak úgy lehet kipróbálni, hogy rövidebb időket kell együtt tölteni kutatással, elkötelezettség nélkül, kipróbálni, hogyan működik. Ha nem működik, nem lesz házasság belőle, ha működik, összeszokunk, az igazán sikeres munkatársaim mind így maradtak itt. Többek között ezért is folytatok több fiatal tehetséget felismerő, támogató programot, ami sok munka, de amikor felbukkan egy östehetség, az nagyon pozitív élmény és öröm. A Kuffler Alapítványon kívül ilyen az Oxfordi Ramon y Cajal nyári ösztöndíjas vetélkedő és program, melyet Szentendre városa, ahol tanultam, Csíkszereda, és a Dunaszerdahelyi Magyar Nyelvű Magángimnázium tanulóinak hirdetek meg most már tizedik éve. A jubileumi díjátadás március 27-én volt, amin volt tanítványom, Freund Tamás tartott motivációs előadást, az előző nyertesek társaságában. Az első díj egy oxfordi nyári tanulmányút, a második díj nyári tanulmányút az MTA KOKI-ba, a harmadik díj könyv. Egy előző nyertes most is kutat Oxfordban. Idén nyárra az ezévi nyertes mellett Papp Andrea, a csíkszeredai Márton Áron Gimnázium tanulója, két előző, kiemelkedően tehetséges nyertes is visszajön kutatni a laborba. Izgalmas nyárnak nézünk elébe!

Kulcsszavak: *Stephen W. Kuffler, Harvard Neurobiology Department, Semmelweis Budapest Award, Magyar Tudományos Akadémia Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet, National Institutes of Health, Nemzeti Agykutatási Program*

HIVATKOZÁSOK

URL1: <http://www.kuffler.org/index.html>

URL2: <http://www.matud.iif.hu/2013/12/15.htm>

Tudós fórum

KÖZGYŰLÉS

Május 4-én Lovász László elnöki köszöntőjével kezdődött meg a Magyar Tudományos Akadémia 186. közgyűlése.

Lovász László elnöki megnyitó beszéde

*Tisztelt Közgyűlés!
Kedves Vendégeink!*

Az idei a Magyar Tudományos Akadémia 186. közgyűlése. Az első, amelynek rövid megnyitó beszédét most én mondhatom el. Ilyenkor a szónokok szívesen nyúlnak vissza a nagy elődök szavaihoz, mérlegelve az általuk akkor elmondottak mai súlyát, jelentőségét és időszzerűségét. Kivételesen nem alapítónkat, Széchenyi István grófot szeretném idézni, hanem 126 évvel ezelőtti elnökünket, Eötvös Lorándot. Első elnöki beszédében, 1889. június 24-én, így fogalmazott:

„A cél tisztán áll előtttem. Az akadémia alapszabályaiban azt olvassuk, hogy célja a tudomány és irodalom magyar nyelven művelése és terjesztése, történetének szelleme pedig ezt súgja: törekedjünk arra, hogy nemzetünk magyar, de nemcsak magyar, művelt is legyen, s mint ilyen megállja helyét a számban nagyobb, hatalomban erősebb európai nemzetek között. Nagyot haladtunk az utolsó évtizedekben e célunk felé; bátran mondhatjuk, hogy vagyunk olyan jó

magyarok, mint a milyen jó német a német, jó francia a francia és jó angol az angol; európai műveltség tekintetében is magasabban állunk ma, mint ötven éve, de azért ne feledjük egy pillanatig sem, hogy ez irányban az említett nagy nemzeteket még el nem értük. Egész erőnket arra kell fordítanunk, hogy az előttiünk haladókkal egy vonalba jussunk. Ezt téve, jobb hazafiak leszünk, mintha a történetünkben és köznépünk életében megörzött ősi szokásokat túlmagasztalva, azoknak erőltetett felelevenítése által törekednénk nemzeti létünket biztosítani, mert bizony e szokások között van rossz szokás is elég, nem Európába, és nem a mai korba illő pedig még több... Nem különböző tudományokon dolgoznak e nemzetek; egy az épület, melynek építésén mindannyian közreműködnek. De mivel ez az épület annyira terjedelmes, hogy elkészülni soha nem fog és az idő multával már-már befejezettnek látszó részei is lényeges átalakulásokra szorulnak: van ez egy épületen elég tér mindannyinak tevékenységére... Így a tudományt magáénak mondhatja a német, a

francia, az angol, az olasz és magáénak fogja mondhatni a magyar is, ha mindinkább a tudományok építőmesterei lettek.”

Eddig az idézet.

Azóta sok víz lefolyt a Dunán, és főleg a „rövid” huszadik század első felének szörnyű viharai és második felének gúzsba kötött fejlődése nagy megpróbáltatást jelentettek mindenkinek, így a tudománynak is. Azok a kérdések, amelyeket Eötvös Loránd feltett, ma is égetők: hogyan tudunk beilleszkedni a nálunk nagyobb és gazdagabb nemzetek tudományos világába, hogyan tudunk versenyezni és együttműködni, hogyan tudjuk élvezni és gazdagítani az emberiség közös értékeit, a tudást és a műveltséget?

Tudomásul kell vennünk, hogy a tudomány is fontos része a versenyszférának. Része úgy is, mint eszköz a hatékony gazdaság létrehozásához, működtetéséhez, fenntartásához és fejlesztéséhez, de saját pályáján is küzd a sikerért, az elsőségért, az elismertségért. A tudomány nemzetközi versenyének győztese nemcsak saját pályájukon jutnak előre, kapnak tudományos címeket és elismeréseket, hanem eredményeik és tanítványaik révén aktív befolyásolói és alakítói lesznek egy-egy nemzetgazdaság működésének, sikerének – vagy sikertelenségének.

A tudomány versenyében a legfőbb erő az alkotó tudós elkötelezettsége, kíváncsisága, tudni akarása. Legendás példákat ismerünk tudósokról, akik fronton, munkatáborban, igen mostoha körülmények között is alkottak. De azt is látnunk kell, hogy a versenyben való helytállásnak egyre inkább feltétele a legmodernebb felszerelés, az információ, a legújabb módszerek és elméletek ismerete. Ez vezet el az együttműködéshez, melyről Eötvös Loránd is szólt, több mint egy és egynegyed évszázada. Pontosan tudta, hogy az egyes

nemzetek képviselőinek nemcsak hogy jut hely a tudomány „épületében”, hanem ugyanazon az „építkezésen” kell munkálkodniuk. Néhány évtizede lett divat a globalizálódó világról beszélni, pedig a világ sok száz év óta globális világgént működik, csak egyes nemzetek zárkóztak be időnként a maguk alkotta vagy a rájuk erőltetett korlátok közé. Gondoljunk Eulerre, a nagy matematikusra és fizikusra, aki Baselben, Szentpéterváron és Berlinben élt és alkotott; vagy Apáczai Csere Jánosra, aki Hollandiából hozta magával a feleségét és a nyugati műveltséget. A céhlegénynek az otthon befejezett tanulói után külföldi vándorutat kellett tennie, és a fejlett külföldi technikák elsajátítása után hazatérve kellett elkészítenie a céhremeket, hogy felvételt nyerhessen a céhbe. A mai fiatal kutatók nagy része is külföldi vándorútra indul; tegyük meg mindent, hogy itthon tudjanak céhremeket készíteni.

Tudásról és műveltségről is beszélt régvolt elnökünk. Nemcsak saját tudásunk gazdagítása a cél, hanem a tudás átadása, közkinccsá tétele. Nem bújhatunk vélt vagy akár valós igénytelenség mögé; hinni kell abban, hogy a valódi értékekre van fogadókészség és igény a társadalomban. Ha valahol, akkor itt, a Magyar Tudományos Akadémia közgyűlésén el kell mondani, hogy a tudományos kutatás és az oktatás, a kutatóintézetek és a felsőoktatási intézmények nem vetélytársak, hanem egymást feltételező, erősítő és közös célért dolgozó szervezetek. Ugyanígy nem vetélytársak a természettudományok, a humán tudományok és a művészetek, hanem az emberi kultúra egymást kiegészítő dimenziói.

Tisztelt Közgyűlés!

Ma is sokszor hangzik el a szókép az „elefántcsonttoronyba zárkózott” tudósokról és tudományról.

A modern tudomány ezer szállal kötődik a társadalomhoz, a gazdasághoz, az oktatáshoz és a műveltséghez. Az igazság megszállott keresése, az objektivitás és az egzaktitás, a néha kegyetlen őszinteség (elsősorban magunkkal szemben!), a mások munkájára való építés és ennek kapcsán annak megbecsülése – mindezek a tudományos kutatás olyan ismérvei, amelyek eredményei nélkül az emberiség ma nem tudna létezni sem. Ha az „elefántcsonttorony” azt jelenti, hogy ilyen elvek alapján dolgozunk, kizárva a napi politika befolyását, a személyes ellentétek érvényesülését, a divatok és gazdasági érdekek nyomását, akkor fogadjuk el büszkén, hogy elefántcsonttoronyban dolgozunk. A bezárkózás pedig számunkra jelentse azt, hogy a tudomány nem engedi birodalmába az áltudományokat, a megrendelésre készülő eredmények igényét, a hamis célok kitűzését, a csalást, az ellenségeskedést és a butaságot, bármilyen nehéz is ezeket kizárni mindennapi életünkben.

Ezek az elvek és munkamódszerek, melyek megtartásához elődeink nagyon nehéz körülmények között is ragaszkodtak, valódi kincset jelentenek; ennek megőrzése, ápolása, fenntartása, fejlesztése és megosztása közös feladatunk. Ebből a kincsből épül a tudomány tornya, amely kiemelkedik az alacsony vagy az átlagos épületek közül, és büszkén vállalható épület.

Tisztelt Közgyűlés!

Befejezésül engedjék meg, hogy röviden szóljak még egy fogalomról: a felelősségről. Magánemberként mindannyian felelősek vagyunk gyermekeinkért, unokáinkért, társunkért, az ő jelenükért és jövőjükért is. Szeretném ezt a felelősséget kiterjeszteni és értelmezni tágabb környezetünkre is. Felelő-

sek vagyunk munkahelyeink, szakmánk színvonaláért, eredményeikért. A tudomány szabadsága egyben kötelezettséget is ró ránk. Nemcsak a közpénzek eredményes és hatékony felhasználásának a felelőssége a miénk, hanem az ismeretek átadásának kötelezettsége és a társadalom igényeinek, kérdéseinek meghallgatása is.

Közhely, hogy a tudomány egyre közvetlenebb szerepet kap a technikai fejlődésben, a társadalmi folyamatok megismerésében, a gyógyításban és az élet szinte minden területén. Ezzel egyidejűleg az emberiség előtt álló kihívások is hatalmasabbak, mint korábban bármikor. Konfliktusainkat nem oldhatjuk meg többé világháborúval; gazdasági-technikai fejlődésünk káros következményei felett nem hunyhatunk szemet; túlnépesedési problémáinkon nem segít a tömeges kivándorlás; eszmék terjedését nem tudjuk moderálni, legyenek azok magasztosak vagy ordasak. Hogy pozitív példát is említek, az Európai Unióban először próbálnak olyan nemzetek együtt dolgozni és haladni, amelyek ezer éve szörnyű konfliktusok között éltek; mennyi itt a feldolgozásra váró gazdasági, jogi, szociológiai és történelmi kérdés!

Mindezek a kihívások a tudomány részvétele nélkül kezelhetetlenek. A tudósok felelőssége nemcsak az, hogy megismerjék, leírják a folyamatokat, nemcsak az, hogy új eljárásokat dolgozzanak ki a társadalom és a gazdaság fenntartható működtetésére, de mindezt meg is kell értetniük, el kell fogadtatniuk a döntéshozókkal és a társadalommal. Szeretném elérni, hogy munkánknak ez a megközelítése ne csak jámbor óhaj maradjon; ez az Akadémia nagy feladata, és ehhez kérek támogatást Önöktől, a döntéshozóktól, az egész társadalomtól.

KITÜNTETÉSEK AZ MTA 186. KÖZGYŰLÉSÉN

Az **AKADÉMIAI ARANYÉRMET** idén **T. Sós Vera**, a magyar matematika kiemelkedő egyénisége, a világhírű magyar diszkrét matematikai iskola egyik megteremtője és nemzetközileg is elismert személyisége vehette át. Az életműdíjnak számító rangos kitüntetést az MTA Elnöksége évente egy akadémikusnak adományozza kiemelkedő tudományos, közéleti, tudánypolitikai és tudomány-szervezői munkássága elismeréseként.

Az MTA Elnöksége kiemelkedő tudományos munkássága elismeréseképpen **AKADÉMIAI DÍJBAN** részesítette

Csabai Istvánt, az MTA doktorát, az ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék egyetemi tanárát a tudományos adatbázisok fejlesztésében és elemzésében végzett multidiszciplináris kutatásaiért;

Jakab Évát, az MTA doktorát, a Szegedi Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Kar Római Jogi Tanszék tanszékvezetőjét, egyetemi tanárt;

Kőszeghy Pétert, az MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont Irodalomtudományi Intézet tudományos főmunkatársát;

Miklósi Ádámot, az MTA doktorát, az ELTE Természettudományi Kar Biológiai Intézet Etológia Tanszék tszkv. egyetemi tanárát;

Nemes Attilát, az MTA doktorát, a Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ II. Sz. Belgyógyászati Klinika és Kardiológiai Központ egyetemi docensét;

Pap Gyulát, az MTA doktorát, a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar egyetemi tanárát;

Patonay Tamást, az MTA doktorát, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Szerves Kémiai Tanszék tanszékvezető egyetemi tanárát;

Tuboly Tamást, az állatorvos-tudomány kandidátusát, a Szent István Egyetem Állatorvostudományi Kar egyetemi tanárát, dékánhelyettesét;

Winkler Gábort, az MTA doktorát, a Széchenyi István Egyetem professor emeritusát;

Zsoldos Attilát, az MTA levelező tagját, az MTA Bölcsészettudományi Kutatóintézet Történettudományi Intézet kutatóprofesszorát.

A Magyar Tudományos Akadémia Elnöksége kiemelkedő tudományos munkássága elismeréseképpen megosztott Akadémiai Díjban részesítette

Dobróka Mihályt, a műszaki tudomány doktorát, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Geofizikai és Térinformatikai Intézet egyetemi tanárát;

Gyulai Ákost, az MTA doktorát, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Geofizikai és Térinformatikai Intézet Geofizikai Intézeti Tanszék professor emeritusát;

Ormos Tamást, az MTA doktorát, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Geofizikai és Térinformatikai Intézet egyetemi magántanárát.

Az informatikai képzés és kutatás támogatása terén szerzett érdemei elismeréseként az MTA Vezetői Kollégiuma által adományozott **WAHRMANN MÓR-ÉRMET** **Bojár Gábor**, a Graphisoft SE elnöke vehette át.

Az MTA Külső Tagok Fórumán Lovász László elnök adta át a külhoni tudósok kutatásait elismerő **ARANY JÁNOS-DÍJAKAT**. A jelentős külhoni magyar tudósok, kutatók elismerésére szolgáló **ARANY JÁNOS-ÉLETMŰDÍJAT** 2015-ben **Benkő Samu**, az MTA külső tagja, Széchenyi-díjas kutató, a Román Akadémia kolozsvári Történeti Intézetének nyug. főkutatója, az Erdélyi Múzeum-Egyesület volt elnöke kapta.

A **KIEMELKEDŐ TUDOMÁNYOS TELJESÍTMÉNY** díj kitüntetője **Szkála Károly**, aki a Ruđer Bošković Kutatóintézet központ- és laboratóriumvezetőjeként optoelektronikával, lézertechnikával, holográfiával és mikroelektronikával foglalkozik, s oktat a Zágrábi Villamosmérnöki Egyetemen, a Zágrábi Grafikai Egyetemen és az Eszéki Orvostudományi Egyetemen.

FIATAL KUTATÓI DÍJAT vehetett át **Fenesi Annamária**, a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem Biológiai és Ökológiai Intézetének adjunktusa.

ARANY JÁNOS-ÉRMET kapott **Beregszászi Anikó** nyelvész, a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola oktatója. **Lelley Jan Iván** mikológus, a bonni Rajnai Friedrich Wilhelms Egyetem tanára; **Majdik Kornélia**, a bio-szervezkémia kutatója, 2004 és 2014 között a Babeş-Bolyai Tudományegyetem Vegyészmérnöki Kar magyar tagozatának egyik vezetője;

Petrik József, aki sejtkárosodási mechanizmusokkal, molekuláris patológiával, a rákos megbetegedések diagnosztikájával foglalkozik; a zágrábi Orvosi Biokémiai és Hematológiai Tanszék professzora, a kar Alkalmazott Orvosi Biokémiai Kp. vezetője;

Sipos Gábor, aki református egyháztörténettel, nyomda- és könyvtártörténettel foglalkozik. A Babeş-Bolyai Tudományegyetem Magyar Történeti Intézet tanára, az Erdélyi Múzeum-Egyesület elnöke;

Vigh Gyula vegyész, a Texas A&M Egyetem Kémia Tanszékének professzora.

Özvegye vehette át a 2014-ben elhunyt **Borbándi Gyula ARANY JÁNOS-ÉRMÉT**. A történész, irodalomtörténész tevékenysége felöleli az emigráns kiadványok szisztematikus gyűjtését, a nyugati magyar emigráció történetének feldolgozását. Alapító szerkesztője volt a *Látóhatár*, majd az *Új Látóhatár* folyóiratnak. 1951-től 1984-ig a Szabad Európa Rádió magyar osztályának helyettes igazgatója volt.

Az MTA Elnöksége a tudomány népszerűsítése érdekében kifejtett eredményes újságírói tevékenysége elismeréséül **AKADÉMIAI ÚJSÁGÍRÓI DÍJBAN** részesítette Molnár Csabát, a Magyar Nemzet újságíróját.

Pál Csaba, az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont tudományos főmunkatársa, az Akadémia Lendület programjának csoportvezetője vehette át idén Áder János államfőtől a magyar tudomány egyik legrangosabb elismerését, a Bolyai János Alkotói Díjat. A negyvenesztendő kutató a nyolcadik kitüntetett, s egyúttal az első, akinek nem akadémikusként ítélte oda a díjbizottság az elismerést.

Minden díjazottnak gratulál a szerkesztőség

LOVÁSZ LÁSZLÓ ELNÖKI BESZÁMOLÓJA az MTA 186. közgyűlésén, 2015. május 5-én

Tisztelt Közgyűlés!

Önök a délelőtt folyamán számos beszámolót fognak hallani az előző akadémiai évről. Megismerhetik belőlük kutatóhelyeink eredményeit, működésük feltételeit, általános képet alkothatnak a különböző testületek tevékenységéről, és pontos adatokat kaphatnak költségvetésünk felhasználásának részleteiről.

Ennek megfelelően a mostani elnöki beszámoló nem lehet egységes, teljes jelentés, de igyekszem átfogó képet adni a fő feladatokról és tevékenységi körökről. Ki kell térnem Akadémiánk általános és folyamatos feladataira, illetve a korábbi vezetők által vállalt, „öröklött” teendőkre. Amikor egy évvel ezelőtt megristelő bizalmuk alapján megválasztottak az Akadémia elnökévé, akkor már ismert volt Önök előtt elnökjelölti koncepcióm. Úgy érzem, kötelességem beszámolni arról is, hogy a „megöröklött” teendőkön túl e koncepcióból mit sikerült megvalósítanom, illetve milyen, akkor kijelölt feladatok végrehajtása kezdődött meg. Beszámoló harmadik rétege olyan feladatokról szól, amelyeket az egy év alatt szerzett tapasztalataink alapján vezetőtársaimmal közösen tűztünk ki a következő időszakra.

Tisztelt Közgyűlés!

Akadémiánk legfőbb feladata annak a kutatásnak a támogatása, amely az akadémiai **kutatóhelyeken** és a köztestület egészében folyik. Saját kutatóhelyeink tevékenységéről részletesen az Akadémia főtitkára tájékoztatja

majd Önöket. A Magyar Tudományos Akadémiáról szóló törvény értelmében kutatóhelyeink évente beszámolnak munkájukról a Közgyűlésnek, amelynek elfogadásáról a Közgyűlés határozatban dönt. A bemutatott eredmények kézzelfoghatóan bizonyítják, hogy Akadémiánk sikerrel teljesítette előírt és vállalt közfeladatait, hatékonyan használta fel a céljaira kapott közpénzt.

Ennek most azért is tulajdonítok kiemelt jelentőséget, mert gyakorlatilag ez volt az első teljes év, amelyben kutatóhelyeink az átalakított, a korábbinál korszerűbb környezetben működtek. A tíz kutatóközpont, az öt kutatóintézet, az egyetemeken működő 89 támogatott kutatócsoport és a több mint kilencven, intézetekben és egyetemeken működő Lendület-kutatócsoport közel 2500 kutatójának az eredményeiről részletes kimutatás található a közgyűlési anyagokban.

Az Akadémia szerkezetéről egy évvel ezelőtti koncepciómban is megírtam, hogy a nagy strukturális átalakulásokat lezártnak tekintem, de **finomhangolásra** szükség lehet. Így a kutatóintézeti hálózaton belül szükség volt egyes kutatóközpontok szerkezetének módosítására, folyamatban van a központon belül az intézeti igazgatók szerepének újbóli meghatározása, és szükség lehet még olyan korrekciókra, amelyekre a működés megfigyelése és elemzése ad alapot.

Az Akadémia vezetése mindent megtesz, hogy biztosítsa az intézetekben a kutatás

feltételeit. Ezek között – nem meglepő módon – a legfontosabbak az **anyagi erőforrások**. A későbbi, a 2016. évet érintő költségvetési terveink bemutatása során látni fogják, hogy bár Akadémiánk az előző hat évben jelentős mértékű forrásbővülést ért el, nem remélhető, hogy e növekedés üteme a következő ciklusban is változatlan marad. Ennek megfelelően a következő években a megszerzett költségvetési források felhasználási módjának optimalizálására kell törekedni. Ez együtt járhat az erőforrások belső átcsoportosításával, az egyes pályázati hangsúlyok megváltoztatásával.

Az intézetek emberi erőforrásaival kapcsolatban sok olyan probléma van, amit adminisztratív megkötések okoznak; végső soron az a baj, hogy a munkajogi törvényekben a tudományos kutatás különleges szempontjai nem jelennek meg. Példaként a külföldiek alkalmazását vagy a diplomák honosítását említem. A tavalyi elnökjelöltek közül Maróth Miklós tagtársunk felhívta a figyelmet arra, hogy idősebb, akár már korábban nyugdíjba vonult tagtársainkat, akadémiai doktorainkat aktívabb módon kellene bevonni a közös munkába. Sajnos az emeritusi cím, gyakran formai okok miatt, nem mindig adható meg, de bizonyára meg lehet találni azokat a lehetőségeket, amelyek hosszú időre biztosíthatják a jó és hasznos kapcsolatot az érintett tudósok és az Akadémia kutatóintézetei között.

Testületeink munkájáról is számot adnak a későbbi előterjesztések. Az egyik ezek közül maga az Akadémiánk egészét jelentő **köztestület**. Eddigi tapasztalataim szerint talán itt látható a legnagyobb hiányosság. Az 1994. évi akadémiai törvény elfogadása óta adósok vagyunk azzal, hogy sikerrel fordítsuk a magunk javára ezt a hatalmas szellemi tőkét. Gondolják végig: az Akadémia köztestülete magában foglalja a hazai tudományos élet túlnyomó

hányadát. Itt ülnek a Díszteremben a Közgyűlés választott képviselői, akiket kierielt választási folyamat során hatalmaztak fel arra, hogy megjelenítsék a köztestület tagjainak véleményét, és ezzel segítsék döntéshozói munkánkat. A feladat most inkább úgy jelentkezik, hogy nekünk, választott vezetőknek kell megtalálnunk az utat a köztestület egészéhez. Néhány kezdeti lépést tettünk, de nem könnyű feladat olyan valós szerepet találni köztestületünknek, amely a mintegy 14 ezer tag közül minél többet megmozgat. Nem mondhatunk le azonban a „kiművelt emberfők” tudásának, szellemi erejének érvényesítéséről, és ebben is számítok az Önök támogatására, különösen a jelen lévő képviselők javaslataira és aktív közreműködésére.

A másik testület, amelyről szólnék, az Akadémia legfőbb döntéshozó testülete, maga a **Közgyűlés**. Ha közgyűléseink munkájáról kellene beszámolni, egyszerű dolog lenne felsorolni az éves rendes üléseken elfogadott határozatokat, a választási eredményeket, a költségvetési beszámolókat és irányelvek jóváhagyását. A kérdést inkább úgy tenném fel: vajon valóban ez közgyűléseink legfontosabb tartalmi feladata? Az eddigi közgyűléseinket követően valamennyiünkben maradt hiányérzet; az igazi tudományos munka elvégzésének hiánya. Nem konkrét tudományos kérdésekre gondolok, hiszen azok megvitatása az egyes kutatóműhelyek feladata, hanem tudományos életünk egészének átfogó, elemző vizsgálatára.

Ennek megfelelően javaslom, hogy már a 2016. évi közgyűlést is új formában rendezzük meg. Terveim szerint a közgyűlés első napján kerülnének átadásra a különböző díjak és elismerések, valamint ugyanaznap hangoznának el a kötelező beszámolókat is, az azokat elfogadó szavazásokkal együtt. A má-

sodik nap pedig legyen a tudományé, ahol a három nagy tudományterület egy-egy fontos, a Közgyűlés figyelmére méltó kérdését tárgyalnánk meg. E fórum révén tudnánk valódi segítséget nyújtani mind kutatóhelyeinknek, mind az Akadémia, mind a kormány döntéshozóinak.

Szeretném még kiemelni **tudományos osztályaink** munkáját. Egyetértek elődömtavaly elmondott véleményével, amely szerint működésükben egyszerre kell érvényesülni tudományos autonómiájuknak és az összakkadémiai érdekeknek. Úgy gondolom, hogy osztályaink bölcsen oldották meg e nehéz feladatot: ellátták kötelező adminisztratív teendőiket, de közben a valódi figyelmet a tudományos szakterületükre irányították. A jövőben az egyes osztályok keretén belül végezhető tudományos munka erősítésére törekszünk. Természetesen nem a hagyományos kutatómunkára gondolok, hanem az osztályok sokszínűségében rejlő lehetőségek kihasználására.

Tudományos osztályaink adminisztratív terhei csökkenni fognak, hiszen a működésüket szabályozó fontos dokumentumok elkészültek. Így remélhetően az osztályok is nagyobb figyelmet fordíthatnak az átfogó szemléletű, elemző, tudományterületi sajátosságokat összefogó tevékenységre.

Feltétlenül szeretném megemlíteni **területi bizottságaink** munkáját. A régiókban élő és a tudomány iránt fogékony emberek számára a területi bizottságok jelenítik meg a Magyar Tudományos Akadémiát, annak céljait és szellemiségét. Erősítik a felsőoktatási intézményekkel fennálló harmonikus együttműködést, szervezik a régiók tudományos életét, az önkormányzatokkal, iparkamarákkal és fejlesztési tanácsokkal való együttműködést. Működésük helyenként eléggé nehéz

feltételein a jövőben lehetőségeinkhez képest javítani szeretnénk.

Idesorolnám a **határon túli magyar nyelvű és tárgyú kutatások** művelőivel való kapcsolattartás feladatát is, amelyet a Magyar Tudományosság Külföldön Elnöki Bizottság lát el. A kapcsolattartás a köztestület külső tagsága segítségével, a támogatás pedig a Domus Kuratórium révén valósult meg. Bizonyos tudományterületeken (nyelvtudomány, oktatáskutatás, demográfia) lassan kibontakozik egy Kárpát-medencei integrált magyar tudományos hálózat.

Tisztelt Közgyűlés!

Ahogy egy éve írtam, a közvéleménykutatások szerint az Akadémia Magyarország legmegbecsültebb intézménye. Ebben a legfőbb szerepet a pártpolitikai és a napi politikai szempontok távol tartása és a tudományosság egészének szolgálata játszotta. Ígéretet tettem, hogy legfőbb feladatommak ennek a **közbizalomnak a megőrzését** tartom.

Úgy érzem, hogy eddig ezt a vállalt feladatot sikerült teljesíteni. Ez nem mindig volt könnyű. Mindannyian aktív vagy passzív részesei vagyunk a hazánkban zajló társadalmi eseményeknek, amelyek átszövik munkahelyeink, oktatási és egészségügyi intézményeink, civilszervezeteink, színházaink, de néha még családaink életét is. E folyamatok során bizony sok esetben állást kellett foglalnunk, véleményt kellett mondanunk, és nem adhattuk fel a tudományos kutatás szabadságát. Remélem és hiszem, hogy az elmúlt évben is sikerült álláspontunkat a tudomány etikai normái szerint kimondanunk és képviselnünk.

Minden tudományos tevékenység egyik mozgató ereje a kutatói vélemények különbözősége. Az Akadémia állásfoglalása soha nem igazodhat egy kiválasztott, akár többségi, akár

kisebbségi véleményhez, hanem kötelessége, hogy a tudományosan megalapozott vélemények és elméletek teljességét mutassa be.

Az Akadémia a magyar tudományosság és az ország egészének szolgálja, és sokszor kapunk **törvényjavaslatokat, koncepciókat véleményezésre**, a dolog természeténél fogva rövid határidővel. Úgy gondolom, hogy nem elég ezekre a kérdésekre legjobb tudásunk szerint válaszolni; proaktívan fel kell készülnünk a társadalmat érintő hosszú távú kérdésekre. Azt tervezzük, hogy egy-egy fontos témáról az Akadémiai Klub keretében kerekasztal-beszélgetéseket, vitákat rendezünk. Amelyik téma ennél többet érdemlőnek ígérkezik, annak az esetben továbblépünk – blogok, osztályrendezvények, konferenciák, kiadványok, bizottságok vagy kutatási programok formájában. Csak kedvcsinálóként említek néhány felmerült témát: városrendezés, fenntartható egészségügy, közoktatás, felsőoktatás, tudományos teljesítmények értékelése. Ha ezek bármelyikében feltesszük a kérdést: „Mi lesz húsz év múlva?”, máris izgalmas intellektuális kihívás előtt állunk.

Ilyen hosszú távú, egész társadalmat érintő kutatási programként hirdettük meg közoktatási **szakmódszertani pályázatunkat**: ennek első, előkészítő szakaszára 88 pályázat érkezett, amiből anyagi lehetőségeink tizenöt támogatását engedték meg.

Az Akadémia mindig is igen fontosnak tartotta a **felsőoktatás segítségét**, az egyetemekkel való kapcsolatok minél szélesebb kiépítését. Koncepciómban én is a tudomány alapvető érdekei közé soroltam a kutatói utánpótlás biztosítását a felsőoktatás színvonalának emelése révén. Ennek elődeim alatt kialakultak olyan fontos formái, mint az egyetemi kutatócsoportok számának növelése, a Lendület program és a posztdoktori ösztön-

díjak kiterjesztése az egyetemi kutatóhelyekre, Kiválósági Együttműködési Programok indítása. Kutatóink nagy számban vesznek részt az egyetemi oktatásban. Igen fontos a földrajzi közelség; itt említendő az MTATTK új épülete az ELTE TTK és a BME szomszédságában. A Zenetudományi Intézet sokat vitatott elhelyezése is ennek a szempontnak a figyelembevételével oldható meg a legjobban: szándékaink szerint a Batthyány-palotába költözik, a Teréz körútra, a Zeneakadémiától alig egy saroknyira.

Ezen eredmények dacára nagyon sok még a probléma és a tennivaló. A felsőoktatásban dolgozó tagtársaink, tudományos kutatóink, köztestületi tagjaink néha napi küzdelmet folytatnak az oktatás-kutatás feltételrendszerének megtartásáért, esetleges remélt javításáért. Rendszeresen konzultálva egyetemi kollégáinkkal és az irányító szervekkel továbbra is szerepet kívánunk vállalni a felsőoktatás feltételeinek alakításában.

Meg kell találni a lehetőségét, hogy egyetemi oktatók kutatófélévet vagy -évet tölthessenek akadémiai intézetekben. Ilyen rendszer működik a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetben. Ezt sokkal szélesebb körben kellene megvalósítani, de addig még sok bürokratikus akadályt kell leküzdeni. Az általános célt úgy lehet megfogalmazni, hogy a kutatóegyetemek az akadémiai kutatóhálózatra ne mint versenytársra tekintsenek, hanem mint fontos támaszra, erőforrásra.

Koncepciómban megemlítettem a tudományos kutatások **nemzetközi beágyazottságát** is. A kiemelkedő egyéni képességű tudósokon túl a tudomány igazi ereje az együttműködés képességében és az együttműködésre való készségben rejlik. Javasoltam, hogy használjuk ki a kutatók mobilitását, és az agyelszívás sokat kárhozottatott folyamatát

fordítsuk saját hasznunkra. Engedjük el kiemelkedő fiataljainkat, de legyünk képesek őket hazahozni, sőt hozzuk ide más országok már bizonyított vagy ígéretes kutatóit. A fejlődő világra különösen érdemes figyelni, az onnan érkező fiatalok segítése nemcsak erkölcsi vagy politikai kötelességünk, hanem saját kutatói utánpótlásunk és a jövő kapcsolatai szempontjából is nagyon fontos.

A Lendület igen sikeres pályázati rendszer az elmúlt évben is folytatódott; az érdeklődést mutatja, hogy majdnem száz pályázat érkezett (sajnos a rendelkezésre álló keretek szűkossége miatt csak viszonylag kevés, tizenkét új Lendület-csoport kaphatott idén támogatást). A következő években a Lendület-pályázatokat érdemes lesz továbbfejleszteni. A bölcsészeti- és társadalomtudományok területén az érdeklődés és a hatékonyság fokozása a cél, amihez a feltételeket módosítani kell, ezeknek a területeknek az igényei szerint. Az alkalmazáshoz közel álló területeken célunk a versenyszféra bevonása a támogatásba, közösen finanszírozott Lendület-csoportok révén. Ilyen irányban folytatunk tárgyalásokat többek között a győri Audival és a Richter Gedeon Gyógyszergyárral. A Lendület-pályázatokat az eddigieknél is inkább fel kell használni az Európai Kutatási Tanács (ERC) pályázataira és a más nemzetközi pályázatokra való felkészülésre. Ezért újra próbálkozni akarunk a nemzetközi bírálók bevonásával, a színvonal további emelésével.

Az Akadémia jó helyzetben van ahhoz, hogy nemzetközi tudományos szervezetekben a magyar tudományt képviselje, sőt a szélesebb kört érintő döntésekben is hallassa a szavát. Sok közös ügyünk van a visegrádi négyekkel, az EU tizenhárom új tagállamával és természetesen a jelentős támogatások kapcsán (de nem csak emiatt) az EU-val. Ennek

a nemzetközi szerepnek egyik legfontosabb eleme a World Science Forum, amelynek hetedik konferenciájára idén ősszel kerül sor itt az Akadémián, de felléptünk például annak érdekében is, hogy az EU Horizont 2020 programjától ne vonjanak el forrásokat.

Ahogy koncepciómban is kifejtettem, a **publikációk**, a tudományos információhoz való hozzáférés formái és lehetőségei világszerte gyors változásban vannak, a hagyományos formák és normák átalakulnak. Ennek figyelemmel kísérésére, alkalmazkodásunk segítésére hoztuk létre a Publikációs Elnöki Bizottságot, amelynek elnöke Makara Gábor. Ezzel a bizottsággal együttműködve lát el fontos feladatokat a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtára és Információs Központja, valamint a Magyar Tudományos Művek Tára, amelynek felhasználóbarátabbá tétele folyamatban van.

Tudomásul kell vennünk, hogy Akadémiánk az állami költségvetésből igen jelentős támogatást kap; ez **közpénz**, amiről szigorú elszámolással tartozunk. Mint látni fogják a későbbi költségvetési beszámolókból, ezt az előírásoknak megfelelően meg is tettük. Beszámolóinkat az Állami Számvevőszék minden érdemi kifogás nélkül fogadta el.

Ugyanakkor beszámolóssal tartozunk a hivatali szervezeteken túl a közvéleménynek is. Koncepciómban ezért is javasoltam, hogy fektessünk nagyobb hangsúlyt a **tudomány népszerűsítésére**, eredményeink megismertetésére, az Akadémia ismertségének és elismertségének növelésére. Ennek eredményeként az utóbbi hónapokban talán már Önök is többet találkoztak olyan újságcikkkel, interjúkkal, amelyek eljutnak a tájékozódni, ismereteket szerezni vágyó olvasókhoz. Honlapunkon a magyar tudomány új eredményei hangsúlyosabban, színesebben kerülnek be-

mutatásra, és igyekszünk együttműködni a TIT-tel és a külföldi tudománynépszerűsítő szervezetekkel is.

Keressük a nagy sikerű *Mindentudás Egyetemének* utódját. Egy lehetőséget nyújtott az, hogy az UNESCO 2015-re meghirdette a Fény Nemzetközi Évét, amihez a magyar tudós- és művészközösség is lelkesen csatlakozott Kroó Norbert akadémikus vezetésével. Részt vesz benne az MTA-n kívül a Széchenyi Irodalmi és Művészeti Akadémia, a Magyar Művészeti Akadémia, az EMMI és – ami talán a legfontosabb – igen sok iskola. Ennek a programnak a tapasztalatára is építve, a későbbiekben is érdemes lesz egy-egy gondolatébresztő központi témát kitűzni, és az iskolákat is megmozgató speciális évet szervezni köré.

Az áltudományok elleni harcnak is fő eszköze a tudomány módszereinek, követelményeinek megismertetése. Nem akarunk belemenni egyes áltudományos állítások cáfolatába, mert ezeket az állításokat így talán kissé fel is értékelnénk; azt gondolom, eredményesebb az, ha az áltudományos eredményeknek ellentmondó „igazi” tudományos eredményeket és az azokhoz vezető utat, a kutatások módszertanát mutatjuk be közérthető formában. Bízom benne, hogy e folyamatban is partnereim lesznek, segítenek a fontos új tudományos eredmények kiválasztásában, és ezek „lefordításában” a szélesebb közönség számára.

Az egy évvel ezelőtti koncepciómban egyértelművé tettem, hogy a nagy átalakulások lezárása lehetővé teszi, hogy jobban támaszkodjam **vezetőtársaim munkájára**, ismereteire, javaslataira. Ennek legfontosabb első lépése volt, hogy belső egyeztetések során megállapodtunk az elnök, a főtítkárra és a főtítkárhelyettes munkamegosztásában. Vázlatosan: a testületi, kormányzati, nemzetközi, kommu-

nikációs és alapvető stratégiai ügyekkel az elnök, az intézethálózati és költségvetési ügyekkel a főtítkárra, a székház ügyeivel és a Magyar Tudomány Ünnepevel a főtítkárhelyettes foglalkozik. Ez a munkamegosztás nem érintette a vezetők törvényben rögzített döntési jogosítványait, ugyanakkor lehetővé tette a feladatok folyamatos egyeztetésen alapuló elvégzését. Örömmel vettem, hogy a főállású vezetőkön túl számos konkrét ügyben támaszkodhattam az alelnökök, az osztályelnökök és az Akadémia volt tisztségviselőinek segítségére is.

Ahogy egy évvel ezelőtt ígértem, az **Akadémia Titkársága** is kissé megváltozott módon működik tovább. Különválasztottuk az Elnöki Titkárságot és a Testületi Titkárságot; az előbbi Zilahy Péter, az utóbbit Kisteleki Károly vezeti. Remélem, hogy a tavalyi ciklusváltást követő belső személyi változások lezárultak, s a titkárság munkatársai egyre több és aktívabb segítséget tudnak nyújtani a kutatóhálózatnak és a testületeknek.

Tisztelt Közgyűlés!

Az általános célok és események mellett szeretnék szólni néhány konkrét feladatról is, amelyek érintik nemcsak a Közgyűlés tagjait, hanem akár köztestületünk jelentős részét is.

Említettem már a Fény Nemzetközi Évét, ami kapcsolódik a novemberben megrendezésre kerülő **7. World Science Forumhoz** is. Amint az Önök előtt ismert, 2013-ban Brazília adott otthont e tanácskozásnak, és az idei, budapesti esemény után, 2017-ben Jordánia lesz a házigazda. Sokan kérdezhetik, hogy mi is a valós hozadéka az ilyen típusú rendezvényeknek. Nincs kétségem afelől, hogy a tudományos világ figyelme az adott időszakban Magyarországra irányul majd. Elsősorban rajtunk múlik, hogy sikerül-e tartalommal megtölteni a kereteket.

Az Akadémia alapítási dátumára emlékezve már sokadik éve szervezzük meg a **Magyar Tudomány Ünnepe** rendezvénysorozatát. A főtítkárhelyettes asszony vezetésével gyorsan alakuló esemény idei mottója: „A tudomány evolúciója: a valós és a virtuális világok”, ami a tudomány mint a hiteles ismeretszerzéshez segítő eszköz kulcsfontosságú szerepét hirdeti. A rendezvénysorozattal – amelynek nagy sikerű eseményein tavaly is több ezren vettek részt – az új technológiák által teremtett lehetőségekre és veszélyekre kívánjuk felhívni a figyelmet. A programban a kiemelt nyilvános előadások mellett új elemként jelennek meg a tudományos osztályok által vállalt tudománynépszerűsítő előadások a nagyközönség számára. A kiemelt programok nyitóeseményének helyszíne Szeged lesz 2015. november 9-én.

Ebben az évben esedékes az **Akadémia palotája** megnyitásának 150 éves évfordulója, amit gazdag programsorozattal készülünk méltó módon megünnepelni. A jubileumi év kapcsán felmerül a székház rekonstrukciójának szándéka is, melynek előkészítését a főtítkárhelyettes asszony vezetésével megkezdjük. Természetesen ez a munka csak akkor indulhat el, ha ehhez az Akadémia költségvetésén kívüli, állami forrást tudunk biztosítani. Ezzel kapcsolatosan felmerül a székház, a könyvtár és a gyűjtemények jelenlegi funkcióinak újragondolása, aminek fő célja a társadalom felé történő nyitás.

Van tehát feladatunk, nem is kevés. Az előző évi munka eredményeinek ismeretében bátran mondhatom, hogy készek és képesek vagyunk a teljesítésükre. Kérem, hogy a tovább-

biakban is aktívan vegyenek részt az Akadémia munkájában, ami a magyar tudomány, de az egész társadalom fellendülésének nem elhanyagolható erőforrása.

Tegnap az ünnepi ülés elején idéztem egyik korábbi elnökünk, Eötvös Loránd szavait. Zárásul hadd forduljak ismét hozzá. Eötvös Loránd az Akadémia 1891. május 10-i nagygyűlését megnyitó beszédében a következőket mondta:

„Valóban meglepő és új volt az, mikor erre a magas állásra, melyet eddigél hazánk nagyjai, a nyilvános életben érdemesült férfiai foglaltak el, szerény professzort helyeztek, ki addig jóformán csak hallgatói körében élt, s a kinek politikai szereplésre még ambíciója sem volt. Méltán elvárta mindenki, hogy ezt a nagy kitüntetést tettekkkel megérdemeljem s azért némelyek türelmetlenül várták a reformokat, melyekkel az új elnök a szerintök avult intézménybe új életet fog önteni.

...Van azonban a reformmunkásság mellett a munkásságnak egy másik neme, a mely sokkal nehezebb ugyan, de sokkal biztosabban vezet eredményhez. Az a csendes, folytonos foglalkozás az, melyet nagy alapítónk [Széchenyi István] tűzött ki feladatunkká, mikor alapító levelébe ezt írta:

»Nevezetesen kikötöm, hogy ezen magában álló, maga által kormányozandó, csupán tudományos intézet, semmi más intézetekkel soha össze ne köttessék, hanem ártatlan tudományos foglalatosságait [...] hazám [...] javára, és csak arra, magában csendesen folytathassa.«

Én is ezt kívánom minden magyar kutatónak.

2014 DEREKAS ÉV VOLT BESZÁMOLÓ AZ MTA KUTATÓHÁLÓZATÁNAK TELJESÍTMÉNYÉRŐL

Török Ádám

az MTA rendes tagja, az Akadémia főtitkára

Az elmúlt években megújult kutatóhálózat tavaly már nem változott, a korábban elkezdett programok kiteljesedtek. Az új kutatóközpontokban kikristályosodtak azok a tapasztalatok, amelyek a szükséges „finomhangolást” megalapozták.

„A kutatóintézet-hálózatban dolgozók tavalyi átlaglétszáma 4090 volt. Ezen belül a kutatók száma meghaladta a 2400 főt, amely csaknem megegyezik az előző évivel. Immár harmadik éve nő a 35 év alattiak, a nők és a PhD-fokozattal rendelkezők száma a kutatóközpontokban- és intézetekben” – állapítja meg a főtitkár által előterjesztett dokumentum, amelyet a Közgyűlés elfogadott.

Dinamikus publikációs teljesítmény

Az akadémiai kutatóintézet-hálózatban 2014-ben 5977 tudományos publikáció született, lényegében ugyanannyi, mint 2013-ban (5970). Az egy évvel ezelőtti adatokhoz képest a publikációk száma az élettudományok területén 10 százalékkal, a humán- és társadalomtudományok terén 5 százalékkal nőtt, míg a matematikai és természettudományok területén 7 százalékkal csökkent.

A rangos folyóiratokban közölt (impaktfaktoros) publikációk száma 2304 a 2013-as 2228-hoz képest. A tavalyi közlemények közül

572 az élettudományok, 1634 a matematikai és természettudományok, 98 pedig a humán- és társadalomtudományok területén született meg. Mindhárom tudományterület publikációs teljesítménye dinamikus (átlagosan 23 százalékos, de az élettudományok, valamint a humán- és társadalomtudományok területén 40 százalékos) növekedést mutat. A 2014-es publikációk átlagos impaktfaktora az élettudományok területén 4,85; a matematikai és természettudományok területén 2,81; a humán- és társadalomtudományok terén pedig 2,35.

Az MTA tíz kutatóközpontjának és öt kutatóintézetének költségvetési támogatása 2014-ben majdnem elérte a 25 milliárd forintot. A Lendület-kutatócsoportok száma 2014-ben 18-cal gyarapodott; a támogatási időszaktól eredményesen záró Lendület-kutatócsoportok pedig kutatóintézeti keretek közé integrálódtak be. A nem akadémiai intézményekben működő kiemelkedő tudományos műhelyek, vagyis a támogatott kutatócsoportok száma jelenleg 89. Az egyetemi Lendület-kutatócsoportok és a támogatott kutatócsoportok éves költségvetési támogatása több mint 3,5 milliárd forint volt. Az egyetemi Lendület-kutatócsoportok és a támogatott kutatócsoportok publikációs teljesítménye –

a projektidőszak derekához közeledve – nagymértékben (másfélszeresére–kétszeresére) nőtt.

Egységes pályázati rendszer

„Az MTA évek óta nagy hangsúlyt fordít arra, hogy a kutatóhelyeknek juttatott közvetlen költségvetési támogatás mellett kiválósági pályázatokkal készítse fel a kutatóhálózatát az új kihívásokra” – emlékeztet a beszámoló. A dokumentum szerint 2014-re az MTA pályázatainak összessége egységes rendszerre állt össze. Az emberierőforrás-fejlesztést szolgálja a fiatal kutatói álláshelyrendszer, az MTA Posztdoktori program, a Bolyai-program, a Lendület program, az MTA támogatott kutatócsoporti program, az MTA vendégkutatói programja, valamint a kutató professor emeritus rendszer.

A tavaly indított akadémiai-egyetemi kiválósági együttműködési programról a beszámoló megállapítja, hogy a humánerőforrás- és az infrastruktúra-fejlesztés szempontjából is nagy jelentőségű, és a jövőben feltétlenül bővítendőnek nevezi a kezdeményezést.

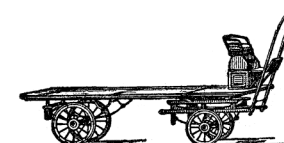
Az MTA három kutatóintézetének integrálása a martonvásári telephelyre

Az Akadémia középtávú tervei között szerepel, hogy az MTA intézményhálózatának meg-

újítása során létrehozott Agrártudományi Kutatóközpont optimális elhelyezése érdekében a kutatóközpontot alkotó négy intézet közül a jelenleg budapesti telephelyen működő Növényvédelmi Kutatóintézetet, valamint a Talajtani és az Agrokémiai Kutatóintézetet az MTA Agrártudományi Kutatóközpont centrumába, Martonvásárra kívánja koncentrálni, oda, ahol a Mezőgazdasági Intézet jelenleg is működik. Ezen a helyszínen rendelkezésre áll megfelelő beépíthető terület és ahhoz kapcsolódó szabadföldi kísérleti tér.

Ezzel a többéves folyamattal – amelynek minden részletét az érintett intézményekkel együttműködve kívánja az Akadémia megvalósítani – a kutatói elit olyan integrációja jöhet létre, amely már számos uniós országban bizonyítottan bevált. A tudományos erőforrások koncentrációjával, az interaktív kutatási lehetőségek kihasználásával, a szervezetség javításával megvalósítható a kutatócentrumok létrehozásának koncepciójában megfogalmazott ésszerű, takarékos, nemzetközi szintű és hatékony működés.

A tervek szerint az Állatorvostudományi Kutatóintézet eredeti telephelyén, Budapesten, a SZIE Állatorvos-tudományi Karának közelében maradna a két intézmény eddigi szoros együttműködésére való tekintettel.



Kitekintés

AZ „OKOSODÁS” VEGYÜLETEI

A kakaóbabban, áfonyában, vörösborsban, zöld teában jelen lévő flavonoidok nagy mennyiségben az emberi agyban is javítják a memória működését, fokozzák az agyi vérkeringést – állítják amerikai kutatók. Korábban már voltak adatok arra, hogy ennek a vegyületcsaládnak egerek agyára van ilyen hatása, most azonban a Columbia University neurológusai emberi vizsgálatokat végeztek.

A kísérletekben 50 és 69 év közötti önkéntesek vettek részt, akiket két csoportra osztottak. Az egyik tagjainak kakaóvajból származó 900 mg porított flavonoidot kellett naponta több részletben elfogyasztania. A másik csoport résztvevőinek csak 10 milligrammot. A kísérletsorozat három hónapig tartott.

Előtte, majd utána funkcionális mágneses képalkotó eljárással felvételek készültek a harminchét résztvevő agyáról. A három hónap végén a nagy mennyiségű flavonoidokat fogyasztóknál a memóriaműködésekért felelős hippokampusz *gyrus dentatus* nevű régiójában 20%-kal javult a vérellátás, és sokkal jobb volt, mint a másik csoport tagjainál. Ezt a régiót az utóbbi időben kapcsolatba hozták az életkorral összefüggő memóriahanyatlással.

A kísérletek előtt és után a résztvevőkkel memóriateszteket is végeztek. Egymás után több mint három tucat hasonló absztrakt ábrát kellett megnézniük, majd kétszer annyit. Ez utóbbi sorozat képei közül azonosítani kellett azokat, amelyek az előzőben is szere-

peltek. A kutatók korábban azt találták, hogy ennek a felismerésnek a reakcióideje az életkor előrehaladtával fokozatosan emelkedik. A sok flavonoidot fogyasztó csoport tagjai azonban úgy teljesítettek, mintha harminc évvel fiatalabbak lettek volna a keveset evőknel.

Scott Small és munkatársai azt szeretnék sokkal több kísérleti személyen megvizsgálni, hogy másféle szellemi funkciók esetén is jelentkezik-e a kedvező hatás. A kutatók abban bíznak, hogy olyan terápiás eszközt tudnak az orvosok kezébe adni, amely csökkentheti az egyre nagyobb várható élettartammal tömegesen jelentkező szellemi hanyatlást.

Brickman, Adam M. et al.: Enhancing Dentate Gyrus Function with Dietary Flavanols Improves Cognition in Older Adults. *Nature Neuroscience*. (2014) 17, 1798–1803 DOI: 10.1038/nn.3850

AZ ÉVSZAKOK ÉS AZ IMMUNRENDSZER

Az immunrendszer génjeinek működése évszakok szerint változik. A Cambridge-i Egyetem kutatói jutottak erre a következtetésre a világ minden részéről származó, összesen 16 ezer személy örökletes anyagának vizsgálatával.

Azt találták, hogy a vizsgált 22 822 gén majdnem negyede más aktivitást mutat télen, mint nyáron, és ez befolyásolja az immunrendszer működését, a vér és a zsírszövet összetételét. Az északi és a déli féltekén a génműködés szezonálisának mintázata el-
lentés volt.

Régóta ismert, hogy bizonyos betegségek – szív-és érrendszeri kórképek, az autoimmun betegségekhez sorolható egyes típusú cukor-
baj és a szklerózis multiplex vagy bizonyos pszichiátriai kórok – megjelenése, illetve aktivitása az évszakokkal változik, és a kutatók most úgy vélik, hogy egy lépéssel közelebb jutottak a magyarázathoz.

Különösen érdekesnek találták egy olyan gén (*ARNTL*) viselkedését, amely egerekben csökkentti a szervezet fertőzésekre adott válaszát, gyulladásos reakcióit. Ez a gén nyáron aktívabbnak bizonyult, mint télen, aminek következménye lehet a gyulladásos betegségek súlyosbodása vagy megjelenése. Ennek a ténynek a felismerése a szezonális felismerésével és figyelembevételével egyrészt finomíthatja a gyulladásos autoimmun betegségek kezelését, másrészt a gén működésének befolyásolása talán új terápiás célpontot jelenthet.

A kutatások során azt is megállapították, hogy egy olyan géncsoport, amely az oltásokra adott egyéni immunválaszt szabályozza, télen szintén nagyobb aktivitást mutat. Ez pedig azt jelentheti, hogy egyes vakcinációs programokat érdemesebb lenne télen kivitelezni, amikor az immunrendszertől fokozottabb reakció várható.

A tanulmány azonban arra nem ad választ, hogy ezeket a szezonális különbségeket milyen mechanizmusok tartják fenn. A fényviszonyok, a napsütés, a környező hőmérséklet valószínűsíthetően szerepet játszik ebben, hiszen például régóta ismert, hogy belső biológiai óránk, cirkadián ritmusunk szabályozásának egyik nagyon fontos tényezője a fény.

Dopico, Xaquín Castro et al.: Widespread Seasonal Gene Expression Reveals Annual Differences in Human Immunity and Physiology. *Nature Communications*. 6, Article number: 7000 DOI: 10.1038/ncomms8000

A MAGAS ELVÁRÁSOK

A tökéletességre törekvés kellemetlen típusa, a másokra irányuló perfekcionizmus árnyoldalával foglalkozik Joachim Stoeber, a University of Kent munkatársa.

A perfekcionizmus egyik pszichológiai modellje megkülönbözteti az önmagára irányuló, a másokra irányuló és a szociálisan előírt perfekcionizmust. Az első önmagával, a második másokkal szemben állít rendkívül/teljesíthetetlenül magas követelményeket, míg a harmadik típusba tartozók úgy érzik, hogy mások állítanak velük szemben teljesíthetetlen elvárásokat.

A szerző azt vizsgálta, hogy ez a három alaptípus a szociális viselkedést tekintve milyen különbözik egymástól. Kizárólag az önmagukra irányuló perfekcionista viselkedésben talált közösségi szempontból pozitív elemeket. A másokra irányuló perfekcionizmust olyan kellemetlen személyiséggel hozta kapcsolatba, mint a nárcizmus, antiszociális viselkedés, felsőbbrendűségi érzés, agresszív, kíméletlen humor.

Az eredmények 229 egyetemi hallgató részvételével lezajlott kérdőíves vizsgálaton alapulnak.

Stoeber, Joachim: How Other-Oriented Perfectionism Differs from Self-Oriented and Socially Prescribed Perfectionism: Further Findings. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*. Published online: 15 May 2015. DOI: 10.1007/s10862-015-9485-y • <http://download.v2.springer.com/static/pdf/609/art%253A10.1007%252F10862-015-9485-y.pdf?token2=exp=1431616569~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F609%2Fart%25253A10.1007%252F10862-015-9485-y.pdf~hmac=a92d978e68cf21615c543f8fa454cc10e301f4e913697a5356cef34978e61d25>

A CSAPATJÁTÉK „OLVASÁSA” IS TANULHATÓ

A csapatjátékok elméletéhez tettek jelentősnek tűnő hozzájárulást svéd szerzők, akik között egykori élsportoló is szerepel. Tanulmányukban matematikai modell segítségével elemezték csapatsportok optimális támadó- és védekező stratégiáit. A szerzők közül Nicklas Lidström az NHL (észak-amerikai profi jégkorong liga) kiemelkedő játékindigenciájáról híres védőjátékosa volt; az a típus, akire szurkolók és szakírok egyaránt azt mondják: „olvassa a játékot”.

A tanulmány szerint a játékindigencia tanulható. Csapatok és egyes játékosok egyaránt elsajátíthatják, hogy az egyes helyzetekben a statisztikai módszerek szerint legjobb eredménnyel kecsegtető megoldást válasszák.

Noha Lidström aktív sportolóként nem volt különösebben gyors vagy erős, mégis gyakran választották a legjobb játékosnak. A pályán történő viselkedését elemezve megállapították, hogy egész egyszerűen mindig jó időben, jó helyen volt, és jó megoldást választott. Mindehhez olyan játéktatisztikák alapján kialakított szabályokat használt, amelyek segítették az egyes játékhelyzetekben a leghasznosabb megoldás kiválasztásában.

A cikkben illusztrációként két sportágból, a kézilabdából és a jégkorongból hozott játéksituációk – például a „szélső-csere” vagy az „egy az egy ellen” – elemzése szerepel. Lennartsson, Jan – Lidström, Nicklas – Lindberg, Carl: Game Intelligence in Team Sports. *PLOS ONE*. 10(5): e0125453. 13 May 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0125453 <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0125453>

SZENVEDÉLYES MI MENNYI

Szenvedélybetegségekről jelent meg minden eddiginél részletesebb globális statisztika az *Addiction* című folyóiratban. Az ausztrál, amerikai és brit szerzők szerint a függőség – egészségügyi, közbiztonsági, bűnügyi, szociális és gazdasági kihatásai miatt – az emberiség leg súlyosabb problémái közé tartozik.

Az elemzés főbb megállapításai közt szerepel, hogy a függőséget okozó legális szerek sokkal nagyobb veszélyt jelentenek a társadalmakra, mint a tiltott drogok. A Föld felnőtt lakóinak 4,9%-a (240 millió fő) alkoholisták. Az arány férfiaknál 7,8, nőknél 1,5%. A szerzők szerint az alkohol minden 100 ezer főre számolva 257 rokkantságét okoz.

A dohányosok aránya 22,5% (férfiak között 32, nőknél 7%), ez összesen mintegy egymilliárd embert jelent. Becslések szerint jelenleg a férfiaknál az összes halálozás 11, a nőknél 6%-a dohányzás következménye.

Az egyéb szerek közül, körülbelül 3,5 százalékkal, a kannabisz-származékok a legelterjedtebbek, a többi 1% alatt van. Ezek, 100 ezer főre vetítve összesen 83 rokkantságét eredményeznek.

A területi eloszlás nem egyenletes. A kelet-európai régió az alkoholfogyasztást (évi 13,6 liter/fő) és a dohányzók arányát (30 százalék) tekintve is az élen áll.

Gowing, Linda R. – Ali, Robert L. – Allsop, Steve et al.: Global Statistics on Addictive Behaviours: 2014 Status Report. *Addiction*. Article first published online: 11 May 2015. DOI: 10.1111/add.12899 • <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/add.12899/epdf>

Gimes Júlia

Könyvszemle

Talentumok az „intelligens hálóban”

Az *Intelligens háló*... főcímmel megjelent gyűjteményes kötetnek az alcíme igazít el bennünket a tartalom vonatkozásában: *Fiatal kutatók a Kárpát-medencében*. Olyan küllhoni fiatal kutatók dolgozatainak gyűjteményéről van szó, akik első évfjártként részesültek három évig az Edutus Főiskola keretében a szlovákiai Selye János Kollégium örökébe lépett Collegium Talentum támogatásában. És így voltaképpen a kötet a Collegium Talentum (a továbbiakban: CT) bemutatkozása is. Az előszót a CT elnöke, dr. Kandikó József jegyzi, az utószót B. Varga Judit oktatási igazgató, aki a kötet szerkesztője is. Mint az *Előszóból* megtudjuk, a tanulmányok szerzői a program keretében „...anyagi és szakmai segítséget kaptak tudományos kutatásukhoz, doktori értekezésük elkészítéséhez, egyetemi oktatói-kutató pályájuk megalapozásához.” A mostani bemutatkozás 23 első évfjártú ösztöndíjas 22 tanulmányát tartalmazza, tizet a társadalomtudományok, tizenkettőt a természettudományok és élettudományok területéről. Változatos a tematika: a népi gyógyítástól a fogászatig, az anyanyelvoktatástól a Facebook oktatásbeli alkalmazásáig, az optimalizálástól a tőzszeindexek modellezéséig.

Az évenkénti húsz-harminc új ösztöndíjast a környező országok jelentkezőiből választják szigorú szelekcióval, vannak közöttük egyetemi hallgatók, de többségük már eljutott a tudományos képzés MA vagy PhD fokoza-

tára (és olyanok is vannak, akik témájukat már nemzetközi intézményi szervezettségben kutathatják). Munkájukat jeles tutorok irányítják és felügyelik, negyedévenként pedig közös foglalkozásokon is részt vesznek. Az ösztöndíjon kívül támogatást kapnak a nyelvtanuláshoz, konferenciárészvételhez, térítést a kutatási és utazási költségekhez. A program egészségnek felügyeletét és felelősségét a szintén jórészt „küllhoniakból” álló nemzetközi tanácsadó testület és igazgatótanács látja el. Ennek bizonyára kulcsmozzanata az évenkénti pályázatok elbírálása, és feltehetően az ösztöndíjasok és tutorok közös munkájának értékelése is.

Ma sem igen lehet kétségbe vonni Sylvester János 1536-ban latin minta alapján leírt grammatikai példamondatát, hogy „*Az tudós mester tudós tanítványokat térsen*”, és esetünkben ennek fordítottját sem, hogy a tudós tanítványok a tudós mestert dicsérik. Azaz ma már ennél általánosabban: a CT kedvezményezettjeinek kötetbe foglalt eredményei áttekintően azt a szakmai környezetet is minősítik, amelyben otthoni képzésük, tudományba való beavatásuk történt: az iskolákat, a műhelyeket és a mestereket; az erősségek mellett a nagy hiányokat és a gyengébb pontokat. Gaskó Noémi, Mészáros Alpár Richárd, Nagy Erika, Sándor Bulcsú, Tyukodi Botond, Kisfaludi-Bak Zsombor és Takács Petra tanulmánya a kolozsvári matematikusokat, fizikusokat, mérnök-tanárokat dicséri, a Márkus Pálé, Lovász Gáboré és Demes Sándoré az ungvári mérnök- és fizikus-képzést,

hasonló területeken a Beretka Sándoré a vajdaságit; a tudományok másik oldalán Salló Szilárd dolgozata a kolozsvári néprajzosokat, a Brutovszky Gabrielláé, a Szabó Rékáé, a Számel Petráé, a pozsonyi és a nyitrai, míg a Vavrincsik Regináé az ungvári bölcsészeket.

A pályájuk elején álló szerzők többet is eláruhathattak volna magukról, eddigi pályájukról, mint amit a kötet végén olvashatunk. Írásaik sem egységesek ebből a szempontból: többen fontosnak tartották (mint ahogy el is várható), hogy itt közölt dolgozatukat pontosan beágyazzák mind átfogóbb munkájuk, szakmai pályájuk menetébe, mind annak általánosabb diszciplináris kontextusába, néhányan azonban erre nem fordítottak kellő figyelmet. Legtöbben jól érzékelik még az elméleti és alapkutatási témáknál is – és ez nagyon jó jel – a várható gyakorlati felhasználás, hasznosulás fontosságát, az ezzel kapcsolatos közösségi elvárást, némelyikük az egészen konkrét alkalmazás lehetőségeit is megjelöli (például: Beretka Sándor, Bilász Boglárka, Brutovszky Gabriella, Námesztovki Zsolt, Vickó Krisztina). Ebben az ő nemzedékük számára érthetően nagyon sokat jelentenek az informatikai eszközök, alkalmazások (az oktatásban is).

Nem kétséges, hogy a Collegium Talentumnak fontos szerepe lehet a határon túli magyar tudományosság két nagy gondjának enyhítésében. Az egyik az 1990 előtti három-négy évtizedben kialakult nemzedéki hiány. Az elmúlt két és fél évtizedben felnőtt és megfelelő pozíciókba is került egy új oktató- és kutatónemzedék. Most a CT ösztöndíjsai ennek a folytonosságát, természetes rendjét biztosíthatják, pótolhatják a még meglévő jelentős hiányokat. És mint a kötet alapján tapasztalható, máris ezt teszik. A másik, ennél nehezebben enyhíthető gond a korábbi elsi-

geteltséggel, az államhiányos állapotból eredő szabályozatlansággal és a szubkritikus kutatói létszámmal, intézményhiánnyal összefüggő belterjesség, amely nem tiszteli kellőképpen a szakmai illetőséget, kompetenciát, és amely a folyamatos dialógus és kritika hiányában nem képes kialakítani az értékek valódi rendjét. Ez a fiatalok beilleszkedését is megnehezíti. Ennek ellenében működik a CT „hálója”, amely jelentős előrelépés a közös Kárpát-medencei képzési és kutatási térség alakításában. Ez az a határtalanítás, amelyre támogatáspolitikájával, kapcsolatrendszerével, presztízsével az Akadémia is törekszik.

A közös térség vagy a háló azonban önmagában nem szünteti meg a belterjességet. Kellő figyelem hiányában a rendszer maga is belterjes lehet (noha a hallgatók többsége már megtapasztalhatta a kiterjedt szakmai kapcsolatokkal velejárányitottságot), sőt a magyar-magyar kapcsolatokra is kiterjedhet. Nagyon fontos, és el is várható az egyes fiatal kutatók helyzetének megértése, ez azonban a tisztán szakmai kapcsolatokban nem jelenthet folyamatos elnőző viszonyulást. Ennek jeleit és veszélyeit erdélyi szerepeimben magam is tapasztalhattam. A tehetséggondozásnak az is fontos része, hogy az abban részt vevők szokjanak hozzá a nyitottsághoz, az eltérő vélemények ütköztetéséhez, a kritikához és a kritikus vélemények elfogadásához. Ebben a vonatkozásban gondolni lehetne például arra, hogy a bizonyára sorra kerülő további köteteket ne föltétlenül csak a tutorok lektorálják.

Nagyon fontos szerepe lehet a CT hálójának a külső régiókban továbbra is tapasztalható szaknyelvi hiányok és „szétfejlődések” megszüntetésében, a magyar szaknyelvek határtalanításában, egységesítésében. A kötet tanulmányaiból és a szerzőkre vonatkozó információkból csak következtetni lehet a na-

gyon változatos nyelvi életutakra. Azon kívül, hogy a CT kiemelten támogatja és elvárja az idegennyelv-tanulást, egyáltalán nem érdektelen, hogy ki milyen nyelvben szocializálódott, milyen nyelven végezte tanulmányait alsóbb és felsőbb szinten, most milyen nyelvi környezetekben dolgozik, milyen nyelven kell(ett) megírnia doktori dolgozatát. Mindez azért is fontos, mert ennek a nemzedéknek is feladata és felelőssége van a magyar szaknyelvek megőrzésében, gondozásában.

A kötetnek és a várható folytatásnak, általában a magyar nyelvű publikálásnak ilyen szerepe is van. B. Varga Judit az *Utószóban* kissé mentegetőzve írja: „Az érthetőség és az olvashatóság érdekében elvégzett stilisztikai változtatások természetesen a szerzők mondanivalóját és az általuk közölni kívánt lényegi információkat nem érinthették.” Ez csak finom jelzése annak, ami természetes és szükséges része a tudományos képzésnek. A szakmai tudás, az elért eredmények bemutatását ugyanis korlátozza a megfelelő nyelvi, szaknyelvi kompetencia hiánya. A kellő kompetencia írásban adekvát szövegalkotást, fogalmazást, helyes írás jelent, szóbeli előadásban retorikai ismereteket feltételez. Mindezeket pedig kétféleképpen lehet fejleszteni: folyamatos gyakorlással és javítással. Ennek van egy, az értekező szöveggel kapcsolatos stilisztikai vetülete, egy olyan elvárás, hogy a szöveg legyen maximálisan explicit (pontosan érthető) és minimálisan redundáns,

és feleljen meg stílusban is az illető magyar szaknyelv gyakorlatának. A tanulmányok jórészt megfelelnek ezeknek az igényeknek, némelyek egészen kiválóak, professzionálisak. De vannak esszéisztikusabbak, és vannak szövegükben kevésbé koherensek, töredezetebbek. Vannak szerzők, akiknek magyar nyelvű tudományos képzéshez is szerencsájuk volt, a magyar terminológiát is jól ismerik, némelyiküknek azonban ebben is vannak nehézségei. Ebből a megfontolásból véleményem szerint a magyar nyelvű publikálásra készülő dolgozatokat szaknyelvi szempontból is lektoráltatni kellene (a kölcsönös lektorálást egyébként évek óta más területeken is szorgalmazzuk, nem sok eredménnyel).

A Collegium Talentum programja határozott válasz arra a külhoni közösségeket foglalkoztató hamis dilemmára, hogy mi a követendő egy fiatal számára: az önmegvalósítás vagy a közösségszolgálat? A dilemmát többnyire az előbbi ellenében szokás hangoztatni. Nyilvánvaló azonban, hogy közösségét is csak az szolgálhatja igazán, aki képességeiben megvalósítja, kiteljesíti önmagát. Egyébként közösségi jelenléte csak a statisztikai jelenlétre szűkülhet. Pedig közösségeinknek nem erre van szükségük. (B. Varga Judit szerkesztő: *Intelligens háló... Fiatal kutatók a Kárpát-medencében. Tatabánya: Edutus Könyvkiadó, 2014, 264 p.*)

Péntek János

az MTA külső tagja, professor emeritus, Kolozsvár

Változatok az emlékezésre

Az előttünk fekvő két kötet – minden később tárgyalandó különbsége ellenére – mély kapcsolatban áll egymással. Mindkettő eredeti dokumentumokat is közlő tanulmánygyűjtemény, mindkettő a magyar filozófiai múlt

jeles alakjával foglalkozik, mindkettő a jelen valamilyen érdekétől vezérelve fordul a maga választotta alak felé.

Együttes méltatásukba kezdve, induljunk el a két utóbbi felől. Hogy tanulmánygyűjtemény a magyar filozófiai múlt valamely jeles alakját válassza tárgyául, viszonyaink

között korántsem magától értetődő: éppen a hazai filozófia története iránt az utóbbi időben öröndetesen megélnkült érdeklődésnek köszönhető. Azt viszont, hogy a vállalkozások a jelen érdekétől vezérelve fordulnak választott alakjaik felé, azt bizonyítja: a kötet szerkesztők a hazai filozófia története iránt megélnkült általános érdeklődés mellett mindkét esetben fölsimerték ilyen külön érdeket is. Ez az érdek, úgy tűnik föl, a Pauler Ákos filozófiájának szentelt kötet esetében egyetemesebb, a Tankó Béla alakját megidéző kötet esetében partikulárisabb: az előbbi a magyar filozófiai hagyomány kiemelkedő, a mai bölcséleti szcéná befolyásolására is méltó szereplőjeként tekint a saját hőisére, az utóbbi ellenben a helyi-debreceni filozófusképzés hagyományának megteremtőjeként, rokonszenves tudóstanárként ábrázolja a magaválasztotta alakját. A két vállalkozás, *mutatis mutandis*, a történetírás két nietzschei típusának jegyében keletkezett – a múltnak egyfelől a monumentális, másfelől az antikvárius szemléletét fedezhetjük föl bennük.

A két alak, bevezetésképp el kell mesélnünk, valóban tökéletesen megfelel a kötetekben rájuk osztott szerepeknek. Pauler Ákost és Tankó Bélát ugyan valóban összekapcsolja, hogy mindketten a magyar bölcsélet múltjának jeles és számontartásra érdemes szereplői, mind kanonikus rangjuk, mind a rájuk irányuló figyelem szempontjából azonban gyökeresen eltérő a helyzetük. Pauler Ákos (1876–1933) a magyar filozófia egyetemes történetének egyik legjelentősebb személyisége. Izgalmas gondolati fejlődésutat bejáró gondolkodó, aki metafizikai velleitásokat eláruló kezdetek után a pozitivizmustól az kantianizmuson és az újidealizmus különféle irányzatain keresztül a logikai platonizmusig jut el, hogy azután a teista metafizikához ér-

kezzék meg. Kivételesen következetes rendszerépítő, aki szisztematikus főművével a magyar filozófiai irodalom leghibátlanabb alkotásainak egyikét alkotja meg. A maga korának meghatározó intézményes pozícióit birtokló bölcselője: a két háború közötti korszak első felének hazai filozófiája az ő nyomán akár „Pauler-korszaknak” is minősíthető. Tankó Béla (1876–1946) a hazai protestáns bölcsélet jelese. A magyar filozófiai hagyomány első rendszeralkotójaként ismert Böhm Károly tanítványaként indul, a két háború közötti korszak protestáns filozófus-teológusnemzedékének fontos alakjait tömörítő Kolozsvári Iskola tiszteletre méltó tagjaként tartjuk számon. Noha a korszak ritka szerzőjeként az angolszász bölcsélettel is intenzív kapcsolatba kerül – tanulmányai során az Edinburgh-i Egyetemen is hallgat néhány szemeszt –, nem kívánja betölteni a korabeli bölcséleti horizont kitágítójának szerepét. Konzervatív gondolkodóként század eleji, ortodox kantianus szemléletét töretlenül megőrzi a két háború között is, a szemlélet előfeltevéseit nem hajlandó problematizálni az új irányok kihívása nyomán sem. Egyfelől.

Másfelől: az egymástól eltérő kanonikus rangot viszonylag pontosan tükrözi az eltérő figyelem is, amellyel az újabb kutatások a két gondolkodó felé fordulnak. A korábban évtizedekig elhallgatott és méltatlan támadásoknak kitett Pauler megalapította a maga avatott kutatóját: a pécsi professzor, Somos Róbert életrajzi keretbe ágyazott, hőisének gondolkodását az „osztrák filozófia” hagyományában elhelyező műelemző nagymonográfiája (*Pauler Ákos élete és filozófiája*, 1999) az új keletű kutatások kiemelkedő darabjának számít. Tőle eltérően Tankó nem részesült sajátos figyelemben és nem lett önálló kutá-

tások tárgya: a vele foglalkozó, szórványos közlemények kizárólag Böhm-tanítványként, a mondott protestáns csoportosulás tagjaként emlékeznek meg az alakjáról.

A Pauler-kötet alapját egy, két évvel korábbi konferencia előadásai képezik. A nagyalakú, keménytáblás, színes fotókkal illusztrált, elegáns kötetet az Akadémia Filozófiai Intézete adta ki. A gesztusban lehetetlen nem észrevennünk a tudománypolitikai igazodás megnyilvánulását. A néhány éve a kormányzati körök kíméletlen ideológiai-politikai támadását elszenvedett filozófusszakma meghatározó tudományos intézménye most jónak látja, hogy egyrészt saját, „nemzeti” filozófiai hagyomány megidézésére vállalkozzon, másrészt – és különösen – ennek a „nemzeti” hagyománynak az uralkodó ideológiával tökéletesen kompatibilis – elkötelezetten idealista, mélyen keresztény, az ellenforradalmi rendszer eszmei megalapozásában is fontos szerepet játszó – alakját mutassa föl. A kötet egész fölépítése a vallásos konzervatív Pauler megidézésére fut ki: Pauler nemzeti könyvtárban őrzött, kéziratos óriásnaplójának lenyűgöző, több ezer oldalas anyagából kizárólag a filozófus „fóhászait” választja ki – Pauler az adott évet lezáró, az isteni kegyelemnek hálát adó bejegyzéseit közli. A maga meghatározta feladatot a kötet következetesen teljesíti. A túlnyomórészt színvonalas tanulmányok megbízhatóan számolnak be Pauler rendszerének alapjairól és egyes ágazatairól, abszolútumfogalmáról és kortársi gondolkodókhoz fűző kapcsolódásairól. Néhány kiemelkedő tanulmány mellett – mint amilyen elsősorban Somos Róbert dolgozata a pauleri ideológiafogalomról vagy Kormos József esszéje Pauler Arisztotelész-képéről – csak néhány, alacsonyabb regiszterbe süllyedő kontribúció zavarja az összképet, mint ami-

lyen, mondjuk, az ígéhirdetésbe tévedő Zimányi Ágnesé, a publicisztikai közhelyekkel operáló Kis Attiláé, vagy, ez a legszomorúbb, a frusztrált ideologikus gyűlölködésnek hangot adó Hoppál Bulcsúé. A *Pauler kortársai* főcímmel közölt, Szűcs Olga jegyezte Bergyajev-portré szövegében pedig a magyar filozófusnak még csak a neve sem fordul elő. A XIX. század utolsó negyedében és a XX. század első harmadában működő Paulernek, igaz, éppen-séggel számos kortársa akadt. Vajon miért pont szegény Bergyajev szerepel itt közülük? Ez, sajnos, a kötet szerkesztés valódi rejtélye marad.

A Tankó-kötet a Debreceni Egyetem „tudós professzorainak” emléket állító kötet-sorozat darabja. Ahogy a másik esetben láttuk, a kötet szerkesztők – ezt a kötetet két szerkesztő is jegyzi – itt is határozott koncepciót érvényesítenek. A szándék nyilvánvalóan a filozófusképzés helyi hagyományainak fölmutatása. A kommunizmus időszakában általában is aggályos színvonalú filozófiaoktatás, tudvalévően, épp a Debreceni Egyetemen számított különösen elszomorítósnak: a város protestáns örökségének közvetlen támadásra építő, vulgáris „valláskritika” állt a középpontjában. A filozófusképzés 1989–1990 utáni újjáindítása nyomán, a „Vajda-iskola” létrejöttének köszönhetően, az egyetem ismét jelentős filozófiai műhellyé vált. A kötet nyilvánvaló törekvése, hogy ez a műhely fölvillantassa az egyetemi filozófia háború előtti hagyományait. Amely hagyományok középpontjában, egyértelműen, Tankó áll: az egyetem megalakulásától kezdve évtizedeken keresztül, az egész két háború közötti korszakon átívelve, a bölcsélet nagyhatású professzora, a húszas években a kar dékánja, a harmincas években az egyetem rektora. Mint-hogy tőle, az ő tanulmányaiból semmi sem

olvasható új kiadásban, itt az értelmezés mellett nyilvánvalóan nagyobb szerephez kell jusson a közvetlen szerzői megszólalás. A kötet így tanulmányok és dokumentumok mellett Tankó-szövegeket is hoz: a filozófia problémájának és a szabadság fogalmának szentelt tanulmányát, illetve a dékáni és a rektori megnyitó beszédét. Az egyébként kiegyensúlyozott színvonalú – a szerkesztők egyikétől, Valastyán Tamástól pedig kiemelkedő kontribúciót is közlő – válogatáshoz két megjegyzés fűzhető. Az „autonóm filozofálást” emlegető kötetcím érthető, de némiképp megtévesztő: a tanulmányok elvégre olyan szerzőről beszélnek, akinek munkásságát meghatározó erővel befolyásolja a református felekezeti indítás, és akinek sajátképpen bölcséleti fejtegetéseiben is összefonódik egymással a filozófiai és a vallási érvelés – aki tehát a filozófiát éppen nem tekinti teljesen autonóm kultúrterületnek. A kötet végén szereplő „válogatott bibliográfia” pedig maga a megtestesült katasztrófa: zavarosan keveredik benne a Tankó-bibliográfia a Tankó-értelmezések bibliográfiájával, az utóbbi körben ötletszerűen változtatva a műcímekre és a szerzői nevekre épülő felsorolást. Készítője – ki lehetett? – nem hogy nem próbálkozott korábban hasonló összeállítással: a jelek szerint mintha még nem is igen találkozott volna effélével.

A két könyvről végül hadd szóljunk ismét együtt. A maga dokumentumválogatása kö-

rében mindkét kötet hoz leveleket is. A Pauler-kötet Böhm Károly Paulerhez intézett leveleiből közöl válogatást: az idő professzor a filozófiai társaság fiatal főtítkárához írott leveleiben a társaság folyóiratában megjeleníteni szándékozott tanulmányának technikai részleteit tárgyalja, és a filozófiai közélet aktuális nézeteltéréseit vitatja. A Tankó-kötet Tankónak Keller Imréhez, a Böhm-emlék-könyv szerkesztőjéhez küldött leveleiből ad mutatót: a gondolkodó a mesteréről írandó, az emlékkönyvbe szánt tanulmányának késlekedése miatt szabadkozik bennük. A kétféle válogatásban szereplő leveleket alig néhány év választja el egymástól: a múlt század elejének irigylésre méltóan működni látszó filozófiai életébe nyújtanak rendkívül érdekes bepillantást. A két kötet főszereplőjét már így-úgy ismerő olvasó számára a két levelezés igazi szellemi csemege. Ma még csak reményünket fejezhetjük ki, hogy valamikor az efféle dokumentumok szisztematikus közléséhez is eljut majd a hazai filozófiai múlt kutatása. (Frenyó Zoltán szerkesztő: *Pauler Ákos filozófiája*. Budapest: MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont Filozófiai Intézet, 2014; Gáspár László – Valastyán Tamás szerkesztők: *Az autonóm filozofálás jegyében: Tankó Béla redivivus [A Debreceni Egyetem tudós professzorai III.] Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 2012*)

Perecz László
filozófiatörténész

A közvetítő szervezetek rögzített útján

A felsőoktatási közvetítő (köztes, puffer) szervezetek létrejötte a kontinentális Nyugat-Európában annak a gyökeres átalakulásnak a következménye, egyik legfontosabb eleme, amely a 20. század második felében zajlott le.

A gyors és jelentős hallgatói létszámmegnövekedés a felsőoktatás intézményrendszerének lényegében minden elemére hatott. Az egyik leglátványosabb mozzanat az állam szerepének megváltozása volt, az expanzió ugyanis mindenütt döntően költségvetési finanszírozással valósult meg, amivel együtt járt az állami kontroll

erősödése, az ún. *direkt irányítás* gyakorlata. Az 1970-es évek gazdasági válságai következtében a felsőoktatás állami támogatása jelentősen csökkent, ami visszavonulásra kényszerítette az államot – áttértek az ún. *indirekt irányításra*. A közvetlenül beavatkozó állam helyébe az értékelő, kommunikatív állam modellje lépett, amely a költségvetési támogatások egy részét már versenyeztetés útján osztja el, egyúttal ösztönzi a felsőoktatási intézményeket, hogy törekedjenek nem költségvetési támogatások megszerzésére, lényegében piaci jellegű pénzforrások felhasználására.

A felsőoktatási intézmények ebben a helyzetben az állam és a piac kettős szorításába kerültek. A felsőoktatásról szóló szakmai, politikai diskurzus, és a kialakuló felsőoktatás-kutatás központi kérdésévé vált az intézményi autonómia és az akadémiai szabadság kérdése. Ennek legnagyobb hatású megnyilvánulása az 1988-ban született *Magna Charta Universitatum*, amely az európai egyetemek hagyományos értékeinek, főleg az akadémiai értékek védelmére szólított fel. Egyik alapelve szerint az egyetem autonóm intézmény, ahhoz, hogy betölthesse hivatását, oktatási és kutatási tevékenységét minden politikai, gazdasági és ideológiai befolyástól függetlenül kell végeznie. Az 1990-es évek elején, egy gyakorlatiasabb szintben gondolkodva fogalmazódott meg a kollektív autonómia fogalma. Az a felismerés, hogy az egyes intézmények autonómia törekvései aligha járhatnak kellő eredménnyel, viszont az intézmények vagy az akadémiai testületek intézményesített közös fellépése elég erős képviselhet az autonómiák, az akadémiai értékek megőrzéséhez.

Ebben a társadalmi környezetben jöttek létre, erősödtek meg, kaptak törvényekben garantált státust a közvetítő szervezetek. Ilyenek elsősorban a rektori konferenciák, a

különböző oktatási és kutatási alapokat kezelő, a tudományos világot képviselő testületek. (Hasonló szervezetek már korábban megjelentek az Egyesült Államokban és Nagy-Britanniában, természetesen ettől sok szempontból eltérő szerepben, mivel ott más modell szerint épült ki a felsőoktatás). A köztes szervezetek megkönnyítik a kormányzatok számára a felsőoktatás ügyeinek kezelését, a törvényalkotást, magát az indirekt irányítást. Egyfelől „lefordítják” a felsőoktatási intézmények szándékait a kormányzatnak és az érintetteknek, érdekelteknek, másfelől eljuttatják a kormányzati, társadalmi igényeket a felsőoktatási intézményekhez, és a közvetítő tevékenység eredményeként született döntéseket tartalmilag elfogadtatják az intézményekkel, az akadémiai közösséggel. A felsőoktatás-kutatók kísérletet tettek a köztes szervezetek tipizálására, hierarchiába sorolására (a közvetlen forrásallokációtól a tanácsadason át a koordinációig) aszerint, hogy feladatukban a kormányzathoz, vagy inkább a felsőoktatási intézményekhez, illetve az akadémiai közösség tagjaihoz állnak közelebb.

1989 és 1992 között törvényalkotási hullám vonult végig a fejlett országok legtöbbszörében. Ezek a törvények rögzítették az indirekt irányításnak megfelelő működési rendet, létrehozták a közvetítő szervezeteket (vagy megerősítették a már meglévőket). Ezek sok közös elemet tartalmaznak, de országonként vannak eltérések, az eredeti felsőoktatási modell és a hagyományok szerint.

Közép- és Kelet-Európában az expanzió mintegy harminc évvel később, más történelmi-társadalmi környezetben indult el a fejlett nyugati országokhoz képest. Ennek következtében a felsőoktatás szereplői itt rövidebb „futamidőt” tudhatnak maguk mögött a tömegessé válás, az intézményrendszer ahhoz

igazítása tekintetében. Ebben a régióban a felsőoktatási expanzió megindulása egybeesett a súlyos gazdasági (tranzíciós) válsággal. A kormányzatok ereje ettől függetlenül is (politikai okokból) meggyöngyült, a társadalom egésze és a felsőoktatás is örömmel fogadta a korábbi erős állami kontroll megszűnését. Egyszerre kellett két lépést megtenni. Egyrészt visszaadni, megadni a tudomány, a felsőoktatás, a felsőoktatási intézmények autonómiáját, másrészt a fejlett nyugati országok mintáját követve átstrukturálni, tartalmi szempontból korszerűsíteni a felsőoktatási rendszert, megtalálni az állami kontroll adekvát, korszerű megoldását.

Az európai integrációs folyamat során megindult, illetve felgyorsult a nemzetközi felsőoktatási (kutatási és oktatási) együttműködések intézményesülése. Az 1999-ben megindított nagyszabású reformban, a Bologna-folyamatban kulcsszerepet játszottak, játszanak azok a szervezetek, amelyek a résztvevő országokban működő közvetítő szervezetek EFT-szintű (Európai Felsőoktatási Téréség) szövetségeiként jöttek létre. A közvetítés egy újabb, nemzetek feletti szintjét képviselték, képviselik, amennyiben a felülről-lefelé építkező reformban, majd a már kialakult EFT-ben az EFT-szint és a nemzeti felsőoktatási szint között közvetítenek. Az általuk megjelenített szakértői, akadémiai elem ellensúlyozta, ellensúlyozza a reform alapvetően kormányzati jellegét. Ennek megnyilvánulása az a közvetítő szerep is, amelyet az EFT és az EU (konkrétabban az Európai Bizottság) között betöltenek.

Magyarországon a közvetítő szervezetek – a szomszédos országokhoz hasonlóan – az 1990-es társadalmi, politikai fordulat kapcsán jöttek létre, követve a fejlett nyugati országokban már megtapasztalt mintákat. Ennek a

folyamatnak és a közvetítő szervezetek mintegy huszonöt éves működésének kulcsszereplője, kivételesen nagy rálátással és tapasztalattal rendelkező tanúja Bazsa György professzor. Nemcsak tagja volt a legfontosabb szervezeteknek, hanem alapítója, hosszabb ideig vezetője is. Kötetének címe metszetekre utal, ami találó megfogalmazás, hiszen nehéz lenne pontosan meghatározni a műfaját. Hivatalos dokumentumok, előadásszövegek, személyes hangú visszaemlékezések egyaránt találhatók benne. A „metszetek” a Magyar Rektori Konferenciáról, a Felsőoktatási és Tudományos Tanácsról, a Magyar Felsőoktatási Akkreditációs Bizottságról (MAB) és az Országos Doktori (és Habilitációs) Tanácsról szólnak, egy-egy döntő pillanatot mutatnak be, vagy beszámolnak egy hosszabb periódusról. Ennek következtében azok számára is ad új szempontokat, ismereteket, akik a felsőoktatás szereplőiként szintén átértékelték a vizsgált korszakot, és el tudják helyezni világképükben a hivatkozott történeteket, visszatekintéseket, a szerzőszerkesztő vélekedését. Az életszerű, egyben szakszerű visszaemlékezésekből sokat tanulhatnak a ma döntéshozói, a munka folytatói.

Bazsa György a legnagyobb teret a MAB-nak, a minden bizonnyal legfontosabb közvetítő szervezetnek szenteli. Több mint két évtizedes működése során hatalmas munkát végzett ez a szervezet, a megalakítástól a szerep megfogalmazásáig, a Bologna-reform bevezetésétől a doktori képzési rendszer kialakításáig, az európai minőségbiztosítási sztenderdek meghonosításától a belső és a külső minőségbiztosítás rendszerének korszerűsítéséig. Intenzív együttműködést folytatott és folytat a nemzetközi közvetítő szervezetekkel, elsősorban az Európai Minőségbiztosítási Szervezetek Szövetségével, amelyben vezető pozíciókat töltöttek – töltönek be a MAB vezetői,

munkatársai. A 2011-es felsőoktatási törvény több tekintetben új helyzetet teremtett a MAB hatáskörét, feladatait és működési feltételeit illetően, aminek nemzetközi vonatkozása is van. Kötetében Bazsa György nagy hangsúlyt helyez ennek a helyzetnek a tudatosítására, annak szorgalmazására, hogy a MAB

Pszicholingvisztika I–2.

A Pléh Csaba és Lukács Ágnes szerkesztette új *Pszicholingvisztika* kézikönyvvel tekintélyes volumenű, két vastag kötetnyi tanulmányt kap kézhez az olvasó. Egyes fejezetek kiemelése, illetve ismertetése helyett a könyv terjedelmére való tekintettel inkább összképet szeretnék nyújtani a munka egészéről. A könyv formátuma jól tükrözi tartalmát: nagyszabású gyűjteményről van szó. De vajon mi a valódi jelentősége egy efféle tanulmánykötetnek az internet korában? Egyáltalán: az információs társadalomban lehet-e efféle szerkesztett kötetekkel megragadni a lényegét?

Mintha csupán egy évtizede léptünk volna be egy új korszakba, a digitális korba, mégis úgy tűnik, mintha mindig is így éltünk volna. A technológiai és digitális forradalomban egyúttal maga az információ is átalakult. Egyrészt csöndben véget ért a soha véget nem érő kocsmai viták jelentős része (többek között az okostelefonokon állandóan elérhető *Wikipédia* miatt); másrészt az állandóan, nagy mennyiségben elérhető információ az információ inflációjához vezetett. Hiába érhető el *on-line* az emberiség tudásának legnagyobb része, ha idő és energia hiányában jó részéről kénytelenek vagyunk lemondani, miközben könnyen hozzáférhetővé vált sok tévedés, félreértés és torzítás is. A tudomány dzsungelében a helyzet sok szempontból hasonlóan kaotikus. Egyrészt, óriási áttörés, hogy több

visszatérhessen a korábban nemzetközi elismerést kivívott státuszához, működési rendjéhez. (Bazsa György: *Metszetek felsőoktatásunk közelmúltjából*. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 2014)

Hrubos Ildikó
professor emerita

százezer tudományos cikk vált rendkívül könnyen kereshetővé. Másrészt, paradox módon, a hatalmas mennyiségű információ egyúttal olykor akadállyá válhat: megfelelő szűrés és súlyozás, bizonyos alapvető szempontok nélkül könnyen eshet az ember a tudás illúziójába. A publikációs kényszer, a kiadók anyagi érdeke, és az impaktfaktor mindenképp a helyezése miatt számos nem éppen teljes értékű munka lát napvilágot – amin a nyílt hozzáférésű (open access) szaklapok egyelőre nem éppen javítani látszanak.

Vajon mennyit ér a tengernyi tanulmány és cikk, ha megbízhatóságukat (reliabilitásukat) és érvényességüket (validitásukat) nem áll módunkban felmérni? E tágabb kontextusban a szakmai összefoglaló új szerepet kap, és új módon értékelődik fel a (dez)információs társadalomban: immár nem „csupán” a legfrissebb tudásanyag átadásának fóruma, hanem a rendelkezésre álló információ tömeg valódi tudássá szublimált, lényegi szubsztanciája. Az infláló információ korszakában számos helyen próbálkoznak a tudás valamilyen strukturált konszolidációjával és átadásával. Az MIT például számtalan egyetemi tananyagot tett korlátlanul elérhetővé. A TED nyilvános népszerűsítő előadásain az információ megbízhatóságát kiemelkedő szakértelműek biztosítják. A *Pszicholingvisztika* kézikönyv megbízható forrásaival, kiemelkedő színvonalával és összefoglaló jellegével ugyanebbe az áramlatba kapcsolódik be.

Pléh és Lukács *Pszicholingvisztika* kézikönyve a fenti klasszikus kérdésre klasszikus választ ad: a szakma élvonalába tartozó szakértők munkáit gyűjtötték egy kötetbe (a teljesség igénye nélkül: Babarczy Anna, Bánréti Zoltán, Csépe Valéria, Gervain Judit, Győri Miklós, Kovács Ágnes, Kutas Márta, Lukács Ágnes, Pléh Csaba). A tanulmányok nagy része nemcsak friss adatokkal szolgál, de átfogó alapismereteket is nyújt egy-egy tudásterületről (mint amilyen például *A nyelv evolúciója* vagy *Az afázia* fejezetek), s e tekintetben egyedülálló Pléh Csaba *A pszicholingvisztika története* című fejezete, amely önálló monográfiaként is megállná a helyét, és amelyhez hasonló történeti áttekintés korábban nem született, ahogy a módszertani fejezet is hiánypótló jellegű. A két kötet elején található részletes tartalomjegyzék jó képet ad az egyes fejezetek főbb témáiról és megközelítéséről, ami alapján viszonylag jól felmérhető tartalmuk és relevanciájuk. A könyv nagyobb tematikus egységei, mint a *Nyelvsajátítás* vagy *A nyelv pszichológiája atipikus helyzetekben* fejezetei önálló tanulmánykötetként is megállnák a helyüket – tulajdonképpen több kötetről van tehát szó, mint első ránézésre tűnhet. A kézikönyv révén átfogó képet kaphatunk továbbá a nyelvi megértés és produkció, a nyelv és gondolkodás viszonyáról, valamint a nyelv biológiai alapjairól is.

A könyv további erénye, hogy magyar tárgynyelvű, vagyis a példák valódi magyar anyagokból származnak, a számítógépes nyelvészettől és nyelvtechnológiától kezdve a nyelvsajátítás magyarra jellemző mintázatain keresztül, a nyelvi zavarok a magyar nyelv struktúrájából fakadó jellegzetességeiig. Ezáltal a magyarországi kutatási irányokról, vizsgálati módszerekről, kísérleti megközelítésekről és tudományos szemléletmódokról is átfogó

képet kaphat az olvasó. Nem sok nyelvi közösség dicsekedhet ilyen kaliberű saját nyelvű (és tárgynyelvű) kézikönyvvel, amely révén anyanyelvén nyerhet betekintést a pszicholingvisztika különféle ágaiba.

Megemlíteném, hogy a tanulmányok friss eredményeket és friss szempontokat vonultatnak fel, mégsem *túl* frisseket. Ma már megszámlálhatatlanul sok tudományos eredmény kapcsán találhatunk azt megerősítő, illetve cáfoló cikkeket egyaránt. Mégis, a jó ideje konszolidálódott, többszörösen megerősített eredményeket nem lehet egy-egy újabb vizsgálattal lesöpörni az asztalról. A *Pszicholingvisztika* kötet tehát sok mindent segíthet felmérni: melyek a fő csapásirányok, és melyek a mellékösvenyek, mely kérdések régiek, melyek újak, és főként, hogy mely kérdések vannak nyitva, és várnak újabb válaszokra kutatók újabb generációitól.

Ez a fajta terjedelmes tömörség különösen sokoldalúvá teszi a Pléh–Lukács szerkesztette kötetet. Egyszerre alkalmas ismeretterjesztésre, hiszen számtalan izgalmas témát tárgyalnak a fejezetek, mintegy kifizítve azt a mentális teret, amelyet „pszicholingvisztikának” nevezhetünk. A könyv pusztán kíváncsiságból is olvasható, nem kizárólag szakmai érdeklődésből: forgathatják gimnazistáktól kezdve tudósokon keresztül számos szakma képviselői, akik bármilyen okból kifolyólag a nyelvhasználat és gondolkodás kapcsolata iránt érdeklődnek. Csupán illusztrációként: a nyelvfeldolgozás, a nyelvfejlődés, a fogalmi rendszer, a nyelvi működés és az emlékezeti rendszerek kapcsolata, vagy a különféle nyelvi zavarok mind olyan, nagy témák, amelyek a nyelvi működés pszichológiai vonatkozásaait a kogníció tágabb kontextusában tárgyalják. A könyv ezzel együtt a szerkesztők – és szerzők – eredeti szándékának megfelelően egyetemi

tankönyvnek is ideális, és ebben a minőségében (is) hiánypótló jellegű. Egy szakmailag ennyire erős gyűjtemény rendkívül megkönnyíti színvonalas kurzusok összeállítását, és nagyszerű lehetőséget biztosít, hogy minél több képzés vegye föl tantárgyai közé a pszicholingvisztikát, de bizonyos fejezetek jól kiegészíthetnek távolabbi témaköröket is.

A két kötet tehát jelentős, strukturált, a lényegre kiemelő áttekintését adja a pszicholingvisztika fő témáinak, aktuális, megbízható és érvényes eredményeinek, és egyúttal a Magyarországon folyó kutatások mai állásának. Egy olyan átfogó rendszertant hoz létre, amely nem hiányozhat senki könyvespolcáról,

Marx lábnymai

Hazánk mai, erősen széttagolt és súlyos zavarokkal küzdő eszméiállapota közepette bátorságszámba megy Karl Marxról monográfiát írni. Marx neve szitokszó lett, akin felszínesen gondolkodó politikusok köszörülnek a nyelvüket, szobrait rég kitessekkelték köztereinkről, szalonképtelennek minősítették már a Budapesti Corvinus Egyetem aulájában is.

Valójában Marx alakja iránt a boldogabb nyugati országokban mind a tudomány, mind a politika részéről mindmáig megmaradt az illő és méltányos tisztelet. Jól mutatja ezt Walter Scheel német államelnök egyik 1978. évi fontos nyilatkozata. Scheel a düsseldorfi Filozófiai Világkongresszus megnyitáskor mondta: „*Azt hiszem nem beszélhetnék itt most Önök előtt a szabad és szociális jogállam elnökeként, ha nem éltek és gondolkodtak volna sok évvel ezelőtt olyan emberek, mint Montesquieu és Karl Marx.*” Ehhez még azt is hozzátette: „*Marx sok olyan fontos gondolat atyjának is tekintendő, melyek nélkül aligha lenne megérthető például országunknak, az NSZK-*

aki szakmája, munkája vagy pusztán kíváncsisága folytán érdeklődik a nyelvi funkciók nem kizárólag nyelvészeti jellegű természete iránt. A nyelvvel, a nyelvészettel, a beszéddel vagy az írott szöveggel professzionális szinten foglalkozó szakmabelieknek azonban nélkülözhetetlen műről van szó. Remélhetőleg sokaknak szolgál majd világítótoronyként a viharos sebességgel duzzadó tudományos eredmények tengerén. (Pléh Csaba – Lukács Ágnes szerkesztők: *Pszicholingvisztika 1–2. Magyar pszicholingvisztikai kézikönyv. Budapest: Akadémiai Kiadó, 2014*)

Forgács Bálint
CEU

nak a valósága a gazdaságot, a társadalmat, a tudományt illetően. – Miért is engedjük át ezt az okos németet a marxistáknak?”

A mű egészét tekintve kirajzolódik Kiss Endre nyilvánvaló szándéka: kiszabadítani Marxot a filozófiában és ideológiákban eddig uralkodó szemléletek rabságából, s ezek részletes és árnyalt bírálatával hozzásegíteni a fiatal nemzedéket ahhoz, hogyan is kell foglalkozni Marxszal, a tudóssal és gondolkodóval.

De van egy másik célja is: felértékelni a Marx utáni periódus marxizmusának legnagyobb alakjait, olyan önálló filozófusokra hívni fel a figyelmet, akikhez mint szuverén gondolkodókhoz érdemes közeledni.

Kiss Endre Marx életművéből a filozófiát értelmezi és e filozófiai életmű alapvető stációinak feldolgozása képezi a könyv mintegy harmadrészét. A kötet nagyobbik része a Marx utáni marxizmust dolgozza fel, amikor is roppant széles tablő felvázolására vállalkozik. Ehhez a rendelkezésre álló mintegy 173 oldal aligha bizonyul elegendőnek, hiszen a II. Internacionálé korától a posztmodernig újabb és újabb fejlődési hullámok rajzát kell adnia.

Így azután roppant tömör kiegészítésekre kényszerül, és sok fontos mondanivalót is apróbetűs oldalakba zár be az olvasó számára.

A szerző tudatában van annak, hogy Marx a filozófiában nem alkotott kifejezetten rendszert, mint írja, fragmentumokból áll össze gondolatvilága, mindamellett úgy véli, hogy hatalmas a filozófiai teljesítménye. Ebből a koncepcióból épül fel Kiss Endre műve, amely Marx filozófiai gondolatait igyekszik nyomon követni, nem pedig a Marxot korának nagy tudósai közé emelő közgazdász életművet.

Valószínűnek látom, hogy a szerző a XX. század nagy modernizációs törekvéseinek aspektusából, mintegy visszatekintve interpretálta Marxot: e törekvések tévutaknak bizonyultak, és tragédiákba is torkolltak.

A marxizmus hibrid jellegéről és Marx hat filozófiájáról beszél monográfiájában a szerző, ami az eddigi irodalomból kiolvasható.

A szerző külön fejezetet szentel „a fiatal Marx és az elidegenülés” témájának, ugyanis ez az életrajzi szakasz az, amelyben a humanista lázadó átmegy az osztályharc és proletárdiktatúra Marxába, és marxi Marxszá változik, avagy ennek a szakasznak a végéig marad meg igazi Marxnak. Ez elől a kérdés elől aligha lehet elmenekülni, hiszen a 60-as évek európai mozgalmi (diákmozgalmi) éppen ehhez az állásponthoz közelítettek. Ezért látom hiánynak, hogy nem szerepelteti és elemzi a *Gazdasági-filozófiai kéziratokat* ebben a fejezetben. Újszerű és történetileg pontos azonban ennek a fejezetnek a gondolatvilága, amennyiben Marx történetfelfogását jogosan veti egybe az öröklött kész polgári történetfilozófiákkal. A nagy megoldásra váró kérdés ugyanis, amivel már a felvilágosodás legjobbjai vívódtak, a történelmi törvények feltárása volt, amit vagy elodáztak (Kant), vagy amire meddő kísérleteket tettek (Herder és követői). Reális

a szerzői megállapítás, hogy Marx az 50-es évekre már búcsút mond a filozófiának, és a politikai filozófia művelőjévé válik. A marxi filozófiát különös figyelem illeti meg a *hatalom* kérdésének felfogásában – jöllehet az utóbbival más kortársai is foglalkoztak –, mert a problematikát több irányba is kiélezte.

A bonapartizmus-elemzés politikai filozófiája az, amelyben a marxi vonal nagy eltérést mutat a megszokottól. A bonapartizmus-elemzések fő jelentőségét Kiss abban látja, hogy ebben Marxnak briliáns, szuggesztív gondolatmenetei vannak, ezek teszik klasszikussá, és nem a sztálini korszak politikai rendszerére vonatkozó áthallásai.

A bonapartizmus jelentősége: enélkül nincs modern társadalom – ezt Marx a társadalmi csoportok – újszerű – mozgásának aprólékos leírásával ábrázolja. Mindezek alapján a *Brumaire* jelentőségét nehéz lenne túlbecsülni: harmadik kiadását Engels azzal indokolta, hogy Marx ebben megmutatta, hogyan működnek a társadalom „mozgástörvényei” (jöllehet nem erről van szó, Engels ezzel a II. Internacionálét kívánta igazolni). Valójában Marx itt túllépett a *Kommunisták kiáltványában* megfogalmazott társadalomképén, és olyan adekvát értelmezését adta a bonapartizmus-jelenségnek, amelyre a kor törtenészei (Heinrich von Treitschke, K. Frantz, Pierre-Joseph Proudhon) nem voltak képesek.

A IV. rész a *Nyersfogalmazványt* és a *Töket* elemzi. A kor politikai filozófiájának felrajzolás után Marx a modern kapitalizmus elemzésének feladatát tűzi ki, és 1866-ban kiadja a *Töke* I. kötetét. A filozófus Marx a *Töke* megjelenésével nyer világhírt, és lesz a szocialdemokrata munkásmozgalmak vezéralakjává.

Az előmunkálatokat jelentő *Nyersfogalmazvány* a *Tökével* ellentétben – filozófia. Nem úgy „filozófia”, mint az első két korszakban:

ilyen „belső”, „szisztematikus” egység nincs benne. Téves az, hogy Marxnál koherenciát kell keresni, mert hiszen ez nincsen meg.

A *Töke* ad tudományos legitimációt Marxnak, és a tudományos magyarázat teremti meg a szocialista mozgalom legitimációját is. Az újabb „filozofálási” kényszert a megírandó nemzetgazdasági munka módszertani nehézségei képezték.

Mennyiben volt a *Grundrisse* pozitívista? – ezt elemzi Kiss Endre, újszerű módon. Ezt a kérdést nem kerüli el a szerző, mert a kort a nagy pozitívista áramlat hatotta át.

Mindezek alapján vált lehetővé, hogy Marx búcsút mondhasson a régi filozófiának, és a hegeli filozófián is felülemelkedve „a Hegel-nélküli filozófiai univerzumnak az 50–60-as évek szélsőségesen bonyolult erőterében végrehajtott legjelentősebb újrendezését vitte végbe”. Kiss szerint ez a kritikai pozitívizmus minőségi ugrása volt, mert azt (a pozitívizmust) egyesítette a kritícizmussal a kor szintjén. A szerző szerint Ernst Mach hasonló törekvései tipológiailag ebbe az irányba mutattak.

Mindennek megletek a tudományelméleti következményei: elkészült az új elméletképzés módszertana (lásd a *Nyersfogalmazvány* négy elméleti magyarázatváltozatát a profitról, a termelésről stb.)

Marxnak itt sikerül egyfelől megvédeni a reálkauzalitás pozícióját (ellentétben például Heinrich Rickerttel), és nem választani el egymástól a tőkés gazdaság elméletében a tényeket és az értékeket.

A Párizsi Kommün alapján Marx kidolgozta a politikai hatalom koncepcióját: a politikai hatalom filozófiai és gyakorlati problematikáját; a Kommün a valóságos történelmi cselekvés elérhetetlen optimalitását testésíti meg” (99.).

Marx kettősségét emeli ki a szerző a Párizsi Kommün kapcsán: miközben kimondja a döntő szót, és a konkrét párizsi eseményeket elfogadja a „munka felszabadítása végre (!) megtalált formájának”, gazdaságfilozófiája, valamint civilizáció- és társadalomképe akkor és a későbbiekben is a termelőerők olyan fejlettségére utal előre, amelyet akár még évszázadok is elválaszthatnak az 1871-es párizsi dátumtól. Az államosítás nem egyenlő a társadalmassítással, utóbbinak ugyanis súlyos feltételei vannak.

A neomarxizmus letűnésével előtérbe került a neoliberais és a neopozitívista módszertan megújítása, kb. 1989-től kezdve, ami – a posztmodernnel együtt élve – a globális intézményrendszer deklarált és szankcionált – alapja lett. Ez képezte az utóbbi harminc év filozófiájának alapvető tartalmát.

Ez mind a szocializmus, mind a kapitalizmus 1945 után kialakult rendszerével szemben meghatározó elmozdulást jelent. Ennek a nagy elmozdulások lényege és jelentősége (hatalmas erejű komplexum) sem a kapitalizmus, sem a szocializmus oldalán lévő ideológusok számára nem vált világossá.

Az új, szélesebb fogalomalkotás szemben áll a vulgármarxizmus fogalomalkotásával, de nem a marxi módszerrel. Így lehetségessé válik egy konstruktív metafizológia, amelynek több változata lehetséges, a „filozófia vége” nem jön szükségszerűen el. Ilyen módon kitölthető a keletkezett vákuum, és kinyílik a módszertani lehetőségek horizontja.

A globalizmus időszakára nézve a szerző lát távlatot a marxizmus számára, mert a *tudomány* és az *elmélet* azonosítása a marxizmus történetében az egyik meghatározó sajátosság volt: így egyszerre volt a tárgyi *szféra corpora*, tudomány és elmélet. A marxizmus lehanyatlása után e kétféle meghatározóként meg-

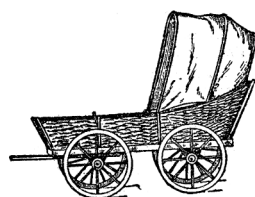
szűnt, nem tudott egyszerre tudomány és elmélet lenni.

Ez a tény viszont elgondolkodtató, és következtetések vonhatók le belőle: az *utolsó nagy elmélet módszertana* használhatóvá is

válhat. (Kiss Endre: *Marx lábnymai... és átváltozásai*. Budapest: Gondolat, 2013)

Rathmann János

filozófiatörténész,
az MTA doktora



Életének 94. évében elhunyt Kovács Ferenc agrártudós, az MTA rendes tagja, az Állatorvos-tudományi Kar professor emeritusa, a Kaposvári Egyetem kutatóprofesszora, lapunk szerkesztőbizottságának tagja. Emlékét megőrizzük.

a szerkesztőség

CONTENTS

At the Centenary of the Theory of General Relativity

Guest Editor: László Szabados

- András Patkós: Centenary of a Classically Perfect Law of Nature 642
József Illy: Genesis of the General Theory of Relativity..... 646
László Szabados B.: Centenary of the Theory of General Relativity 660

Study

- András Falus: What Is Heritable and What Is Not. Perspective and Reality. 674
András Holl: Text and Data Mining, Knowledge Discovery:
New Possibilities in Scholarly Communication 680
Károly Kapronczay: History of the Hungarian Academy of Sciences
Medical History Committee 686
Károly Reményi: Deforming Impact of the Carbon Tax on the Energy Sector 694
Imre Bakonyi: Suggestions for a More Efficient Exploitation
of The MTMT Database Resources 703
Ferenc Erdősi: The Logistic Endowments of Opening to the East 710
Attila Varga – Katalin Erdős: International Embedding of Hungarian Neuroscience 721

Interview

- 'Steve' and the Boys of Today: Julia Sipos' Interview with Péter Somogyi,
the Founder of the Stephen W. Kuffler Research Foundation 732

Academy Affairs

- László Lovász: Presidential Greeting to the 186th General Assembly of MTA 738
Awards 741
László Lovász: Presidential Address 743
Ádám Török: 2014 Was a Notable Year
Report on the Achievements of the Academy's Research Networks 750

Outlook (Júlia Gimes)..... 752

Book Review (Júlia Sipos) 755

Ajánlás a szerzőknek

1. A Magyar Tudomány elsősorban a tudományterületek közötti kommunikációt szeretné elősegíteni, ezért főleg olyan dolgozatokat közöl, amelyek a tudomány egészét érintik, vagy érthetően mutatják be az egyes tudományterületeket. Lapunk nem szakfolyóirat, ezért a szerzőktől közérthető, egy-egy tudományterület szaknyelvét mellőző cikkeket várunk.

2. A terjedelem ne haladja meg a 30 000 leütést (szóközökkel együtt), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat is tartalmaz, kérjük, arányosan csökkentse a szöveg mennyiségét. Beszámolók, recenzók terjedelme ne haladja meg a 7–8000 leütést. A kéziratot.doc vagy .rtf formátumban, e-mailen vagy CD-n kérjük a szerkesztőségbe beküldeni.

3. Másodközlésre csak indokolt esetben, előzetes egyeztetés után fogadunk el dolgozatokat.

4. Kérünk a cikkhez 4–6 magyar kulcsszót és az írás angol címét, valamint a szerző nevét, tudományos fokozatát, munkahelye pontos nevét, s ha közölni kívánja, e-mail címét. Külön kérjük azt a levelezési és e-mail címet, telefonszámot, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

5. Kérjük, hogy a cikkben mindig jelöljék az idézetek forrásait.

6. Idegen nyelvű idézetek esetében kérjük azok lábjegyzetben vagy zárójelben való fordítását is.

7. Kérjük, az irodalomjegyzékben adják meg az idézett cikkek DOI (Digital Object Identifier) kódját, s ha a cikkhez, könyvhöz ismernek szabad, ingyenes elérést, akkor azt is.

8. A szövegben emlegetett, hivatkozott személyek vagy intézmények teljes nevét kérjük kiírni azok első előfordulásakor.

9. Kérjük, az idegen nyelvű ábrák szövegét fordítsák le, vagy mellékeljenek egy szöveget.

10. Ha a szerző nem saját illusztrációit használja, akkor fel kell tüntetni azok forrását. A szerző dolga, hogy kiderítse a copyright tulajdonosát, és amennyiben nem szabad felhasználású, engedélyt szerezzen a közléshez.

11. Szövegközi kiemelésként *dőlt*, vagy *félkövér* formázást alkalmazunk; ritkítást, VERZÁLT,

KISKAPÍTÁLIST és aláhúzást nem. A jegyzeteket lábjegyzetként kérjük megadni.

12. Az ábrák érkezhetnek papíron, lemezen vagy e-mail útján, bármilyen vektoros vagy pixeles formátumban; utóbbi esetben jól olvasható, finom felbontásban és min. 10×10 cm-s tényleges méretben. Kérjük, hogy ne a Word-dokumentumba ágyazottan, hanem külön küldjék őket. Készítésüknél vegyék figyelembe, hogy lapunk **nem** színes, és a tükörméret 125 mm. A szövegben tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

13. A hivatkozásokat mindig a közlemény végén közöljük, a lábjegyzetekben legfeljebb utalások lehetnek az irodalomjegyzékre. Irodalmi hivatkozások a szövegben: (szerző, megjelenés éve) pl. (Balogh, 1957). Ha azonos szerző(k)től ugyanazon évben több tanulmányra hivatkoznak, akkor a közleményeket az évszám után írt a, b, c jelekkel kérjük megkülönböztetni mind a szövegben, mind az irodalomjegyzékben. Kérjük: csak olyan és annyi hivatkozást írjanak, amilyen és amennyi elősegíti a megértést. Számuk ne haladja meg a 10–15-öt.

14. Az irodalomjegyzéket abécé-sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

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

- Könyvek: Rokkan, Stein – Urwin, D. W. – Smith, J. (eds.) (1982): *The Politics Identity*. Sage, London

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

15. Ha internetes írásra hivatkozik a szerző, ennek formája a szövegben (URL₁), (URL₂) stb., az irodalomjegyzékben URL₁: Magyar Nemzeti Bibliográfia <http://mn.b.hu/>

16. A Magyar Tudomány kefelevonatokat nem küld, de elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát.