

307696

**M**agyar

**T**udomány

**A MAGYAR TUDÓS TÁRSASÁG  
KÖSZÖNTÉSE**

**AZ ÖRÖKLETES INFORMÁCIÓ  
EREDETE**

**MIFÉLE SZERZET  
A TÉRKÉPÉSZ?**

**AMERIKAI MEGEMLÉKEZÉS  
AKADÉMIÁNK  
MEGALAKULÁSÁRÓL**

**2000/11**

# Magyar Tudomány

---

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FOLYÓIRATA. ALAPÍTÁS ÉVE: 1840

---

*CVII. kötet — Új folyam. XLV. kötet, 11. szám*  
2000. november

*Főszerkesztő*

CZELNAI RUDOLF

*Szerkesztőbizottság*

ÁDAM GYÖRGY, BENCZE GYULA, CSÁSZÁR ÁKOS, ENYEDI GYÖRGY, KOVÁCS FERENC, KOPECZ BÉLA, LUDASSY MÁRIA, NIEDERHAUSER EMIL, SOLYMOSI FRIGYES, SPÁT ANDRÁS, SZENTES TAMÁS, VAMOS TIBOR

*Szerkesztőségvezető*

HERNÁDI MIKLÓS

*A lapot készítik:*

HERNÁDI MIKLÓS (társadalom- és bölcsészettudományok, Interjú), SZENTGYÖRGYI ZSUZSA (természet- és műszaki tudományok, Kitekintés), CSATÓ ÉVA (Könyvszemle, Pályánk emlékezete), GAZDAG KÁLMÁNNÉ (szerk. titkár), HÁLMOS TAMÁS (Magyar medicina), PERECZ LÁSZLÓ (filozófia), SPERLÁGH SÁNDOR (környezetvédelem, tudománypolitika), SZABADOS LÁSZLÓ (olvasószerkesztő), TÓTH PÁL PÉTER (szaktanácsadó), F. TÓTH TIBOR (Szellemi értékek hasznosítása)

*Szerkesztőség:*

1051 Budapest, Nádor u. 7., tel/fax: 317-9524

E-mail: [matud@helka.iif.hu](mailto:matud@helka.iif.hu)

[www.matud.iif.hu](http://www.matud.iif.hu)

[www.mta.hu](http://www.mta.hu)

*Kiadja az Akaprint Kft.*

1115 Budapest, Bártfai u. 65., tel.: 206-7975

E-mail: [akaprint@matavnet.hu](mailto:akaprint@matavnet.hu)

*Előfizethető: a FOK-TA Bt. címén (1134 Budapest, Gidófalvy L. u. 21.), a Posta Hírlapüzleteiben, az MP Rt. Hírlapelőfizetési és Elektronikus Posta Igazgatóságánál (HELP), 1846 Budapest, Pf. 863 és a folyóirat kiadójánál: AKAPRINT Kft. 1115 Budapest, Bártfai u. 65.*

*Előfizetési díj egy évre: 3500,- Ft.*

*Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők.*

*Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban.*

A folyóiratot a Soros Alapítvány támogatja.

Czelnai Rudolf

## Köszöntjük a Magyar Tudós Társaságot fennállásának 175. évfordulója alkalmából

---

*Akadémiánk ebben az évben ünnepli 175. születésnapját. Amint minden magyar gyermek (ez az én iskolás koromban még így volt, remélem ma is így van) már az iskola padjában ülve megtanulja: 1825. november 3-án zajlott le a pozsonyi országgyűlés kerületi ülésén az a vita, amelyen gróf Széchenyi István felajánlotta birtokainak egy évi jövedelmét a Tudós Társaság létrehozásának céljára. Ehhez csatlakoztak hasonló felajánlással gróf Andrássy György, gróf Károlyi György és gróf Vay Ábrahám, Toma, Szatmár és Borsod vármegyék követei, megtörve a jeget s megnyitva az utat a Magyar Tudós Társaság (később Magyar Tudományos Akadémia) létrehozásához. Erről a nevezetes eseményről és az azóta eltelt egy és háromnegyed évszázad tiszteletre méltó sikereiről a Magyar Tudományos Akadémia közgyűlése idén, november 3-án emlékezik meg.*

*Az évforduló ünnepi eseményeihez az Akadémia tudományos osztályainak példátlanul gazdag tudományos programja kapcsolódik. Több mint másfélszáz előadás mutatja be vagy méltatja a magyar tudományos műhelyek eredményeit. Az előadások anyagát az Akadémia külön kiadványban teszi közzé. Amikor lapunk jelen számának bevezetőjében erre a publikációra hívom fel igen tisztelt olvasóink figyelmét, ezt egyrészt örömmel teszem, mert biztos vagyok abban, hogy a hazai tudományos irodalom egy impozáns kiadvánnyal lesz gazdagabb. Másrészt sajnálom, hogy lapunk ezúttal elesett egy értékes anyagból való válogatás lehetőségétől.*

*Mint olvasóink bizonyára észrevették, lapunk az évforduló ünnepléséhez többek közt a „Pályánk emlékezete” című rovat megindításával járult hozzá. Csató Éva mesteri válogatása alapján minden idei számunkban közöltünk egy-egy régebben megjelent nevezetes tanulmányt, amelyek ízelítőt adnak az elmúlt idők küzdelmeiről, sikereiről és gondjairól. Jelen számunkban Báró*

*Eötvös Loránd akadémiai elnök 1899. május 7-én elmondott közgyűlési beszédét idézzük. Úgy vélem, hogy nagynevű elődünk akkori gondolatai sok tekintetben ma is aktuálisak és hozzánk is szólnak.*

*Ugyancsak az évfordulóhoz kapcsolódik egy érdekes, számunkra rendkívül hízegő anyag: az USA Kongresszusának 1975. szeptember 30-i ülésén feljegyzett megemlékezés a Magyar Tudományos Akadémia 150. évfordulójáról. Ezt az anyagot Filep László fedezte fel a számunkra. Az USA Kongresszusán akkoriban elhangzott méltatással szinte párbeszédet folytat Török Ádám, aki a jelen számunk elején közölt tanulmányában azt a kérdést teszi fel, hogy reális-e a magyar tudomány 20. helye a (képzeletbeli) világranglistán? Mint a jó kérdésekkel általában lenni szokott, erről is újabb kérdések juthatnak az eszünkbe: például az, hogy vajon merre visz további utunk? Mit mondhatnak majd utódaink a 200. évfordulón?*

*Legyünk bizakodók, de legyünk annak is tudatában, hogy ez az utóbbi kérdés – legalábbis részben – talán éppen most, éppen ezekben az években dől el. Nem mondhatjuk, hogy legyen az már csak az ő gondjuk.*

Török Ádám

## Reális-e a magyar tudomány 20. helye a (képzeletbeli) világranglistán?<sup>1</sup>

---

Az Európai Unió Magyarországról készült első átfogó országjelentése alapozta meg azt a döntést 1997-ben, hogy az országot a csatlakozásra váró jelöltek „első körébe” sorolják. A gazdaság és a társadalom különböző szektorainak átvilágítása után kialakított értékelés a magyar tudományról mutatja az egyik legkedvezőbb képet. Az értékelő megjegyzéseket ezen a területen a következőképpen foglalják össze: „A közelmúltban a műszaki szolgáltatásokba befektetett beruházások terén tapasztalt visszaesés ellenére Magyarország egyike maradt a közép- és kelet-európai országok között a jelentős eredményt felmutató nemzeteknek. A magyar tudományos teljesítmény az országot a világon az első húsz közé emeli” (*Agenda*, 1997. 38.).

Ezt a véleményt egyetértőleg idézi Köhalmi (1997. 78.), aki közelebbről nem meghatározott hivatkozási mutatók alapján azt is kijelenti, hogy Magyarország bizonyos (különösen az országhoz és a régióhoz kapcsolódó) kutatási területeken az EU-nál komolyabb tudományos eredményeket ért el (Köhalmi, 1997. 77.). A Magyar Tudományos Akadémia elnöke pedig „... a volt szovjet zóna államainak területein tevékenykedő tudóstársadalmak között nemzetközileg még mindig a legjelentősebb”-nek nevezi a magyart azzal, hogy „...a kitáruló világban az ország átlagát felülmúló mértékben – és a volt szovjet blokk más államainak kutatóértelmiségét megelőzve – integrálódott a világ tudományos vérkeringésébe” (*Glatz*, 1998. 87.).

A Kelet-Európára vonatkozó fenti megállapításokat alighanem a volt Szovjetuniót leszámítva kell értelmezni. Az orosz tudomány nemzetközi pozíciói már csak a jelentős méretkülönbség miatt<sup>2</sup> valószínűleg még mindig jobbak a magyar pozícióknál akkor is, ha az orosz K+F bázis az utolsó évtizedben valóban drámai vérvesztéseket szenvedett el a kutatók tömeges kivándorlásával.

Az idézett vélemények közös eleme, hogy Magyarországot az átalakuló országok élmezőnyébe helyezik tudományos és K+F teljesítménye<sup>3</sup> alapján azzal, hogy ezt a teljesítményét sokkal jobbnak tartják gazdasági teljesítményénél. Ez az utóbbi állítás implicit módon, de erősen benne van az Európai Unió „első 20” megállapításában is, hiszen Magyarországnak a GDP/fő

mutatóval vásárlóerő-paritáson mért gazdaságfejlettségi szintjét a nemzetközi mezőnyben a 45–50. helyezés közé becsülhetjük<sup>4</sup>.

A továbbiakban a magyar tudományos és K+F szféra számára igen hizelgő megállapítások mögé próbálunk adatokat, vagy legalábbis számszerű összefüggéseken alapuló megfontolásokat rendelni. Nem ígérhetjük, hogy pontosan meg fogjuk állapítani Magyarország helyét a tudomány világrangsorában. Ez mindenekelőtt azért lenne megoldhatatlan feladat, mert *ilyen rangsor nem is létezik*. Módszertanilag nagyban nehezíti a helyzetet az a körülmény is, hogy a tudomány vagy a tudományos szféra határait nem lehet egyértelműen megvonni.

Tudománnyal, illetve kutatás-fejlesztéssel egyáltalán nem pontosan ugyanazok az emberek foglalkoznak, de a gazdaságnak ezekre a feladatokra szakosodott alrendszerét a tudományon és a K+F-en túlnyúló értelmezésben általában „innovációs rendszernek” nevezik<sup>5</sup>.

A továbbiakban a tudomány és a technológia közötti számottevő határterület definíciós elemzésétől eltekintünk, és a tudományhoz közeli vagy hozzá kapcsolódó technológiai, technológiapolitikai területeket sem zárjuk ki az áttekintésből.

Azt azonban hangsúlyoznunk kell, mert az elemzésben hivatkozunk rá, hogy a magyar K+F statisztikák egyes mértékadó vélemények szerint pénzügyi értelemben és az egyéb erőforrásokat tekintve is általában csak pontatlanul mutatják meg a magyar K+F terjedelmét. A K+F méreteinek alábecsüléséhez vezet, hogy az adatok csak kis részben tartalmazzák a kisebb cégeknél folyó K+F adatait (*Papanek*, 1999. 8.). Valószínűleg felfelé torzító hatást okoz viszont, hogy a felsőoktatás K+F ráfordítási adatai úgy szerepelnek a statisztikákban, hogy a ráfordításokból részesülők köre nem szűkül le az egyetemek és főiskolák valóban K+F-et is végző egységeire.

Nem tudjuk azt sem, hogy a magyar tudomány nemzetközi pozícióira vonatkozó megállapítások mennyiben vonatkoznak az alap-, mennyiben az alkalmazott kutatások, és mennyiben a fejlesztések volumenére, illetve milyen mértékben az eredményeikre. Valójában *egy magyar szempontból* (az ország nemzetközi megítélése miatt is) *fontos és hizelgő európai uniós állítás érvényességére kell – elsősorban a magunk számára – bizonyítékokat keresnünk úgy, hogy a szóban forgó állítás igen pontatlan, ugyanakkor korántsem világos, hogy milyen adatok, számítások vagy szakmai megfontolások állnak mögötte*.

## A versenytársak körének szűkítése

Nem célunk, hogy olyan számítási módszert találjunk, amellyel megnyugtató módon fel lehetne állítani a világ országainak megnyugtató és széles körben elfogadható tudományos rangsorát. Nem is képzelhető el, hogy a különféle mutatók vagy értékelési módszerek végeredménye nagymértékben egybeesne, azaz létezne valamiféle „szuperrangsor”. Kétségtelen viszont, hogy kevés országról képzelhető el a különféle tudományos vagy K+F fejlettségi rangsorokban elért helyezéseik nagyobb mértékű szóródása. Más szóval ez annyit jelent, hogy a világ országainak többségéről valószínűleg gazdaságuk és tudományos, illetve K+F szektorok viszonylag felületes

ismeretében is meg lehet állapítani, hogy az elképzelt, de valójában nem létező „szuperrangsor” melyik negyedébe, esetleg tizedébe volnának sorolhatók.

Mélyebb elemzés nélkül valószínűsíthetjük azt is, hogy a „szuperrangsor” egyes szakaszait másoknál sokkal nagyobb biztonsággal lehetne összeállítani. Ez azokra a szakaszokra lehet igaz, ahol 1. az országok közötti verseny vagy viszonylag kevésbé intenzív és szoros, vagy pedig 2. azokra, ahol a verseny alig értelmezhető.

Itt természetesen azonnal felmerül *a tudományos, illetve a K+F versenyképességé definiálásának és mérésének alapvető módszertani dilemmája.*

Egy korábbi módszertani áttekintés (Török, 1997) bemutatta, hogy a gazdaságban, illetve a kereskedelemben sem lehet egyedül üdvözítő metódussal mérni a versenyképességet. Ennek az első látásra talán meglepő körülménynek a legfőbb oka a kínálati és a keresleti oldali versenyképesség nemcsak egymástól eltérő, hanem egymással alig vagy egyáltalán nem is összekapcsolható elméleti háttére. A versenyképesség kínálati oldali mérése mögött az a hipotézis áll, hogy bizonyos feltételek – például megfelelően alacsony költségek – fennállása esetén a versenyképesség a piaci viszonyoktól függetlenül is adott. A keresleti oldali versenyképesség-mérésnél pedig a piaci pozíciók bizonyos mértékét – például a versenytársakénál magasabb, vagy a náluk jobban növekvő piaci részarányokat – eleve a versenyképesség bizonyítékának tekintik figyelem nélkül arra, hogy a piaci pozíciók milyen tényezők hatására alakultak kedvezően. A kínálati oldali mérésnél a fő kérdés az, hogy *versenyképes lesz-e, aminek annak kellene lennie, a keresleti oldali mérésnél pedig az, hogy versenyképes-e, ami esetleg csak annak mutatkozik?*

A tudományos vagy K+F versenyképesség mérésénél a dilemma ugyancsak: lehet mérni külön a *ráfordításokat*, és külön az *eredményt*, de a kettő közötti összefüggés kimutatása az igazán nehéz feladat. Nem az ökonometriai eszköztár hiánya miatt, hanem azért, mert nagyon nehéz, ha egyáltalán megoldható a kétfajta mérésnek pontosan ugyanarra a tevékenységi körre való vonatkoztatása<sup>7</sup>. Hasonlóan komoly mérési nehézséget okoz a ráfordítások és az eredmények közötti számottevő időeltolódás<sup>8</sup>.

**A képzeletbeli rangsor felső szakasza.** Kiinduló hipotézisként a rangsor legfelső szakaszát a nemzetközi élmezőny országaira tekintjük érvényesnek azzal, hogy itt viszonylag tiszták a versenyképességi pozíciók. Alighanem vitathatatlan az *Egyesült Államok* vezető helye, mint ahogy az utána következő 18 ország csoportjának határait is viszonylag megbízhatóan lehet megvonni. Valószínűsíthető, hogy ebbe a csoportba a G-7 többi vezető ipari országa (*Németország, Japán, Franciaország, az Egyesült Királyság, Kanada és Olaszország*) mellett (vagy mögött?) a kisebb, de nagyon fejlett ipari-posztindusztriális gazdaságok tartoznak.

A miniállamnak tekinthető *Luxemburgot* és *Izlandot* leszámítva ide sorolható *Hollandia és Belgium, Svájc és Ausztria, Észak-Európából Norvégia, Dánia, Svédország és Finnország*, Európán kívülről pedig *Ausztrália, Új-Zéland és Izrael*, valamint *Dél-Korea, Tajvan és Szingapúr*. Ezekről az országokról tudjuk, hogy magas fejenkénti GDP-jük általában több mint 1,5 százalékos hányadát K+F-re költik, de a nagyon fejlett gazdasági nagyhatalmaknál és a legfejlettebb kis országoknál (különösen Skandináviában) a mutató 2, esetenként akár 3 százalék fölötti. Az EU-n belüli periféria OECD-országainál a mutató 1 százalék körüli vagy alacsonyabb, a Távol-Kelet egyéb kisebb fejlett országainak pozíciói pedig első látásra nem állapíthatók meg még a fenti országokéhoz hasonló megbízhatósággal sem.

A tudományos és a K+F teljesítmény országok közötti összehasonlításának a következő *módszertani akadály* itt jelenik meg. Az Egyesült Államok valószínűleg vitathatatlan vezető helye után ugyanis a képzeletbeli rangsort

két ágon lehetne folytatni: az egyik ág az abszolút, a másik pedig a fajlagos ráfordítások, illetve teljesítmények rangsora lenne. Csoportképző ismérvek annyira elég volt, hogy az abszolút és a fajlagos tudományos, illetve K+F ráfordítások és teljesítmények egyaránt kiemelik a világgazdaságból a legfejlettebb országok csoportját.

Az abszolút ráfordításoknak a gazdaságmérettől erősen függő ágán a különféle mutatók szerint a németek, a japánok, a franciák és a britek követik az amerikaiakat, de ebben az országcsoportban a teljesítménymutatók is a világ élvonalába tartoznak. A különösen jól szervezett gazdaságú és egyébként is erősen K+F orientált kis országokban pedig *a fajlagos teljesítménymutatók alakulnak jól*. A rangsornak ezen az ágán kivált a svájciak, a hollandok és az észak-európaiak számíthatnak magas helyezésekre<sup>9</sup>.

Izraelről kevés az adat, mert a polgári K+F kiadások publikus összegét önmagában nem lehet értelmezni. Tény viszont, hogy az ország publikációs teljesítménye igen jó, lakosságszámra vetítve körülbelül Finnországnak felel meg (UNESCO, 1998. 102.). A Távol-Kelet és a csendes-óceáni térség országainak teljesítménymutatói – Japánt és részben Ausztráliát kivéve – ugyancsak szórványosan állnak rendelkezésre, de a (UNESCO, 1998) és a (*Science and Engineering Indicators*, 1998) források információi feltétlenül elegendők az 1. csoportba sorolásukhoz.

A képzeletbeli rangsor 1. szakaszába tartozó fejlett országokat jelentős szakadék választja el azoktól (2. szakasz), amelyek akár Dél- vagy Kelet-Európában, akár Ázsiában magas-közepes fejlettségi szinten őket követik, s amelyek tudományos vagy K+F versenyképességi mezőnyébe már Magyarországot is beleérthetjük.

A világ országainak a technológiai versenyképesség szerinti felosztásáról az *Economist* folyóirat Jeffrey Sachs tollából érdekes cikket közölt 2000 júniusában (Sachs, 2000). Az első csoport a világ népességének mindössze 15 százalékával az *újító országok* (Innovators) csoportja. Ezek a fejlett ipari országok, amelyek közé az elmúlt évtizedekben csak Dél-Korea, Tajvan és Izrael tudott felzárkózni. Újabb körülbelül 17 százaléknyi lakossághányad jut a *technológia-alkalmazó országokra* (Adopters). Ide részben kedvező földrajzi elhelyezkedésük miatt kerülnek a többi között Nyugat-Európa keleti és déli periferiájának országai (Magyarország, Lengyelország és Csehország is), Kína és India számos partvidéke, Szingapúr, Malajzia, több más ASEAN-ország, Dél-Afrika, vagy Latin-Amerika néhány fejlettebb állama. A harmadik csoport a világ népességének 68 százalékával az a számos ország és régió, amely nemcsak előállítani, de alkalmazni sem tudja a legmodernebb technológiákat. A cikk szerint elsősorban a 3. csoport lemaradása veszélyes és drámaian gyors. Feltűnő az egybeesés a Sachs-cikk és a részben más, nem technológiai, hanem K+F témájú jelen írás országcsoportjai között, ami arra utal, hogy a világgazdaság technológiai szegmentálódása világszerte egyre feltűnőbbé válik.

A 2. csoportban meglepően nagyok a *ráfordítási különbségek*: a *spanyol* GERD összege például nyolcada-kilencede a németének<sup>10</sup>, fele az olasznak, nem éri el Hollandiáét sem, de még a svéd adatnál is kisebb (UNESCO, 1998. 78.). A Belgiumhoz hasonló lakosságszámú *Portugália* GERD-jének összege csupán ötödannyi, mint a Benelux-országé. Ugyanakkor Spanyolország *fajlagos tudományos teljesítményben* mért lemaradása kisebb, mint ami a GERD összegénél látszik: Németországhoz képest a publikációknál csak körülbelül 30 százalékos (UNESCO, 1998. 82.).

Az Egyesült Államokban bejegyzett szabadalmaknál azonban a spanyol adat már inszignifikánsan alacsony, Portugália pedig egyik teljesítménymutatónál „sincs a térépen”.

*Írország* a gazdaság igen látványos növekedési teljesítménye ellenére ma még csak jelentéktelen szereplő a világ publikációs piacán<sup>11</sup>, a *görög* teljesítmény pedig fajlagosan csupán alig 30 százaléka a hollandnak.

A képzeltbeli rangsor 1. szakaszán tehát körülbelül 20 országot helyezhetünk el úgy, hogy az EU-országok egy részét lejjebb kellett sorolnunk. Ez a mintegy 20-as csoport feltétlenül megelőzi Magyarországot a tudomány és a K+F szektor abszolút ráfordítási és teljesítménymutatói tekintetében, a csoport egyes, kevésbé teljesítőképes tagjainál azonban a relatív mutatók Magyarországgal való összehasonlításával már megpróbálkozhatunk. *Ez az első összehasonlítási eredményünk egyúttal azt is jelenti, hogy Magyarország a legjobb esetben is csak a 20. utáni helyekért versenyezhet, azaz az uniós besorolás máris kissé húzolgónek látszik.*

A magyar versenyképességi pozíciók közelebbi áttekintéséhez azonban egyelőre át kellene ugranunk a képzeltbeli rangsor 2. szakaszát (a „középmezőnyt”), és körül kellene határolnunk azoknak az országoknak a körét, amelyek – a 3. szakaszban – jelentős fejlettségi lemaradásuk miatt nem tekinthetők Magyarország versenytársainak a tudomány és a K+F területén. Ezek nagyrészt olyan országok, amelyek valójában nem is mondhatnak magukénak említésre méltó pozíciókat a nemzetközi tudományos és K+F együttműködésben és/vagy versenyben.

**Az összehasonlításból kimaradó országok.** Az országok nagy száma miatt nem törekedhetünk részletes felsorolásra. Az *arab országok* GERD-mutatója átlagosan mindössze 0,14 százalék, és a mutató csak négy országban (Egyiptom, Marokkó, Szaud-Arábia és Kuvait) közelíti meg vagy éri el az országcsoport igen alacsony, 0,4 százalékos maximumát (UNESCO, 1998. 161.). A *tropusai afrikai országok* rendkívül nagy, esetenként másfél évtizedes késéssel elérhető GERD-mutatói szinte minden esetben jóval elmaradnak az 1 százalékos szinttől. Egyedül *Dél-Afrika* érte ezt el 1991-ben (UNESCO, 1998. 175.), de újabb információ erről az országról sem áll rendelkezésre, közvetett adatok pedig az ország innovációs rendszerének a bizonyos fokú dezorganizálódását valószínűsítik. Végeredményben Afrika és – a már érintett Izrael kivételével – az egész közel-keleti régió kizárható a Magyarországgal való tudományos és K+F versenyképességi összehasonlításból.

*Latin-Amerika országai* között találunk olyanokat, amelyek közepes fejlettségük, valamint tudományos hagyományaik miatt Magyarország versenytársainak tekinthetők a vizsgált szektorban. Ezek közé a régió három nagy országát (*Mexikó, Brazília és Argentína*), valamint a jó gazdasági teljesítményű és társadalmi szerkezete alapján sem tipikus fejlődő országnak tekinthető *Chilét* sorolhatjuk. *Kuba* a gazdaság rohamos leépülése miatt ma már nem tartozik a versenytársak közé akkor sem, ha kutatóinak egyes – például orvostudományi – teljesítményei néha még ma is kiváltak nemzetközi visszhangot. A fennmaradó körülbelül 28 latin-amerikai és karibi ország azonban feltétlenül az elképzelt (de nem felállított!) rangsor 3. szakaszában foglalna helyet.

Latin-Amerika nemzetközi tudományos életben elfoglalt szerepe sokkal kisebb, mint világgazdasági súlya. Az utolsó, 1995-ös évből származó adatok szerint a régió összesített részesedése a világ tudományos publikációiból mindössze 1,6 százalék volt, ezzel szemben Közép-Kelet-Európáé (a FÁK-országok nélkül) 2,0 százalék (UNESCO, 1998. 25.). A GERD-

mutató szintje a régió legtöbb országában meglepően alacsony, az 1 százalékot csak a kis gazdaságméretű Kubában<sup>12</sup> és *Costa Ricában* haladja meg. A brazil és a chilei GERD-érték a magyarhoz hasonló (0,88, illetve 0,78 százalék), de az argentin és a mexikói már egyaránt jóval alacsonyabb, 0,30 és 0,40 százalék közötti (*UNESCO*, 1998. 64.).

A ráfordításokat abszolút számokban kifejezve viszont a régió három nagy országa sokkal többet költ K+F-re Magyarországnál gazdaságuk sokkal nagyobb mérete miatt. Míg a magyar GERD összegét 0,5 milliárd dollárra tesszük, addig a 170 milliós Braziliában a megfelelő érték 5–6 milliárd, a 40 milliós Argentínában és a 100 milliós Mexikóban egyaránt 1 milliárd dollár körül van, a 15 milliós Chilében pedig annyi, mint Magyarországon. A Magyarországgal való összehasonlítás így abszolút értelemben biztos brazil előnyt ígér. A tudományos és a K+F teljesítmény jobb magyar hatékonysága azonban fajlagos szemléletben már kedvezőbb versenyhelyzetet eredményezhet talán Braziliával, és valószínűleg a másik három említett latin-amerikai országgal szemben is.

Ázsia kevésbé fejlett országai közül a két legnagyobb népességű, *Kína* és *India* a közhiedelem szerint, de a külföldön élő kínai és indiai tudósok teljesítményének köszönhetően is, tudományos nagyhatalom. A kilencvenes évek kedvező gazdasági növekedése a K+F feltételeit is sokban javította náluk, de a két gazdaság alacsony fejlettsége miatt abszolút értékben meglepően keveset költenek erre a szektorra. Indiában a GERD-mutató 1996-ban a harmadik világban szokatlanul magas, 0,84 százalékos volt (*UNESCO*, 1998. 193.), *a gazdaság igen alacsony fejlettsége miatt azonban ez abszolút értékben alig ötszöröse a magyar GERD értékének*. Kína gazdasági teljesítménye jobb és fejenkénti GDP mutatója is magasabb, mint Indiáé, de a GERD-mutató ott az utóbbi években csak 0,5 százalék körül mozgott (*UNESCO*, 1998. 239.), és a GERD összértéke az idézett forrás RMB-ben (jüan) megadott adataiból végzett saját becslés alapján 5–6 milliárd dollárnyi lehet. A kínai tudomány hatékonysága egyelőre viszonylag alacsony, de az ország így is Svédországhoz és Svájcához hasonló, 2 százalék körüli hányadot képvisel a világ publikációs teljesítményében, Indiára pedig ennek körülbelül a fele jut.

Mindez a Magyarországgal való összehasonlítás szempontjából azt mutatja, hogy a két nagy fejlődő ázsiai ország tudományos és K+F szektora többszörös méretű a magyarhoz képest<sup>13</sup>, s így ráfordításaik is többször nagyobbak. A fajlagos teljesítménymutatók alapján azonban Magyarország mégis lehet Kína és India versenytársa a tudományban és a K+F-ben. Ugyanakkor Ázsia kisebb fejlődő országairól – Törökországot nem ide sorolva – joggal feltételezhetjük, hogy nem tartozik a képzelt tudományos világranglista 2. szakaszába s így a harmadikba kerül.

A fejlődő országok nemzetközi áttekintése során eddig négy latin-amerikai és két ázsiai országot találtunk Magyarországhoz lehetséges versenytársának, a képzelt rangsor 2. szakaszába helyezhető országnak. Korábban ugyanide soroltuk az Európai Unió periferiálisnak tekinthető országait (Spanyolország, Portugália, Írország és Görögország) is. Ehhez a tíz országhoz jönnek azok a Magyarországhoz hasonló fejlettségű vagy részben hasonló múltú országok, amelyek Európa keleti periferiáján helyezkednek el. Szinte mindegyikben rendszerváltozás történt 1990 táján. *Törökország* kivételével, amely viszonylag korai NATO-belépésével jelentős politikai

előnyt szerzett ugyan más kelet-európai országokkal szemben, ezt azonban a gazdasági felzárkózás elmaradása miatt nem tudta integrációs előnyökkel is bővíteni.

A kelet-európai régióban a kilencvenes évek igen gyors gazdasági és társadalmi átalakulása erősen széthúzta az országok fejlettségi és versenyképességi mezőnyét<sup>14</sup>. Noha nagyon nehéz röviden is megbízható összefoglaló képet adni erről a folyamatról, feltételezésünk szerint az Európai Unió legutóbbi, 1999 őszi közölt országjelentése nyomán a sajtóban megjelent összefoglaló rangsorokat nagyjából el lehet fogadni. Ezek csak az EU-csatlakozásra jelentkezett országokkal<sup>15</sup> foglalkoznak, de valószínűleg alkalmasak a magyar szempontból általában, illetve a tudományban és a K+F-ben versenytársnak minősíthető országok körének szorosabbra vonására.

Itt hasonló fejlettségű országok csoportjáról van szó, amelyek között a GERD-mutató általában csak csekély mértékben szóródik. Így itt is azt az előbbiekben már alkalmazott szelekciós elvet követhetjük, hogy az első lépésben hasonló mértékű és erős korrelációt tételezünk fel a gazdaság, illetve a tudomány és a K+F fejlettsége között. Figyelembe kell vennünk a gazdaságok méretét is. Valószínű tudományos, illetve K+F versenytársnak tehát magyar szempontból egyrészt a jelentősen fejlettebb Szlovénia és Csehország, másrészt a hasonlóan fejlett, de sokkal nagyobb gazdaságméretű Lengyelország látszik az említett országcsoportból<sup>16</sup>.

A FÁK összes országában jelentősen csökkent a GERD reálértéke 1991 és 1998 között (*UNESCO*, 1999. 137.). Ebben az országcsoportban Oroszország még mindig tudományos hatalom, de tudományra és K+F-re már legföljebb 1,4 milliárd dollárt tud költeni<sup>17</sup>, Ukrajnában<sup>18</sup> pedig – a magyarnál sokkal alacsonyabb hatékonysággal – ez az érték jóval 1 milliárd dollár alattinak, 500–600 millió dollárosnak becsülhető<sup>19</sup>. A FÁK két további nagyobb gazdaságában, Kazahsztánban és Belaruszban a GERD értéke biztosan jóval elmarad a magyarországi körülbelül 500 millió dollártól. A kisebb FÁK-országokat már nem is lenne értelme bevonnai a Magyarországgal való összehasonlításba.

A Magyarországot körülvevő régió országai közül a hasonló lakosságméretű, ám jelenleg jóval alacsonyabb fejlettségű Bulgáriát és Kis-Jugoszláviát ugyancsak kihagyhatjuk a versenytársak köréből.

A tágabb délkelet-európai régió középhatalmaként még Törökország érdemel figyelmet. Ez az ország hagyományosan alacsony, 0,50 százalék alatti GERD-mutatóival tűnik ki a nemzetközi K+F összehasonlításokban<sup>20</sup>. Mint-hogy Törökországban igen alacsony a K+F munkaerő relatív súlya<sup>21</sup>, és jelenléte a nemzetközi szabadalmi, illetve publikációs statisztikákban egyaránt elenyésző, ezt az országot a további elemzésben figyelmen kívül hagyhatjuk.

Az összesen tíz dél-európai és fejlődő ország mellett tehát Magyarország közvetlen versenytársának tekinthetjük a tudomány és a K+F területén Lengyelországot, Csehországot, Szlovéniát és – valószínűleg csak átmeneti jelleggel, ugyanakkor a szegényes és megbízhatatlan adatanyag miatt igen bizonytalan elemzési kilátásokkal – Oroszországot, valamint esetleg Ukrajnát. Az utóbbi két ország földrajzi mérete és hagyományos tudományos kapacitása természetesen összehasonlíthatatlanul nagyobb Magyarországhé-

nál, gazdaságuk utóbbi drámai évtizedében azonban ez a szektoruk is nagyon nagy mértékben lecsúszott. Minthogy ezt a lecsúszást legfőjebb középtávú jelenségnek tekintjük, Oroszországot még most is feltétlenül Magyarország elé helyezzük a világ tudományos rangsorában<sup>22</sup>. Ukrajna pontosabb pozícióját azonban a nagy adathiány miatt nem tudjuk megállapítani – vélelmezhetően már elmarad Magyarországtól<sup>23</sup>.

Eljutottunk tehát oda, hogy a magyar tudományos (és K+F) ráfordításokat, illetve teljesítményt első közelítésben a képzeletbeli nemzetközi rangsor 21. és 34. helye közötti sávban határozhatjuk meg. Ez már feltétlenül jobb pozíció, mint amit az ország a GDP/fő mutatója alapján magáénak mondhat a világgazdaságban, de az EU-országjelentés magyar szempontból kedvező következtetésével („első 20”) sajnos nem esik egybe. Most a versenytársi kör tudományos és K+F ráfordításait, illetve teljesítményét vesszük szemügyre közelebről.

## A közvetlen versenytársak elemzése

Az elemzés annál megbízhatóbb lehet, minél inkább hasonlóak a vizsgált országok Magyarországhoz társadalmi és gazdasági szempontból. Az abszolút és a fajlagos mutatók adta kép ugyanis itt valószínűleg hasonló következtetésekre vezet. Ezért a környező, valamint az EU-periférián elhelyezkedő országokkal való összehasonlítás ígér a legtöbbet. Az adatok is leginkább ehhez az összehasonlításhoz állnak rendelkezésre.

A távoli országok Magyarországtól nagyban eltérő gazdaságmérete és igen különböző innovációs rendszere miatt elsősorban azokat az eseteket keressük, ahol meglehetősen biztonsággal megállapítható a tudományos és K+F kapacitások, valamint ráfordítások mérete, és a szektor teljesítménye Magyarországhoz képest. Tehát, ahol – a versenyképesség-mérés terminológiáját kölcsönvéve – a „kinálati” és a „keresleti” oldalon egyaránt azonos előjelű a különbség a két ország között s így megállapítható, hogy a képzeletbeli rangsor 21–34. helye által határolt szakaszban melyiket lehet följebb helyezni. A mérés logikájának bemutatására vegyük egy olyan ország példáját, amely Magyarországgal csak nagyon nehezen hasonlítható össze.

**Összehasonlítás fejlődő országokkal.** A GERD értéke, 1995-ben mintegy 6 milliárd dollár (UNESCO, 1998. 64.) alapján Brazília nominálisan körülbelül 15-ször annyit költ K+F-re, mint Magyarország. Ez Latin-Amerika egyetlen országa, ahol a kormányzat valóban konzisztens és hosszú távú K+F politikára törekszik (UNESCO, 1998. 66.).

A brazil állam K+F szerepe azonban sokkal nagyobb annál, amit a szakirodalom optimálisnak tart, mert több mint 80 százalékban a költségvetés<sup>24</sup> viseli a szektor finanszírozásának terheit, és kevesebb mint 20 százalék jut a magánszektorra. Az általában elfogadott vélemény szerint az állami szerepvállalás arányát nem célszerű 50 százalék fölé emelni, de a magas GERD-mutatójú és a világ technológiai fejlődésében élen járó országok többségében az állami részesedés inkább az egyharmadnyi hányad felé közelít. A magas állami hányad a K+F finanszírozásában az alap kutatások nagy súlyára utal. Így viszont a finanszírozás szerkezete csak kis részben tükrözi az üzleti szféra versenyképességgel összefüggő K+F prioritásait, és az eredmények – szerencsés esetben, megfelelő publikációs lehetőségek mellett – inkább csak az ország „tisza” tudományos teljesítményében mutatkozhatnak meg.

Más évekre (1995, illetve 1998) vonatkozó, s ezért csak korlátozottan összehasonlítható adatok szerint a brazil és a magyar K+F szektor mérete közötti különbség nagyban csökken, ha nem a finanszírozást, hanem a diplomás K+F személyzetet vesszük figyelembe. Ekkor a brazilok előnye már csak körülbelül háromszoros (UNESCO, 1998. 59.; KSH, 1999. 9.), ami persze részben abból a körülményből ered, hogy a brazil K+F munkaerő költségei sokkal magasabbak a magyar K+F munkaerő költségeinél. A brazil publikációs teljesítmény<sup>25</sup> azonban egyértelműen jóval meghaladja a magyart: 1995-ben összesen 2760 cikk jelent meg brazil szerzőktől és 1469 magyartól.

A brazil tudományos és K+F teljesítmény tehát a legutolsó rendelkezésre álló adatok szerint egyértelműen meghaladja a magyart. A további versenytárs országok elemzése – Magyarország közvetlen szomszédai kivételével – már korántsem lesz ennyire részletes, mert a brazil összehasonlítást módszertani példának is szántuk. Azt is szemléltetnie kellett, hogy igen különböző gazdaságméretű és földrajzi elhelyezkedésű országok összehasonlítása a tudomány és a K+F területén sokféle képet mutathat a felhasznált mutatószámok jellege szerint.

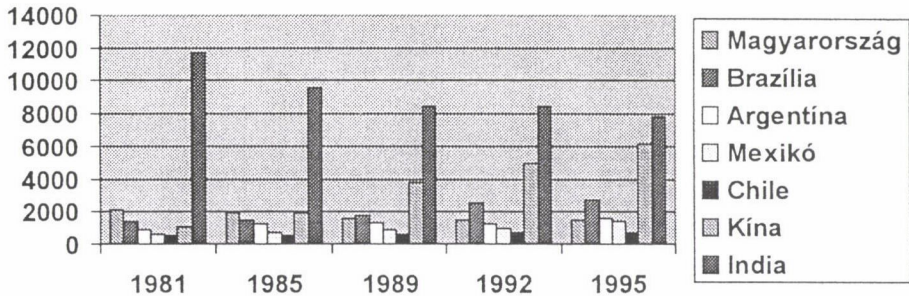
Valójában Magyarországra nézve kell kedvezőnek tartanunk az összehasonlításnak azt az eredményét, hogy Brazília a szektor több mint tizenkétszeres összegű finanszírozásával csak háromszor annyi tudományos kutatót és fejlesztőt tud alkalmazni, és nem egészen kétszer annyi jegyzett publikációt „produkálni”. Ugyanakkor egyes tudományterületeken (például a kémiai tudományokban) a magyar publikációs teljesítmény jelentősen meghaladja a brazilt. Látni kell azonban, hogy 1981 és 1995 között a jegyzett magyar publikációk száma az idézett forrás szerint 2 107-ről 1 469-re csökkent, míg a megfelelő brazil mutató 1 438-ról 2 760-ra emelkedett. *A két trend 1985 és 1989 között keresztezte egymást.*

Sajnos, ezeknek a tényeknek az alapján egyelőre szelesebb nemzetközi összehasonlítás nélkül is át lehetne fogalmazni a címben megfogalmazott feltevést úgy, hogy „az elmúlt két évtizedben volt-e Magyarország a 20. helyen a képzeletbeli tudományos világranglistán?”. Már most sejtethetjük, hogy valószínűleg egyetértő lenne a válasz, de csak a műltra vonatkozólag.

A Magyarország versenytársának tekintett fejlődő országokkal való publikációs összehasonlítás azt mutatja, hogy a hét ország közül Magyarország mellett csupán Indiában esett vissza a jegyzett publikációk száma másfél évtized alatt, de India így mért publikációs teljesítménye még mindig nagyban meghaladja a magyart. Robbanásszerű növekedést produkáltak a kínaiak, ugyancsak látványosat a brazilok, de másik két latin-amerikai országban is csaknem ugyanolyan mértékben javult a publikációs teljesítmény (1. ábra).

1995-ben a magyar publikációs teljesítmény még mindig csak alig maradt el az argentintól, épphogy meghaladta a mexikóit és sokkal jobbnak mutatkozott a chileinél. A trendek alapján erősen valószínűsíthető viszont, hogy azóta már Mexikó is Magyarország elé került, és 2000-ben csak Chile marad el tőle a fenti országmintában. Ugyanakkor a táblázat adatai máris egyértelművé teszik a magyar lemaradást Kínával és Indiával szemben, amelyek így nemcsak az innovációs rendszer „bemeneti”, hanem a „kimeneti” oldalán is magasabb pozíciót foglalnak el a képzeletbeli világranglistán.

A jegyzett publikációk száma Magyarországon és a vizsgált fejlődő országokban, 1981-1995



Forrás: *Science and Engineering Indicators*, 1998. Appendix, Table 5-49.

Az innovációs rendszer finanszírozásának vásárlóerő-paritástól független mértékét tekintve a Magyarországnál egyaránt körülbelül hatszor nagyobb GDP-jű Mexikó és Argentína egyformán mintegy kétszer annyit költ K+F-re, mint Magyarország. Az utolsó összehasonlítható évben, 1995-ben Magyarország 10,5 ezer kutatót és fejlesztőt foglalkoztatott, Argentína 18,4, Mexikó 19,4 ezret, Chile pedig mindössze 6,4 ezret.

A publikációs teljesítmény 1995-ös adatai abszolút értelemben körülbelül holtversenyt mutatnak Magyarország, Mexikó és Argentína között és jelentős magyar előnyt Chilével szemben. Noha a magyar lemorzsolódás veszélye ezen a téren igen nagy, fajlagos értelemben még a magyar teljesítmény a legjobb a négy ország között.

A tudományos mellett az innovációs versenyképességet jobban tükröző teljesítménymutató az Egyesült Államokban bejegyzett szabadalmak száma a jogtulajdonos országa szerint. Ez a nemzetközileg elfogadott K+F teljesítménymutató földrajzi okok miatt Magyarország számára eleve kedvezőtlen a latin-amerikai országokkal szemben. A legfrissebb – ugyancsak 1995-ös – adatok szerint azonban Magyarország 50-es mutatójával 31 argentin, 63 brazil, és 40 mexikói eredetű szabadalom áll szemben, Chile pedig nem is szerepel a listán (*Science and Engineering Indicators*, 1998. Appendix, Table 6-12.).

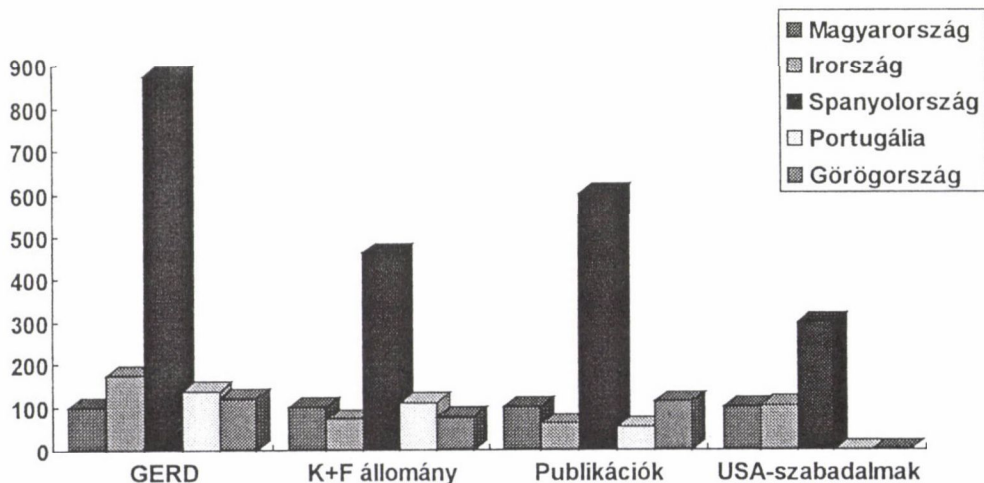
Két teljesítménymutató is azt jelzi, hogy Magyarország innovációs rendszere kevesebb pénzzel és munkaerővel ugyanolyan vagy jobb teljesítményt mutat, mint Argentínáé és Mexikóé, Chilével szemben pedig az előny az abszolút és a relatív összehasonlítás szerint is egyértelmű. Így le lehet szögezni, hogy a képzeletbeli világranglistán Magyarország megelőzi a három latin-amerikai országot – ez pedig korábbi feltevéseinknek megfelelően már nem jelent a 31. helyezésnél rosszabbat. Megint hangsúlyozni kell ugyanakkor, hogy az eddigi trendek folytatódása esetén csak néhány év kérdése az egyértelmű lemaradás Argentína és Mexikó mögött.

**Az EU kevésbé fejlett országainak K+F szektora.** Az Európai Unió kevésbé fejlett tagállamaival való összehasonlításban egyfajta „benchmarking”<sup>26</sup> módszerrel próbáljuk kialakítani a reális képet. Az innovációs rendszer két-két „bemeneti” és „kimeneti” mutatóját ábrázoljuk a vizsgált országokra úgy, hogy a magyar adatot rendre 100-nak vesszük. „Bemeneti (vagy kínálati oldali) mutatóként a GERD összegét és a kutatók-fejlesztők létszámát használjuk, „kimeneti” (keresleti oldali) mutatóként pedig a publikációs teljesítmény és az amerikai szabadalmak mutatóival dolgozunk (2. ábra).

A vizsgált öt ország mezőnyéből toronymagasan kiemelkedik Spanyolország, amelynek gazdasága nagyobb, mint a másik négy országé együttvéve. A nagyobb gazdaságméret azonban nem ugyanolyan arányban mutatkozik meg a K+F szektor méretének és teljesítményének különbségeiben. Magyarországgal szemben a spanyol GERD fölénye csaknem kilencszeres, de ebből nem egészen ötször annyi kutatót-fejlesztőt finanszíroznak, a publikációs teljesítmény hatszoros, az Egyesült Államokban bejegyzett szabadalmak aránya pedig még háromszoros sincs. Ezek a hatékonysági különbségek azonban nem teszik vitathatóvá Spanyolország magasabb helyezését a képzeletbeli világranglistán.

2. ábra

**Magyarország K+F-jének „benchmarking” összehasonlítása az EU néhány kevésbé fejlett országával**



Forrás: a GERD-adatokra *World Science Report* 1998. 77., *OMFB* 1999. 12.,13.; a létszámadatokra: *World Science Report* 1998. 81., *OMFB* 1999. 29.; a publikációs adatokra: *Science and Engineering Indicators* 1998. Appendix 5–49. tábla; a szabadalmi adatokra: *Science and Engineering Indicators* 1998. Appendix 6–12. tábla, valamint minden adatnál saját számítások

A három kisebb uniós ország mindegyike többet költ K+F szektorára, mint Magyarország, de a teljesítménymutatók vegyes képet mutatnak. *A magyar előny Portugáliával szemben egyelőre kétségtelen*, viszont sem Görögországgal, sem Írországgal szemben nem egyértelmű (Pareto-optimális) a teljesítményadatokon alapuló összehasonlítás.

Az viszont tény, hogy *mindkét ország a magyar GERD-nél több pénzből ér el hasonló publikációs és szabadalmi eredményeket*<sup>27</sup>. Az Írországgal való összehasonlítás egyelőre Magyarország felé billentheti a mérleg nyelvét, mert az értékelhető publikációk száma Magyarországon 1469, a szigetországban viszont csak 900, miközben az 50 magyar szabadalommal 52 ír áll szemben az Egyesült Államokban. Görögország esete ennek épp az ellentéte: a magyarnál valamelyest jobb ugyan a publikációs teljesítmény, viszont nincs is adat az amerikai bejegyzésű szabadalmakra<sup>28</sup>. *A képzeletbeli világranglistán ezért Magyarország Portugália mellett legalább az egyik kis EU-országot is megelőzi*. Eddigi rangsorolási rendszerünk szerint ez magyar szempontból már 29., esetleg annál jobb helyezést jelent.

A három ország K+F szektorának összehasonlítási problémája mögött jelentős részben gazdaságstratégiai különbségek állnak. Részletesebb elemzés nélkül annyit talán érdemes érzékeltetni ezekből a különbségekből, hogy az ír gazdaságpolitika több mint két évtizeden át a működőtőke-importhra koncentrálnival alapozta meg a gazdaság látványos fejlődését. Ezzel szemben Görögország nem tudott vonzó célponttá válni a működőtőke számára, és hosszú időn át szinte „fekete bárány” volt az Európai Unió országai között a közösségi alapok felhasználásának módját illetően, miközben a gazdaság csak alig mutatott strukturális fejlődést. Magyarország köztes eset (igaz, egyre közelebb Írország példájához a kilencvenes évek folyamán), persze az EU-tagság előnyei nélkül.

A három gazdaságfejlődési pálya a K+F szektor számára azért jelent eltérő feltételeket, mert a gazdasági eredmények, illetve versenyképesség-javító hatások nélküli tudományos teljesítményt elsősorban az olyan országok szokták ösztönözni, ahol a kormányzati stratégia nem abszolút prioritásnak tekinti a gazdaságfejlődést. *Az ír K+F politika sokkal inkább gazdaságközeli, mint a görög, és ennek megfelelően a szektor teljesítménye az első esetben inkább szabadalmakban, a másodikban inkább publikációkban mutatkozik meg a nemzetközi szinten*. A magyar K+F politika ugyancsak köztes esetet képvisel, igaz, azzal az 1999 végi eltolódással, hogy a K+F politika irányítása a Gazdasági Minisztérium felügyelete alól az Oktatási Minisztérium szervezetebe került.

**A magyar K+F a szomszéd országokkal összehasonlítva.** A régió országaival való összehasonlításban arra a három országra koncentrálnunk, amelyet a K+F szektorban Magyarország közeli versenytársának tekintünk. Ez a három ország, Lengyelország, Csehország és Szlovénia ugyancsak az EU-bővítés első körének jelöltjei között szerepelt, amíg az Európai Bizottság deklaráltan külön kezelte a jobb és a rosszabb csatlakozási esélyűnek mondott országokat. Viszonyítási alapként bemutatjuk azonban Ausztria adatait is, és kitérünk Szlovákiára, amelyet előzetes adatok alapján nem kívántunk külön bevonni az összehasonlításba. A nemzetközi statisztikák a szlovák gazdaságot a magyarhoz közeli fejlettségűnek mutatták a kilencvenes évek közepén, saját K+F szektoráról azonban Csehszlovákia megszűnése után kevés volt az információ (3. ábra).

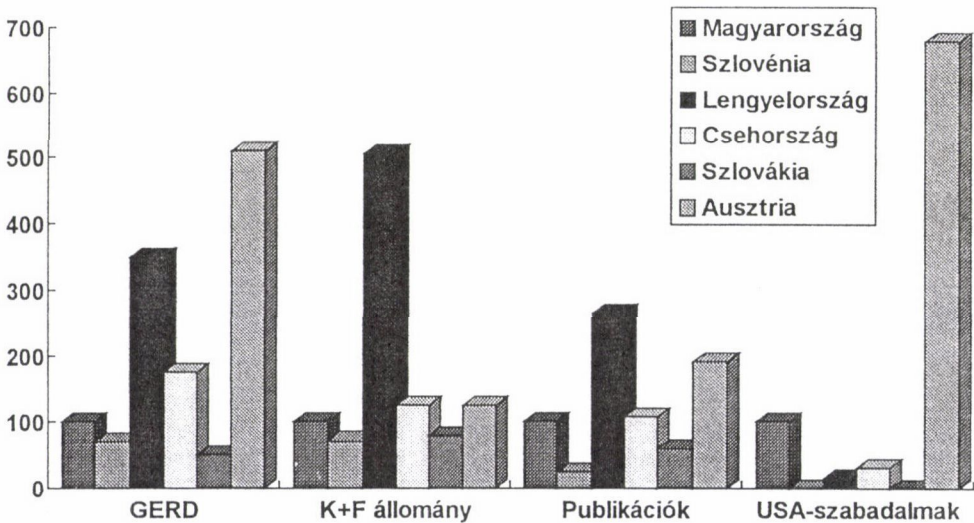
Ez az összehasonlítás jócskán eltérő képet ad attól, amit Magyarország és az Európai Unió vélt vagy tényleges perifériája között mutattunk be. Itt a

csak viszonyítási alapként kezelt Ausztria szinte minden mutatóban úgy emelkedik ki a régióból, hogy nagyon jól finanszírozott, de viszonylag kisméretű és látványos teljesítményű K+F szektort működtet.

Az összehasonlítás „nagy” nemzetgazdasága ott a spanyol, itt a lengyel. Lengyelországban a K+F politika aránylag sikeresnek, de nem kimondottan gazdaságközelinek mutatkozik. Feltűnő ugyanis az osztrákokénál is jobb lengyel publikációs teljesítmény, miközben igen kevés az Amerikában bejegyzett lengyel szabadalom. Szlovénia gazdaságának kis méretéhez képest aránylag nagy K+F szektort finanszíroz viszonylag jól, de teljesítménymutatói gyengék. A magyarnál több pénzt kapó és nagyobb szakember-állományt foglalkoztató cseh K+F szektor publikációs teljesítménye töredéknivel jobb, de az amerikai szabadalmak száma úgy is sokkal kisebb, hogy ebben a szlovák adatok is szerepelnek. Szlovákia pedig a várakozásnak megfelelően a méret- és a teljesítmény-adatok szerint is lefelé lóg ki az országcsoportból.

3. ábra

**Magyarország K+ F-jének „benchmarking” összehasonlítása  
Közép-Európa néhány országával**



Megjegyzés: a cseh szabadalmi adat 1995-ös ugyan, de Szlovákiára is vonatkozik

Forrás: a GERD-adatokra *World Science Report* 1998. 77., *OMFB* 1999. 12., 13.; a létszámadatokra: *World Science Report* 1998. 81., *OMFB* 1999. 29.; a publikációs adatokra: *Science and Engineering Indicators* 1998. Appendix 5–49. tábla; a szabadalmi adatokra: *Science and Engineering Indicators* 1998. Appendix 6–12. tábla, valamint minden adatnál saját számítások

A „visegrádi” országok tudományos, illetve K+F rangsorát nem könnyű objektíve megállapítani. Szlovénia és Szlovákia feltétlenül a másik három ország mögött foglal helyet a képzeletbeli rangsorban. Lengyelország három mutató alapján egyértelműen megelőzi Cseh- és Magyarországot is, elgondolkodtató azonban az Amerikában bejegyzett szabadalmaik csekély száma. A cseh–magyar összehasonlításban mindkét irányban mutatkoznak előnyök, a mérési bizonytalanságok és pontatlanságok miatt itt talán megengedhető „holtversenyt” hirdetni.

*Így Magyarország pozícióját a képzeletbeli nemzetközi tudományos és K+F rangsorban a 26–27. helyre tehetjük Csehországgal együtt. Az első 30 közötti helyezések akkor is megvolna, ha a nemzetközi összehasonlításból adathiány miatt kihagyott Ukrajna és Dél-Afrika Magyarország elé kerülne.*

## Az összehasonlítás kontrollja

A képzeletbeli nemzetközi K+F rangsor összeállítása számos, az eddigiekben részben már érintett módszertani buktatóval járt. A legfontosabb értékelési dilemma valószínűleg az, amelyet a versenyképesség-mérés analógiájára vetettünk föl: az input- („kinálati oldali”), illetve output- („keresleti oldali”) adatokból nyerhető eredmények között sokszor igen jelentősek az eltérések, a kétféle szemléletű mérés szintetizálására viszont nincs általánosan elfogadott megoldás.

A módszertani nehézségek miatt nem tűnik célszerűnek, hogy utólag próbálkozzunk az eredményt esetleg befolyásoló korrekciókkal. Jobb választás, ha más felmérések eredményeivel szembesítjük az itt kimutatottakat.

Az eredmény ellenőrzésére két olyan forrást választottunk, amely eddig nem szerepelt a kutatáshoz felhasznált anyagok között. Mindkettő a magyar K+F, illetve T+T<sup>29</sup> szektor kapacitásainak és teljesítményének nemzetközi összehasonlítását nyújtja. Az értékelés fontos tartalmi dilemmája, a „gazdaság és tudomány között” kérdése e két anyag összehasonlító áttekintésében is felmerül: a nemzetközi versenyképességi jelentés (*World Competitiveness...*, 1999) kifejezetten gazdasági szemléletű, az osztrák tanulmány (*Biegelbauer*, 2000) viszont a tudományos teljesítményre koncentrálnak.

A nemzetközi versenyképességi rangsorban Magyarország pozíciói folyamatosan javultak az elmúlt másfél évtizedben. Összesített helyezése 1995-ben még 41. volt (csak 2–3 országot előzött meg a listán, és közöttük nem volt közép- vagy nyugat-európai állam), 1998-ban már a 28., 1999-ben pedig a 26. pozícióit mondhatta magáénak, most már több uniós tagállam előtt is, és csaknem a vezető helyen a csatlakozásra váró országok között. A K+F szektor telephelyi értékelésében<sup>30</sup> 1999-ben a 25. helyre került (*World Competitiveness...*, 1999. 161.), ami azt jelenti, hogy Magyarország a világon a 25. legjobb országnak minősült a K+F versenyképességet elősegítő szerepét tekintve.

A magyar K+F ellentmondásos működési feltételeit, mégis jó teljesítményét jellemzi, hogy ez a kedvező adat igen változatos háttérrel alakult ki. A GERD-del kapcsolatos mutatókban (a GERD volumene, GDP-n belüli aránya és egy főre jutó értéke) Magyarország rendre a 38., a 31. és a 31. helye-

zést érte el 47 ország között, 36. volt a vállalkozások K+F kiadásainak összegénél, viszont már 28. az egy főre számított utóbbi mutatóban (*World Competitiveness...*, 1999. 474–476.). A finanszírozási adatok többségénél tehát – a saját összesített pozíciójához képest – relatív lemaradást mutatott.

Csak kicsivel jobb a kép a K+F munkaerőnél. Ennek összlétszámánál Magyarország a 31. helyezést érte el, ugyanezt egy főre számítva a 28. helyen volt, valamint 30. a vállalkozásoknál foglalkoztatott K+F munkaerő összlétszámában és 28. az egy főre számított értékben (*World Competitiveness...*, 1999. 474–478.).

A fenti számszerű mutatók kevésbé hízélgőek Magyarország számára, és viszonylag jó nemzetközi pozícióját a felmérés szerint elsősorban a szubjektív mutatóknak köszönheti.

A nemzetközi versenyképességi vizsgálat fontos részét jelentik ugyanis a kérdőíves felmérések, ahol az adott országban működő, illetve a vele kapcsolatban levő vállalkozók, kutatók, kormányzati szakemberek véleményét kérdezik és összesítik.

Magyarország India mögött a 2. helyen állt a szakképzett mérnökök munkaerőpiaci kínálatát, és 5. helyen az informatikai szakképzettségű munkaerő kínálatát illetően. A 20–25. hely közötti sávba helyezték a vállalkozások, illetve a vállalkozások és az egyetemek közötti K+F együttműködés terén, viszont a K+F pénzforrásainak elérhetőségével kapcsolatban már lecsúszott a 30. helyre (*World Competitiveness...*, 1999. 477–480.).

A hazai közhiedelemmel szemben *Magyarország összesített pozícióját kifejezetten lefelé húzza a Nobel-díjasok hiánya* (csak az 1950 óta magyar állampolgároknak adott Nobel-díjakat számolják), viszont a természettudományos ismeretek oktatása és az ifjúság körében való elterjedtsége az országot ugyancsak a szűk élmezőnybe, az első 5 helyezett közé teszi. A szabadalmak helyzetét bemutató adatok az országot többnyire a középmezőnybe vagy az alsó középmezőnybe helyezik, ahogy nem kedvező az ország 34. helyezése az alap kutatás gazdaság- és társadalomfejlődést segítő szerepénél sem (*World Competitiveness...*, 1999. 483.).

Az árnyalt és részletes versenyképességi értékelés tehát összességében megerősíti saját felmérésünk összképét. Azt azonban sokkal jobban megmutatja, hogy *a nagyon jó szakképzettségi és a nemzetközi átlagnál rosszabb finanszírozási mutatók összjátéka* alakít ki egy olyan átlagos nemzetközi pozíciót, amely tartalmilag valójában sokféleképpen értelmezhető, s amely az egyes mutatók súlyozásának függvényében valójában sokkal kedvezőbben, de rosszabbul is alakulhat. A gazdaságpolitika számára ugyanakkor meglehetősen egyértelmű üzenetet olvashatunk ki belőle, ha majd összefoglaljuk a felméréseket.

Az öt CEFTA-ország (Magyarország, Lengyelország, Csehország, Szlovákia és Szlovénia) K+F rendszerét és teljesítményét összehasonlító könyv (*Biegelbauer, 2000*) részben ugyanazokból a forrásokból dolgozik, amelyeket mi is felhasználunk. Az elemzés csak adatokat közöl, rangsort nem ad, viszont sok oldalról igyekszik megvilágítani az öt ország, különösen a központi témául választott Magyarország K+F politikájának eredményeit és lehetőségeit. A könyvben közzétett adatok alapján Magyarország előnye Szlovéniával és Szlovákiával szemben ugyancsak egyértelműnek látszik, a jóval nagyobb Lengyelországhoz képesti lemaradást azonban nem kompen-

zálja az egyes mutatóknál látható nagyobb hatékonyság. A Csehországhoz viszonyított előny-hátrány mérleg itt sem mutat világos képet.

*Biegelbauer* úgy találja, hogy a magyar K+F szektor teljesítménye a régióon belül viszonylag kevéssé szynlette meg a rendszerváltozást, jelentős részben korábbi relatív nyitottságának köszönhetően. A korábban is aránylag erős nyugati kapcsolatok hatását látja a szerző abban, hogy a magyar innovációs rendszer finomszerkezete kevéssé tükrözi a szocialista iparosítás hatásait, és szomszédainál közelebb áll a nyugat-európai országokéhoz (*Biegelbauer*, 2000. 190.).

Ennek megfelelően az élettudományok és a matematikai tudományok súlya viszonylag nagy a külföldön is elismert magyar tudományos tevékenységben, a műszaki tudományoké viszont szignifikánsan alacsonyabb, mint a térség többi országában. *Biegelbauer* szerint a magyar tudomány és a K+F szektor életképes állapotban jutott túl az átalakulás nehéz szakaszán, és most már megvannak a lehetőségei a kibontakozáshoz. Ugyanezt a többi vizsgált országról nem jelenti ki hasonló határozottsággal.

## Az összkép tehát kedvező?

Az Európai Unió Magyarországra hízeltő becslését egyetlen oldalról sem tudtuk alátámasztani, de a magyar tudományra és a K+F szektorra a defíníciós és a mérési bizonytalanságok mellett is jó fényt vet az első 30-on belül biztosra vehető helyezése a képzeletbeli világranglistán. Igaz viszont, hogy közvetlen veszélyt jelent egyes gyorsan fejlődő gazdaságok versenye, mert ezekben a latin-amerikai és távol-keleti országokban a magyarnál jóval nagyobb K+F kiadásokat belátható időn belül a szektor mieinknél kedvezőbb teljesítménymutatói igazolják majd.

A kontroll-elemzés végén idézett osztrák tanulmány (*Biegelbauer*, 2000) szerint a magyar innovációs rendszer Kelet-Közép-Európában egyelőre megmutatkozó versenyelőnyei<sup>31</sup> részben abból a körülményből erednek, hogy itt a tudomány és a K+F nyugati kapcsolatai már viszonylag széles sávon voltak lehetségesek 1990 előtt is, és az innovációs rendszerben a szerkezeti-intézményi átalakulás aránylag hamar végbement. A magyar innovációs rendszernek azonban még mindig több gyenge pontja maradt, és ezek felszámolására azért kell gyorsan törekedni, mert *reális veszélye van annak, hogy az ország már 1998-as vagy 2000-es nemzetközi K+F statisztikák alapján is kicsússzon a világ tágabban vett élmezőnyéből.*

**A multinacionális vállalatok és az innovációs háttér.** Az egyik legfontosabb, és egyre többek által felismert gyenge pontot a hazai K+F és a magyar exportban mind nagyobb szerepet játszó multinacionális vállalatok közötti kapcsolatok kvázi-hiánya jelenti. Ma már több – egyebek mellett saját, de még nem publikált – felmérés bizonyítja, hogy a magyar iparcikk-exportban a csúcstechnikai termékek aránya 25 százalék körül van. Ez az arány publikus forrás (*Inotai*, 1999) felhasználásával is bizonyítható.

Magyarország német rendeltetésű exportjában 1998-ban a technológiaiigényes termékek 60 százalékot tettek ki (*Inotai*, 1999. 70–71.). Mivel a magyar kivitelben Németország részaránya körülbelül 38 százalékos volt az MNB

adatai alapján, csak a Németországba irányuló magyar „high-tech” export részaránya is mintegy 23 százalékot ért el a magyar összexporton belül.

A nemzetközi szakirodalom szerint ez igen magas adat, egy finn forrás például csak Japán és az Egyesült Államok mutatóját teszi hasonló szintre, Németországot 20, Finnországot és Svédországot pedig csupán 15 százalékosnak adja meg (*Pajarinen – Rouvinen – Ylä-Anttila*, 1998. 121.). A magyar adat túlértékelésétől óvhat bennünket a KOPINT-Datorg által ugyancsak 25 százalékosnak közölt lengyel mutató is (*KOPINT*, 1999. 95.).

A szerző és *Papanek Gábor* 1998-ban az OMFB számára készített, végül nem publikált tanulmánya a kérdéses mutatót Magyarországra azonban ugyancsak 25 százalékosnak becsli. Abban a tanulmányban részletesen szerepelnek a csúcstechnikai, illetve a velük egyenértékűnek tekinthető technológiagigényes termékek besorolásával kapcsolatos módszertani problémák.

Ezeket itt figyelmen kívül hagyva újabb kerülőúton próbáljuk közvetve igazolni e kedvező mutatót: ha elfogadjuk, hogy az IBM Storage Products Kft. és az Audi Hungária Rt. csak csúcstechnikai termékeket exportál Magyarországról<sup>32</sup> (és erre valóban minden okunk megvan), akkor e két cég 1997-ben összesítve 477 milliárd forintos kivitelt ért el<sup>33</sup>, ami annak az évnek a 2678,7 milliárd forintos magyar összexportjából (*MNB Éves Jelentés* 1997. 200.) önmagában is 17,2 százalékos hányadot jelentett. *Mindössze két cég, és már 1997-ben, az egyéb elektronikai és a gyógyszeripari vállalkozások adatai nélkül.*

Ezek a most már több oldalról alátámasztott kedvező exportszerkezeti adatok azonban egylevel sem bizonyítanak a magyar K+F szektor fejlettségéről vagy versenyképességéről, mert a csúcstechnológiai export nagy része nem hazai K+F eredménye. Ez a probléma a hasonlóan kedvező mutatójú Lengyelországban nyilván ugyanígy megvan, és ugyanazt az anomáliát bizonyítja: *a multinacionális iparvállalatok hosszú távú megtelepedése nem jelent szerves megtelepedést is a hazai K+F szempontjából mindaddig, amíg a csúcstechnikai exportban nem jelenik meg jelentősebb mértékben a belföldi K+F eredménye.*

Az OMFB úgynevezett csúcstechnológiai pályázati rendszere 1999 végéig négy nagy multinacionális vállalat (Audi, Nokia, Knorr-Bremse, TEMIC – közülük három német autópári cég) pályázatának elfogadásával közreműködött abban, hogy ezek a nagyvállalatok kutató-fejlesztő bázist telepítsenek Magyarországra. Mindez azonban csak csepp a tengerben addig, amíg a magyar innovációs rendszer hazai tulajdonú szereplői nem válnak a multinacionális iparvállalatok rendszeres és komolyan vett partnereivé.

E partnerkapcsolatok kialakulása nélkül a magyar K+F-politika nem lázozhat sikeresen abban a térben, amelynek határait

- a nemzetkép-építéshez és az ország szellemi állapotának javításához fontos *tudományos-alapkutatási teljesítmény,*
- a gazdaság mikroszerkezetének javításához lényeges *innovációsszervezet-építés* <sup>34</sup>,
- a K+F és az oktatás mindkét irányban *szoros kapcsolatrendszerének a kiépítése* a jövő érdekében, valamint (s egyáltalán nem utolsósorban)
- a *versenyképesség-orientált vállalati K+F-stratégiák tömeges elterjedése* jelöli ki.

Ebből a szempontból Magyarország számára követendő példa lehet Nyugat-Európa korábbi perifériájának vagy félperifériájának több olyan országa, ahol hosszabb távú, tudatos stratégiával lendítették egyre tovább a gazdaságot a Porter-féle versenyképességi modell szakaszai között<sup>35</sup>.

## A fő tanulságok

A „tanuló gazdaság”<sup>36</sup> kiépítésére törekvő sikeres országok három esetét végignézve sem Finnországban (Steinbock, 1998. 30–40.), sem Dániában (Lundvall-Nielsen, 1999), sem Portugáliában (Information Society..., 1997) nem volt stratégiai vagy „intézményfejlesztési” kérdés az, hogy a tudomány- vagy a technológiapolitika közül melyiket rendeljék alá a másiknak, illetve, hogy mennyiben láthatja el az egyik szerepét a másik. A tudomány természetesen részben más babérokra tör, mint a gazdasághoz nála sokkal közelebb álló, éppen ezért a versenyképesség növelésében jóval erősebben érdekelt K+F. Ettől azonban egyáltalán nem lehet azt állítani, hogy a két terület vagy politika között szükségszerű lenne a versengés, netán a konfliktus. A kormányzati munkában indokolt volna inkább egymás kiegészítőjének tekinteni a két szférát vagy területet.

A tanulmány fő tanulságának a címben feltett kérdésre adott – módszertani okok miatt természetesen kissé habozó, ám több oldalról is bizonyított – válasz látszik. Ez pedig úgy hangzik, hogy *Magyarország ugyan nincs benne a világ első 20 országában a tudományos és K+F ráfordítások, illetve teljesítmények összevont értékelésében, egyelőre azonban biztos tagja a tágabb, 30-as élmezőnynek.* Ez feltétlenül jobb pozíciót jelent, mint az ország 45–50. közötti helye a GDP/fő mutatóval mért nemzetközi gazdaságfejlettségi rangsorban.

A közvetlen versenytársak mezőnyének áttekintése ugyanakkor felhívta a figyelmet a veszély jeleire. Nagyon valószínűnek látszik, hogy *sokáig nem tartható az az állapot, amelyben a magyar K+F és tudományos szféra teljesítménye jóval meghaladja a ráfordítási mutatók alapján várható értékeket.*

Több hasonló fejlettségű, s zömmel nem-európai országnál láttuk, hogy ott egyelőre a teljesítménymutatók alacsonyabbak a ráfordítási mutatókból várható értékeknél. Ha azonban a kettő kiegyenlítődik, amire néhány éven belül számítani kell, *Magyarország ki fog csúszni az első 30 ország közül, sőt tartós pozícióvesztés veheti kezdetét.* Persze ezt a rossz kilátást csak azok tekinthetik veszélynek, akik szerint a magyar gazdasági fejlődés tartósan gyors növekedési pályán tartása nem nélkülözheti a hazai innováció húzóerejét. Akik szerint viszont az innováció értelmetlen fogalom, vagy legalábbis nem igazi gazdaságfejlesztési húzóerő, azok számára nyilván a világ képzeletbeli tudományos vagy K+F rangsorában elfoglalt magyar helyezés is csupán egy a sok közömbös adat közül.

### JEGYZETEK:

<sup>1</sup>A tanulmány a Magyar Tudományos Akadémia 2000. évi közgyűlésén, az MTA IX., Gazdaság- és Jogtudományok Osztálya tudományos ülésén elhangzott előadás szerkesztett változata. A szerző megjegyzéseiről köszönetet mond Balogh Tamásnak, Karsai Juditnak, Kerékgyártó Györgynek, Kroó Norbertnek, Román Zoltánnak, Siegler Andrásnak, Szentes Tamásnak, Szentgyörgyi Zsuzsának, Varga Attilának, Ványai Juditnak és Vörös Józsefnek.

<sup>2</sup> 1998-ra vonatkozóan a magyar GDP értékét körülbelül 50 milliárd, az oroszot pedig inkább 200, mint 230 milliárd dollárra becsülhetjük. A K+F kiadások GDP-n belüli hányadát jelző GERD-mutató akkor Magyarországon 0,8 százalékos, Oroszországban pedig –

az utolsó, 1995-ös adat szerint – 0,7 százalékos volt (de maga a GERD csak az 1990-es volumen egyötöde, Science and Technology Indicators, 1998. 4–39, 40.).

<sup>3</sup> Az elemzésben kimondottan a tudományos kutatásra és a műszaki fejlesztésre összpontosítottunk. Ezért nem térünk ki külön a magyar felsőoktatásra, amelynek fajlagos teljesítményét több nemzetközi összehasonlítás is magasra értékeli, de ezzel a szektorral az EU-országjelentés is külön foglalkozik. Adatainkban viszont természetesen szerepel a felsőoktatás jelentős tudományos potenciálja és teljesítménye.

<sup>4</sup> Erről sokféle forrás alapján sokféle pontosabb adatot adhatnánk, de az összkép mindig körülbelül ugyanez lenne. A részletes számok iránt érdeklődő olvasónak például az (OECD, 1999) kiadvány statisztikai melléklete ajánlható. Az OECD-összehasonlítás annyiban könnyíti meg a nemzetközi áttekintést, hogy ott a szervezet 29 tagországa szerepel, amelyek közül a magyar GDP/fő mutató csak a lengyelt, a mexikóit és a törököt előzi meg. Ez az OECD-n belül a 26. helyet jelenti, de Magyarországot Európából biztosan megelőzi még a nem OECD-tag Szlovénia, Málta és Ciprus, Afrikából a Dél-Afrikai Köztársaság, Ázsiából pedig Izrael, valamint legalább öt újonnan iparosodott gazdaság (Tajvan, Szingapúr, Malájzia, Hongkong, Brunei) az OECD-tag Dél-Koreán kívül is. Ez már a 37. helyet jelentené Magyarországnak számára, de az összehasonlításban eddig nem is szerepeltek a Közel-Kelet tehető olajországai, valamint a különböző földrészek turizmusból és pénzügyi szolgáltatásokból élő gazdag minióllamai.

<sup>5</sup> Az elnevezés háttéréről és a definíciós kérdésekről lásd Papanek (1999. 6–9.). A tudomány és a technológia fogalmkörének közös és eltérő elemeiről lásd Pavitt (1999. 4–7.). Az amerikai kormány tudomány- és technológiapolitikai áttekintése ugyan részletesen definiálja az alap-, az alkalmazott kutatás és a fejlesztés fogalmát (Science and Technology Indicators, 1998. 4–9.), de részletes elemzésében (Science and Technology Indicators, 1998. 7. fej.) sem megy bele a tudomány és a technológia definíciós kérdéseibe.

<sup>6</sup> A tudományos és a K+F versenyképesség problémájának vizsgálata nem jelenti azt, mintha a nemzetközi tudományos és K+F kapcsolatokban elsősorban a versenyviszonyokat tekintenénk a domináns tényezőnek. Kétségtelen, hogy itt a kölcsönös előnyöket nyújtó együttműködés, különösen a közös kutatás és az információcsere szerepe sokkal nagyobb, mint a gazdaságban általában. Azt azonban nem hihetjük, hogy ebből a szférából hiányzik a verseny, hiszen mindenhol, ahol a teljesítmények mérhetőek és a mérés eredményétől nagyban függ a szereplők előrejutása is, az előrejutás sokszor csak a többi szereplő rovására lehetséges.

<sup>7</sup> A GDP-ből K+F-re költött hányadot ábrázoló GERD (Gross Expenditure on Research and Development)-mutató és adott ország kutatóinak publikációs teljesítménye között ugyancsak nehéz volna megállapítani a kapcsolatot például olyan feltevés alapján, hogy a GERD-ből valóban az ehhez a publikációs teljesítményhez szükséges kutatásokat finanszírozták. Az összefüggés kimutatásához először például a GERD-hez kellene hozzáadni a külföldi pályázatokon elnyert támogatásokat, vagy a publikációs teljesítmény mutatóit megtisztítani a külföldi pénzekből finanszírozott kutatások megalapozta publikációk hatásától. Ez csak egy példa az összefüggés korrekt kimutatásának súlyos módszertani nehézségeire.

<sup>8</sup> Erre a mérési nehézségre Szentes Tamás hívta fel a figyelmemet.

<sup>9</sup> Tekintsük Svájcot, Hollandiát, Svédországot és Finnországot: a legutolsó, 1995-ös adatok szerint lakosságszámra vetítve Svájc fejenként több mint 2-szer, Svédország 1,8-szor, Hollandia 1,6-szor, Finnország pedig 1,4-szer annyi tudományos publikációt „produkált”, mint Németország. Az Egyesült Államokban bejegyzett szabadalmak fejenkénti száma Svájcban 45, Svédországban 20 százalékkal magasabb, Hollandiában 20 százalékkal, Finnországban pedig 8 százalékkal alacsonyabb volt, mint Németországban. A tudományos publikációkat tekintve a felsorolt kis országok előnye körülbelül ugyanekkora Franciaországgal, viszont alig több mint harmadannyi az Egyesült Királysággal szemben. A szabadalmi összehasonlításban már mind a négy kis ország vezet Franciaországhoz és –

meglepő módon – az Egyesült Királysághoz képest is (UNESCO, 1998. 82–83. alapján saját számítások).

<sup>10</sup> Spanyolország lakosság száma 55–60 százaléka Németorszáégénak.

<sup>11</sup> Az utolsó, 1995-ös adatok szerint az ír publikációk száma alig volt több, mint a portugáloké, ami háromszor jobb fajlagos teljesítményt jelentett, viszont ugyancsak háromszoros fajlagos lemaradást Svédországgal szemben (UNESCO, 1998. 82.).

<sup>12</sup> A Magyarországhoz hasonlóan 10 milliós ország GDP-je ma már csupán 10 milliárd dollár körüli, azaz a magyarnak legföljebb a 20 százaléka.

<sup>13</sup> Kinában például körülbelül 1,5 millió, Indiában pedig mintegy 150 ezer diplomás dolgozik kutató és fejlesztő munkakörben (UNESCO, 1998. 238., 201.). Magyarországon a megfelelő – ám nem feltétlenül összehasonlítható – számadat 1995 és 1998 között 10 és 12 ezer között változott, Svédországban mintegy 30 ezer, Finnországban 19 ezer, Hollandiában 33 ezer, Lengyelországban 52 ezer volt (OMFB, 1999. 27–28.).

<sup>14</sup> Ennek részletes elemzésével a tranzíciós szakirodalomban számos forrás foglalkozik, beleértve az IMF, az EBRD és az Európai Unió rendszeres régiós, illetve országjelentéseit. A magyar források közül jó összefoglalást, egyúttal prognózist ad (KOPINT, 1999).

<sup>15</sup> Szlovénia, Magyarország, Csehország, Szlovákia, Lengyelország, Románia, Bulgária, Litvánia, Lettország és Észtország, valamint a témánk szempontjából nem releváns Ciprus és Málta.

<sup>16</sup> A szlovák GDP a magyarnak kevesebb mint a fele, és ez a mutató a balti államok egyikében sem haladja meg a magyar GDP 30 százalékát. S egy első látásra talán meglepő tény: a magyarnál sokkal nagyobbnak látszó román gazdaság valójában csak a magyar GDP körülbelül 70 százalékát produkálja.

<sup>17</sup> A 200 és 230 milliárd dollár közöttinek becsülhető GDP 0,7 százalékát. Ez felső korlát, ugyanis az orosz GERD-mutató 1990 és 1995 között 2-ről 0,7 százalékra csökkent (UNESCO, 1999. 138.), azóta pedig minden közvetett információ alapján – különösen az orosz gazdaság 1998 nyári súlyos krízise miatt – még alacsonyabb lett.

<sup>18</sup> Az ukrán GDP ma már akkor is csak körülbelül 20 százalékkal lenne nagyobb a magyarnál, ha az ország GDP/fő mutatója elérné Oroszorszáégét. Az utóbbi feltevés azonban nem látszik valószínűnek.

<sup>19</sup> A források szükössége miatt a hivatkozott UNESCO-anyag nem közöl abszolút GERD-értékeket a FÁK-országokról, de megadja – legutolsó évként 1995-re – a GERD-mutatót. Ez egyedül Ukrajnában érte el a FÁK-országok közül az 1 százalékot, de azóta valószínűleg erősen csökkent. A megadott becslések saját számításokon alapulnak.

<sup>20</sup> Az 1996-os GERD-mutató 0,45 százalék volt (OMFB, 1999. 12.), ami a körülbelül 180 milliárd dolláros török GDP-hez képest mintegy 800 millió dolláros GERD-et jelent. Törökország egyébként a világ nagyon kevés olyan országa közé tartozik, amelyet egyáltalán nem tárgyal az UNESCO többször hivatkozott kiadványa. A nyugat-európai országok között a szerkesztők nem szerepeltetik, a közel-keleti régiót pedig nem kezelik számbavételi egységként (az arab országok, Izrael, valamint Dél-Ázsia – amely Iránt is tartalmazza – jelennek meg önálló fejezetekben).

<sup>21</sup> A 10 ezer főre számított kutatói részarány 1996-ban Japánban 49, Svédországban 38, Németországban 28, Ausztriában 18, Magyarországon 10, Törökországban pedig 3 volt (OMFB, 1999. 28.).

<sup>22</sup> Ezt egyébként az orosz publikációs teljesítmény legutolsó rendelkezésre álló adatai még mindig egyértelműen alátámasztják.

<sup>23</sup> Nemzetközi összehasonlításban Dél-Afrika mellett ez az egyetlen ország, amelyről nem tudunk végezni közelebbi elemzést.

<sup>24</sup> Minthogy Brazília szövetségi állam, ezért – ismeretlen megoszlásban – a központi kormány és a szövetségi államok költségvetése.

<sup>25</sup> Ezt az amerikai National Science Foundation adatai alapján mérjük (Science and Engineering Indicators, 1998. Appendix, Table 5–49.), ahol a nemzetközileg referált természettudományos és műszaki szakfolyóiratokban megjelent cikkek száma szerepel a szer-

zók országai szerinti csoportosításban. A többszerzős cikkek minden egyes szerzőnél egy-egy egész cikknek számítanak. Ez elsősorban az olyan tudományágakban (fizika, orvostudomány) okozhat torzulást, ahol gyakoriak a sokszerzős cikkek. Az agrár- vagy a műszaki tudományokban, illetve a kémiában ez sokkal ritkább.

<sup>26</sup> A kifejezést a vállalatvezetési szakirodalom terjesztette el a kilencvenes években. Pontos magyar fordítása nincs, de körülbelül annyit jelent, hogy „mérccs összehasonlítás”.

<sup>27</sup> A tanulmány több vitáján is felmerült, hogy a felhasznált mutatókat „normálni” kellene, azaz a vizsgált országok lakosságszámára vetítve bemutatni. Így a magyar pozíciók például Spanyolországgal, Írországgal vagy Lengyelországgal szemben javulnának, Portugáliához, Görögországhoz vagy Csehországhoz képest azonban nem lenne változás. Azért tekintettünk el a „normalástól”, mert a nemzetközi versenyképességi vizsgálatokban sem használják. Ha például Magyarország pozíciói az EU összesített importjában egy ötször nagyobb lakosságú országgal összehasonlítva csak 20 százalékkal kisebbek, tehát fajlagosan jobbakként még nem tekintik Magyarországot versenyképesebbnek. A világgazdaságban általában általában a versenyző egységek (például országok), nem pedig a hozzájuk tartozó egyének átlagos teljesítményére kíváncsiak.

<sup>28</sup> A felhasznált, igen precíz statisztikai forrás (*Science and Engineering Indicators*, 1998.) a 10 szabadalomnál kevesebbet produkáló országokat összevontan, az „Egyéb országok” csoportjába sorolja.

<sup>29</sup> Tudományos és technológiai.

<sup>30</sup> Tehát, hogy a magyar gazdaság versenyelőnyei közül a K+F hová helyezi az országot a nemzetközi rangsorban.

<sup>31</sup> Az osztrák szerző maga nem használja ezt a kifejezést.

<sup>32</sup> Valamint tudjuk, hogy nettó árbevételük 100 százalékban exportjukból származik.

<sup>33</sup> HDR Top 2000. Magyarország vezető vállalatai 1999. 6.

<sup>34</sup> Ez mindenekelőtt az úgynevezett diffúziós rendszer lényeges korszerűsítését jelenti a jelenlegi szétforgácsolt és összehangolatlan, inkább csak foltokban létező rendszer helyett.

<sup>35</sup> *Michael Porter*-nek ez a versenyképességi modellje a hetvenes évek közepi *Balassa*-féle „Stages Approach”-csal („fokozatos megközelítés”) rokonságban azt állítja, hogy a gazdaságfejlődés fő hajtóereje a gazdaság fejlettségével összhangban változik. *Balassa* (1977) modelljében a háttérrel a nemzeti tőkefelhalmozási folyamat adja, Porternél viszont a versenyképesség tényezői változnak a gazdaságfejlődés során, Porter négy szakaszt különböztet meg: 1. a termelési tényezők vezérelte növekedés; 2. a beruházások vezérelte növekedés; 3. az innováció vezérelte növekedés; és 4. a vagyoni vezérelte növekedés (*Porter*, 1990).

<sup>36</sup> A „tanuló gazdaság” kifejezés más tartalmú, mint a magyar szakirodalomban előszeretettel használt „tudásalapú gazdaság” fogalom. A Nobel-díjas *Herbert A. Simon* mutat rá arra, hogy az emberiség gazdaságtörténetének minden egyes szakasza a maga korában „tudásalapú” volt, és ezt ma is el lehet mondani például a Pápua Új-Guinea őserdeiben működő bennszülött vadászról (*Simon*, 1999. 23.). *Simon* is a „tanuló gazdaság” kifejezés alkalmazását ajánlja.

#### IRODALOMJEGYZÉK:

- Agenda 2000 (1997): Agenda 2000. Az Európai Bizottság véleménye Magyarország Európai Unióba történő jelentkezéséről. Külügyminisztérium, Budapest, 1997. 82 + 14.
- Balassa, Bela* (1977): A Stages Approach to Comparative Advantage. World Bank Staff Working Paper 256., May 1977.
- Biegelbauer, Peter S.* (2000): 130 Years of Catching Up with the West. A comparative perspective on Hungarian industry, science and technology policy-making since industrialization. Contemporary Trends in European Social Sciences. Ashgate, Aldershot, 2000. 250.

- Glatz, Ferenc (1998): Tudománypolitika az ezredforduló Magyarországon. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 1998. 123 o.
- Information Society ... (1997): Information Society. The Green Paper on the Information Society in Portugal. Missão para a Sociedade da Informação, Lisbon, May 1997. 87.
- Inotai, András (1999): Magyarország és a többi közép- és kelet-európai ország szerkezeti átalakulása a Németországba irányuló export tükrében 1989–1998. MTA VKI – OMFB, 1999. 150.
- KOPINT (1999): A világ és Magyarország gazdasága középtávon: 1999–2003. KOPINT-DATORG Rt., Budapest, 1999. november. 227.
- Kóhalmi, Zsolt (1997): Technológia és műszaki fejlesztés munkacsoport. In: EU-csatlakozásunk stratégiai kérdései. Az Integrációs Stratégiai Munkacsoport koordinátorainak szektor-elemzései. ISM, Budapest, 1997. 62–80.
- KSH (1999): Tudományos kutatás és kísérleti fejlesztés (Előzetes adatok). Központi Statisztikai Hivatal, Budapest, 1999. 16.
- Lundvall, Bengt-Åke – Nielsen, Peter (1999): Competition and transformation in the learning economy - illustrated by the Danish case. *Revue d'Économie Industrielle*, No. 88. 2e trimestre 1999 (Numéro spécial: L'économie de la connaissance). 67–90.
- OECD (1999): OECD Gazdasági Tanulmányok Magyarország. OECD, Párizs–Budapest, 1999. 177.
- OMFB (1999): Research and Development in Hungary 1999. KSH–OMFB, 1999.
- Pajarinen, Mika – Rouvinen, Pentti – Ylä-Anttila, Pekka (1998): Small Country strategies in Global Competition. Benchmarking the Finnish Case. ETLA – SITRA, Helsinki, 1998. 162.
- Papanek, Gábor (szerk.) (1999.): A magyar innovációs rendszer főbb összefüggései. OMFB, Budapest, 1999. 149.
- Pavitt, Keith (1999): Technology, Management and Systems of Innovation. Edward Elgar, Cheltenham, 1999. 250.
- Petit, Pascal (1999): Les aléas de la croissance dans une économie fondée sur le savoir. *Revue d'Économie Industrielle*, No. 88. 2e trimestre 1999 (Numéro spécial: L'économie de la connaissance). 41–66.
- Porter, Michael E. (1990): The Competitive Advantage of Nations. The Free Press, New York, 1990. 855.
- Sachs, Jeffrey (2000): A new map of the world. Today's world is divided not by ideology but by technology. This demands, Jeffrey Sachs argues here, bold new thinking on development. *The Economist* June 24<sup>th</sup> 2000. 99–101.
- Science and Engineering... (1998): Science and Engineering Indicators 1998. National Science Board, Arlington, VA, 1998.
- Simon, Herbert A. (1999): The many shapes of knowledge. *Revue d'Économie Industrielle*, No. 88. 2e trimestre 1999 (Numéro spécial: L'économie de la connaissance). 23–40.
- Steinbock, Dan (1998): From Cartels to Competition. The Competitive Advantage of Finland. SITRA-Taloustieto Oy, Helsinki, 1998. 308.
- Tolnai, Márton (szerk.) (1997): Magyarország EU-csatlakozása és a kutatás-fejlesztés. Európai Tükör Műhelytanulmányok 12. ISM, Budapest, 1997. 64.
- Török, Ádám (1997): A versenyképesség-elemzés egyes módszertani kérdései. *Gazdaság – Vállalkozás – Vezetés*. 97/3. 2–13.
- UNESCO (1998): World Science Report. UNESCO Publishing – Elsevier, London, 1998. 288.
- World Competitiveness... (1999): The World Competitiveness Yearbook 1999. World Economic Forum, Geneva–Davos, 1999.

## Az örökletes információ eredete

---

*Miközben a bioinformatika öles léptekkel halad előre a ma élő szervezetek genetikai információjának feltérképezésében, egyre világosabb képünk alakul ki a genetikai információ eredetéről. A legkorábbi evolúciós egységek kismolekulájú replikátorok lehettek. A moduláris, DNS-szerű replikátorok megjelenése csak hosszabb evolúció eredménye lehetett. Alighanem létezett egy RNS-világ, amikor a ribonukleinsavak nemcsak gének, hanem enzimek is voltak egyben. E feltételezést megerősítette az enzimatikus RNS-ek (ribozimek) mesterséges szelekciója. A fehérjék felé való elmozdulás a hatékonyabb enzimes funkcióra való szelekciónak volt köszönhető: az aminosavak valószínűleg a ribozimeket kiegészítő koenzimekként léptek be az anyagcserébe. Eközben a genetikai kód is kialakulhatott anélkül, hogy egyúttal a fehérjeszintézis eredetének nehéz problémáját is meg kellett volna oldani. A már kialakult genetikai kód azonban nagyban megkönnyíthette a transzláció evolúciós eredetét. E gondolatok a mai technikákkal kísérletileg tesztelhetők.*

---

### Az örökletes információ természete: mechanizmus és evolúció

Századunk a genetikai információ felderítésének jegyében telt el: az eljén *de Vries*, *Correns* és *Tschermak* újra felfedezik a Mendel-törvényeket, 1953-ban *Watson* és *Crick* a *Nature* hasábjain publikálja a DNS térszerkezeti modelljét, mára pedig több mint húszféle organizmus genomjának teljes szekvenciáját ismerjük. Az új évezred a bioinformatika minden képzeletet felülmúló szárnyalását hozza majd. E diszciplínában a genetikai információval foglalkozó molekuláris biológia és az elektronikus információt kezelő számítógépes informatika lépett frigyre. A bioinformatika a genetikai információ közismert módját: a DNS-ben kódolt szekvenciát veszi alapul; minden további ismeretet innen igyekszik kikövetkeztetni. A molekuláris biológia

diadala nem az egyetlen példája a génekben hordozott információ felderítésével kapcsolatos forradalomnak.

Az evolúciobiológiában három kutató: *George Williams*, *Bill Hamilton* és *John Maynard Smith* voltak azok, akik a génközpontú nézőpont hasznossága mellett érveltek, s ezt úttörő munkáikban hatékonyan alkalmazták is. Eredményeiket *Richard Dawkins* (1986) népszerűsítette és fejlesztette tovább – szinte akarata ellenére – a filozófia irányába. A nemrég – fájdalmasan korán – elhunyt Hamilton dolgozta ki a rokonszelekció elméletét, mely a társas életformák egyik hatékony magyarázata. Hogyan lehetséges, hogy az államalkotó rovarok kolóniáiban annyi a terméketlen dolgozó? E kérdés már *Darwin* fejébe is szöveget ütött. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a terméketlen kasztok egyedei saját terméketlenségüket nem képesek utódaiknak átadni, vagyis az ilyen egyedek rátermettsége – utódok hiányában – éppen nulla.

Akkor mégis hogyan magyarázhatjuk a rovarkolóniák eredetét? *Darwin* tudta, hogy ha ezt a kérdést nem sikerül megnyugtatóan tisztázni, akkor a természetes szelekción alapuló evolúció elmélete megbukik. Saját mentő ötlete az volt, hogy ebben az esetben talán nem az egyed, hanem a család a szelekció egysége. Mint annyiszor, e sejtése is lényegében igaznak bizonyult. Már *Haldane*-nak, a populációgenetika kidolgozójának egy odavetett megjegyzése utal a mélyebb összefüggésre: „Szívesen feláldozom az életem két bátyáért, vagy tíz unokatestvéremért”. (Elég lett volna nyolc is – *Haldane* túl okos volt az ilyesmiben, semhogy ezt ne sütötte volna ki –, de valószínűleg még nyerni is akart az „üzleten”.) 1964-ben végül is *Hamilton* alkotott részletes elméletet, amelyben az altruista egyedek terjedésének feltételét megszabta. *Altruistának* e kontextusban olyan egyedet nevezünk, aki saját rátermettségének csökkentése árán másokét segíti: az emlegetett dolgozó rovar nyilván ilyen.

A rokonszelekció elméletének szépsége, hogy igen kellemetlen populációgenetikai számolgatást tömörít egy elegáns formulába. Egy altruista változat akkor terjed el a populációban, ha  $b > c$ , ahol  $c$  az altruista vesztesége és  $b$  a kedvezményezett egyed nyeresége (fitness egységekben mérve),  $r$  pedig a köztük levő genetikai rokonság foka ( $r$  értéke természetesen 0 és 1 között változhat, míg  $b$  és  $c$  nemnegatív számok). Minél közelebbi a rokonság az altruista és a kedvezményezett között, annál nagyobb ár mellett is teljesül az egyenlőség. Ennek mélyebb oka az, hogy a közeli rokonok jó eséllyel valamely gén – esetünkben az altruizmust „okozó” gén – ugyanazon formáját (allélját) hordozzák, így az – a *Hamilton*-egyenlőtlenség szerint – el tud terjedni.

Ez volt az elmélet, mely *Dawkinst* a legerősebben befolyásolta, amikor az „önző gén” koncepcióját kidolgozta. Érvelése szerint a gének lényegében manipulálják az őket hordozó organizmusokat, és ha ezzel elérik, hogy az utódgenerációban egyéb génformák terhére elterjednek, akkor ez még akkor is sikeres lesz, ha közben az organizmusok populációját a kihálás fenyegeti. Egy gén tehát akkor is el tud terjedni, ha ez káros az őt hordozó organizmus számára. Mint tudjuk, ez nagyon is igaz. 1980-ban vezette be *Orgel* és *Crick*, illetve *Doolittle* és *Sapienza* az önző DNS fogalmát: ebbe a körbe tartoznak például a *transzpozonok* is. Ezek olyan ugráló gének, melyek magukat másolva tudnak a genomban elszaporodni. Ez gyakran kimutatható hátrányt (pl. terméketlenséget) okoz a hordozó szervezetben. Az említett

molekuláris szakemberek figyelmét nem kerülte el a nyilvánvaló kapcsolat: nyíltan hivatkoztak Dawkins nagyhatású művére. E sokféle megközelítés vezetett – főleg *Williams* (1966) munkássága nyomán – az *információs gén* fogalmához. Eszerint van a fizikai gén (adott organizmus adott DNS-ének egy konkrét szakasza) és van a gén mint információ, ami nyilván elszakadhat pillanatnyi anyagi hordozójától: valójában ez az, ami a generációk sorozatán keresztül öröklődik. Ezt az elszakadás a bioinformatika korában drámai: a gének információját immár számítógépes lemezek és CD-k is hordozzák. Elannyira, hogy vehetjük az elektronikusan tárolt verziót, szintetizálhatjuk a neki megfelelő DNS-darabot, melyet aztán valamely élőlénybe beültethetünk, ahol alkalmasint ugyanazt a funkciót láthatja el, mint abban az organizmusban, ahonnan a szekvenciát meghatározták.

Azt, hogy az öröklődés valamiképp az információs műveletekkel kapcsolatos, már *Weismann* (1889) is tudta több mint száz évvel ezelőtt. Érvelése szerint a szerzett tulajdonságok öröklődése olyasféle csoda volna, mintha egy Angliában angolul feladott távirat Kinában kínaiul érkezne meg. Ma már sokkal világosabb képünk van a genetikai információ természetéről, amely az információ egyik fajtája. Miként a kibernetika atyja, *Norbert Wiener* megjegyezte, az információ az információ, nem pedig anyag vagy energia. Így igaz: e felismerés munkál *Williams* információs gén koncepciójának hátterében is.

Felmerül azonban a kérdés, hogy a biológiában mindig génekhez kötött-e az örökletes információ? Mielőtt rávágánk az igent, gondolkozzunk el egy pillanatra. Könnyű ugyanis belátni, hogy a válasz rossz. A többsejtű szervezetek egyedfejlődése során a megtermékenyített petesejtből egy sok és sokféle sejtből álló bonyolult organizmus bontakozik ki. Valamikor a májsejtek is megjelennek, melyek további osztódás útján – ha minden jól megy – újabb májsejteket eredményeznek. Természetes lenne azt gondolni, hogy a májsejt és a fehérvérsejt között a DNS szekvenciája más, és ezért más a fenotípusuk – *Weismann* ilyesmit gondolt a differenciálódásról. Noha ez eset is előfordul, legtöbbször más történik. Ha nem a gének változnak meg, akkor mi? *A gének ki- és bekapcsoltsági állapota!* S ez az állapot – mint láttuk – öröklődik. Nem úszhatjuk meg a következtetést, hogy bennünk egy kettős öröklődési rendszer működik. A másodlagos öröklődést epigenetikai öröklődésnek nevezzük, s nélküle mi sem lennénk itt (*Maynard Smith*, 1990; *Maynard Smith & Szathmáry*, 1997).

Van azonban még többféle, a gének alatt és fölött (szerveződési értelemben), illetve előtt és után (evolúciós értelemben) ható öröklődési rendszer is. E tanulmány nyilván nem tekintheti át mindegyiket; inkább csak impresszionista képet festhet e változatos táj néhány szegletéről.

## A legkorábbi evolúciós egységek

A gének túl bonyolultak ahhoz, hogy valami őseles-féléből csak úgy keletkezhetek volna. Még az RNS-sel is ez a helyzet, sajnos. Létezhetek-e *evolúciós egységek* a nukleinsavak megjelenése előtt? Ehhez azt kell tudnunk, mi is egy evolúciós egység. *Maynard Smith* (1990) szerint az egységektől megköveteljük, hogy szaporodjanak, bizonyos tulajdonságaik öröklődjenek és legyen öröklődő változékonyság is. Feltétel továbbá, hogy az örökletes kü-

lönbségek befolyásolják az egységek rátermettségét (az utódok várható számát). Amennyiben az egységek ezt mind tudják, az általuk alkotott populációban természetes szelekción keresztüli evolúció indulhat meg.

Az evolúció feltételeinek fenti megfogalmazása legalább két szempontból figyelemre méltó. Először is vegyük észre, hogy nem specifikálja tovább az egységek természetét: még csak az sem kell, hogy élők legyenek. Ez talán meghökkentő, de gondoljunk csak a vírusokra vagy a kémcsőben replikálódó RNS-molekulákra: ezek nem élnek, de kísérletekkel igazolhatóan képesek a darwini evolúcióra. Másodszor, a leírás pimaszul egyszerű, szinte primitív. Valójában egy algoritmus is kiolvasható belőle: „végy sok egységet, melyek ... stb.” (Dennett, 1999). Sokakat feldühít, hogy egy ilyen primitív algoritmus ilyen teljesítőképes. Ez néhány más természettudományos konstrukcióra is igaz, például a kvantummechanikára és a relativitás-elméletre, de ezeket egyrészt már megszoktuk, másrészt a „lelki” érintettségünk mégiscsak kisebb, mivelhogy egyikük sem foglalkozik azzal, hogy miként alakult ki az emberiség – hogy csak egy példát említsünk.

Visszatérve az eredeti kérdésre, mik lehettek – úgy 3,8 milliárd évvel ezelőtt – az első evolúciós egységek? A szaporodás legegyszerűbb formája a replikáció, amikor egy *A* molekula kémiai reakciói egy másik *A* molekulát eredményeznek. Miként Orgel (1992) találóan megjegyezte, a replikáció kémiai szempontból autokatalízisre épül, míg az autokatalízis – valamiféle értelemben – mindig replikációt eredményez. Katalízisről itt azért beszélünk, mert az *A* molekula visszaalakul, autokatalízisről pedig azért, mert a reakciótermékek között egy fölös *A* molekulát találunk. Ilyen autokatalitikus rendszereket a szervetlen és a szerves kémia is ismer. A közti anyagcserében a kismolekulák szintjén ilyen a redukív citromsavciklus és a Calvin-ciklus is. Előbbi bizonyos baktériumokban, utóbbi főleg a növényekben az autotróf szénasszimiláció központi folyamata. Azonban ezek a ciklusok nem szolgálhatnak az élet keletkezéséhez közvetlen megoldásul, mert a reakciólépéseiket enzimek katalizálják, márpedig az enzimek maguk is egy hosszú evolúció termékei. Ismerünk-e prebiológiai jelentőségű nem-enzimes autokatalitikus ciklusokat? Egyelőre csupán egyet, az ún. formóz reakciót. Itt tulajdonképpen egy bonyolult reakcióhálózatról van szó; melyben autokatalízissel cukrok keletkeznek. A központi folyamat a glikolaldehid molekula replikációja, mely két formaldehid molekula beépítésével két molekula glikolaldehiddé alakul át. E reakció prebiotikus jelentőségéről megoszlanak a vélemények – az én véleményem szerint igenis lehetett szerepe a cukrok abiogén keletkezésében.

A replikáció azonban nem elég: Orgel (1992) szerint információ replikációt keresünk, ami a biológus számára az öröklődést jelenti, melynek során *A* típusú egységekből újabb *A* típusú, *B* típusú egységekből újabb *B* típusú egységek keletkeznek. Ilyenre a kismolekulájú autokatalitikus ciklusok világában még nem ismerünk példát, noha Günter Wächtershäuser (1992) szerint valószínűleg léteztek. Ő a redukív citromsav ciklus egy archaikus változatára utal mint ősi metabolikus replikátorra. Nem tudjuk, hogy igaza van-e, de a kérdés empirikusan eldönthető.

Abban az esetben is, ha az öröklődéssel bíró kismolekulájú ciklusok a realitások világába tartoznak, észre kell vennünk, hogy az öröklődési potenciáljuk korlátozott. Ezen azt értjük, hogy a lehetséges típusok száma ki-

sebb, mint a realiztikus rendszerek mérete. Ha például mólnyi mennyiségű ( $6 \cdot 10^{23}$  darab) molekulánk van, akkor a lehetséges változatok számának ezt meg kellene haladnia. A kismolekulájú ciklusok esetében ez kizárt. Az ilyen korlátozott öröklődésű rendszerekben az evolúció is korlátozott, amennyiben véges idő alatt véget érhet.

A kiutat a korlátlan öröklődésű rendszerek megjelenése biztosította. A mai gének is ezek közé tartoznak. Esetükben a lehetséges típusok (itt: szekvenciák) száma jóval nagyobb, mint a realiztikus populációk mérete. Érdeemes például megkérdezni, hogy egy húszféle aminosavból álló, százas tagszámú fehérje hányféle aminosav sorrenddel rendelkezhet. A válasz egyszerű:  $20^{100} \sim 10^{130}$ . A belátható Univerzumban még protonból sincsen ennyi. A korlátlan öröklődést másfelől is megvilágíthatjuk, ha segítségül hívjuk a Maynard Smith (1970) által bevezetett szekvenciateret. Ez egy diszkrét, sokdimenziós tér, ahol minden egyes pont egy szekvenciát jelöl, s minden szekvencia közvetlen szomszédjai a tőle egy aminosavban különböző szekvenciák. Természetesen egy ilyen teret nukleotid szekvenciákra is definiálhatunk. Képzeljünk egy olyan nukleinsav-teret, amely elég nagy ahhoz, hogy benne az összes földi szervezet genomja valahová elhelyezhető. Képzeljük el, hogy e tér kezdetben sötét, és minden egyes egyed szekvenciájának elhelyezésekor ott egy izzót meggyújtunk. Munkánk befejezésekor a tér még mindig jó közelítéssel sötét marad: ezért mondhatjuk, hogy a mai szervezetek öröklődése potenciálisan korlátlan. Az öröklődés mechanizmusa nem állít nyilvánvaló korlátokat az evolúció elé; ha vannak ilyenek, azokat máshol kell keresnünk (Szathmáry & Maynard Smith, 1995; Maynard Smith és Szathmáry, 1997; Szathmáry, 1995, 1999a).

Egy ma méltán divatos elképzelés szerint először a korlátozott öröklődésű ciklusok jelentek meg, melyekből – eredetileg parazitaként – a még mindig korlátozott öröklődésű, de már moduláris replikátorok is kifejlődtek. A DNS replikációja moduláris, mert négyféle nukleotid variált, ismételt beépítésével megoldható. Egy rövid DNS-darab azonban csak korlátozott öröklődéssel bírhat: ha a lánc  $n$  nukleotid hosszú, akkor  $4^n$  számú eltérő szekvencia lehetséges, ami  $n = 40$  esetében még csupán  $10^{24}$ .

Mint fentebb már említettem, az RNS vagy a DNS túl bonyolult ahhoz, hogy a moduláris replikáció velük kezdődhetett volna. Jelenleg nem tudjuk, mik lehettek az első ilyen replikátorok. Azt azonban tudjuk, hogy elvi akadály a ilyen replikátorok létezésének sincsen. *Günter von Kiedrowski* volt az első, aki 1986-ban kimutatta, hogy egy hattagú, DNS-hez igen hasonló molekula az öt felépítő két háromtagú töredék oldatában spontán (vagyis enzim nélkül) replikációra képes. Azóta már sok hasonló molekulát sikerült találni, noha közvetlen prebiológiai plauzibilitása egyiknek sincsen.

## Összetett anyagcsere az RNS-világban

Bárhogy is történt, az evolúció valahogy eljutott az RNS molekulák megjelenéséig. Kezdetét vette az RNS-világ. E kifejezés *Walter Gilbert*től (1986) származik, s eredetileg egy egymást másolató RNS-populáció korszakát jelentette. Ma úgy gondoljuk, hogy az RNS-világban bonyolult anyagcseréjű, de RNS alapú sejtek éltek (*Benner et al.* 1989). Mi ennek az alapja?

Az élet keletkezésének kutatását hosszú ideig szinte reménytelen helyzetbe hozta a prebiológiai tyúk-tojás probléma: mi volt előbb, nukleinsav vagy fehérje? A nukleinsavak jó gének, a fehérjék jó enzimek, s köztük a genetikai kód az összekötő kapocs. A fehérjeszintézisben fordítódik le a gének nukleotid sorrendje a fehérjék aminosav sorrendjére. A gének replikációját az enzimek biztosítják. Gén nélkül nincs enzim, enzim nélkül nincs gén. Ezt ma is így gondoljuk, de a probléma már korántsem olyan félelmetes, mint egykoron. Az ok az, hogy mindkét funkciót elláthatta az RNS.

Ezt a lehetőséget ötlet szintjén egymástól függetlenül vetette fel Woese, Crick és Orgel 1967-ben, illetve 1968-ban, s aztán a tetszhalál állapotába jutott, amíg 1981-ben fel nem fedezték, hogy a mai szervezetekben is van enzimatikus aktivitású RNS. Tény viszont, hogy szinte az összes mai élőlényből izolált RNS más RNS-ek katalitikus átalakítását végzi: ez inkább a Gilbert-féle korlátozott RNS-világ képét sugallná. A nagy kérdés az, hogy képes-e az RNS enzimatikus funkcióra általában. Ha nem, akkor ribozimokkal (enzimatikus RNS-ekkel) nem lehet egy valamirevaló anyagcserét működtetni. Hogyan lehetne ezt ellenőrizni?

Több mint tíz évvel ezelőtt vettem fel annak a lehetőségét, hogy a ribozimok katalitikus kapacitását kémcsőben folytatott szelekciós kísérletekkel tesztelni lehetne (Szathmáry, 1989, 1990a). Az eljárás elve egyszerű, noha ismertetése egy kis kitérőt igényel. A módszer nagyban épít a katalitikus antitestek termeltetésének stratégiájára (Tramontano et al. 1986). Válasszunk ki egy általunk fontosnak tartott reakciót! Határozzuk meg az ún. átmeneti komplex szerkezetét! Ez azért fontos, mert Linus Pauling szerint az enzimek azáltal katalizálnak, hogy jól kötik az átmeneti komplexet és ezáltal csökkentik az aktiválási energiát. Szintetizáljunk egy, az átmeneti komplexhez minél inkább hasonlító, de stabilis molekulát! Termeltesünk monoklonális antitesteket e molekula ellen! Várakozásunk szerint egy olyan antitest, amelyik jól köti a stabilis analógot, jól fogja kötni az átmeneti komplexet, s végül katalizálni fogja az elején kiválasztott reakciót.

Ez az eljárás az immunrendszer inherens variációs-szelekciós mechanizmusát használja ki, mégpedig sikerrel. Mára már sokféle katalitikus antitestet sikerült előállítani. Az RNS-ekre adaptált változatban az antitestet RNS-ek, a variációt az RNS-ek mutációi, és az immunszelekciót a stabilis átmeneti komplexet alkalmazó affinitás-kromatográfiás szelekció helyettesíti. A javaslat óta így is, meg másféle szelekcióval is sikerült sokféle ribozimet előállítani. Kiderült, hogy a ribozimok szén-szén kötések kialakulását is katalizálni tudják, és két kismolekulájú szubsztrát közti reakciót is fel tudnak gyorsítani. Mi több, a mai fehérjeszintézis folyamatában szerepet játszó összes reakciótypust is katalizálni tudják. Ez utóbbi eredmény azzal kombinálva, hogy a fehérjeszintézis központi reakcióját (az ún. peptidil-transzfert, ami a fehérjelánc specifikus növekedését biztosítja) ma is RNS katalizálja, jócskán megerősít minket abbéli hitünkben, hogy az evolúciós sorrend az RNS-világ → RNS-fehérje világ volt, és nem fordítva (Benner et al. 1989). Ha így volt, miért tértek át a szervezetek a fehérjékre? A tömör válasz szerint azért, mert a fehérjék jobb enzimek, mint az RNS-ek. Ez általánosságban igaz is, hiszen az előbbieket húszféle, az utóbbiakat csak négyféle építőkövet variálhatnak. Igen ám, de az evolúció nem előrelátó, hanem miópiás. Valami most csak akkor rögzül a természetes szelekció segítségével, ha most előnyös (azaz növeli a rátermettséget), nem pedig valamikor a távoli jövőben.

Érdekes módon két másféle útja is van annak, hogy a ribozimok katalitikus verzetilitása növekedjék. Az első a nukleotidféleségek számának a növelése, a másik a

ribozim bizonyos nukleotidjainak utólagos (a replikációt vagy az átírást követő) kémiai módosítása. Lássuk ezeket sorjában! Steven Benner tíz évvel ezelőtt kimutatta, hogy lehet alternatív bázispárokat tervezni, mi több, szintetizálni is (Piccirilli et al. 1990). Az egyik ilyen bázispárt sikerült nukleinsavba beépíteni és az egész molekulát replikálni. Elvben a többi alternatív bázispárt is szintetizálni lehet. Ezek mind azáltal lehetséges kémiai formák, mert a köztük lévő hidrogénkötéseket kialakító H-akceptor és H-donor csoportokat pozíciójuk szerint variálni lehet.

Ez tehát egy lehetséges módja lenne jobb enzimaktivitású RNS-szerű anyagok előállításának. Leslie Orgel (1990) szerint ma azért találunk mindössze négyféle bázist, mert vagy az evolúció soha nem próbálkozott többel, vagy pedig valamiért a négyféle bázis elegendő volt. Tegyük fel, hogy a második eset az igaz. Mi állhatott a négyféle nukleotiddal való „megelégedés” hátterében, ha – mint láttuk – a hatékonyabb enzimaktivásra való szelekció a bázisfeleségek számának növekedését vonta volna maga után? Hipotézisem szerint az RNS-világban a négyféle bázis evolúciós optimum volt, a mai állapot ennek befagyott emléke (Szathmáry, 1991, 1992). Észrevettem ugyanis, hogy a bázisfeleségek számának növelésével a molekulák várható replikációs hűsége csökken. Ez azért van így, mert minél többféle bázispárt alkalmazunk, annál inkább hasonlítanak egymásra, következésképp egyre könnyebb összetéveszteni őket a replikáció során. Amint *Manfred Eigen* 1971-ben kimutatta, efféle rendszerekben a rátermettség a replikációs hűség és a bruttó szaporodási ráta szorzata: esetünkben ez a bázisfeleségek számának (a genetikai ABC méretének) függvényében valahol maximumot mutat: a DNS ma is ennek emlékét őrzi.

Az RNS-ek katalitikus hatékonyságát szintézis után is növelni lehet, egyes bázisok utólagos kémiai módosításával. Az utóbbi folyamatra ma is kiváló példa a transzfer-RNS-ek utólagos módosítása. Van azonban egy bökkenő: az így módosított RNS nem replikálható, a neki megfelelő új példányt megint csak módosítani kell. Az ilyen módosítást specifikus enzimek végzik: gyakran egyazon transzfer-RNS molekulán (e molekula központi szerepet tölt be a fehérjeszintézisben) többféle módosító enzim is dolgozik. *Mutatis mutandis* ez az RNS-világban ribozimot módosító ribozimeket jelentene. Megmutatható, hogy „drágább lenne a leves, mint a hús”: ez a katalitikus hatékonyság növelésének igen pazarló módja lenne. Ennek ellenére az evolúció ebbe az irányba is elmehetett volna, ha nem lett volna könnyebb megoldás. Szerintem volt.

## Út a fehérjékhez: a genetikai kód eredete

A ma létező fehérje enzimek is igen gyakran használnak koenzimeket: olyan közepes nagyságú molekulákat, melyek szintén katalitikusan vesznek részt a sejtanyagcsere reakcióiban (talán az ATP és a vitaminok a legismertebbek). Nincs semmi elvi akadálya annak, hogy koenzimeket az RNS-világ ribozimeit is hasznosíthatták. Kézenfekvő, hogy ezek közé a fehérjéket felépítő húszféle aminosavat is beépíthette az evolúció. Rendkívüli jelentőséggel bír ezen elmélet szempontjából, hogy egy mesterségesen szelektált nukleinsav enzim hatékonyságát a hisztidin aminosav több nagyságrenddel növelte (*Roth és Breaker, 1998*)!

Valójában a szóban forgó elmélet a genetikai kód eredetének egy újfajta megközelítése (Szathmáry, 1990b, 1993, 1999b). Eszerint az aminosavak bizonyos oligonukleotid láncokhoz kapcsolódva váltak koenzimmé. Ez azért alakult így, mert a ribozimek számára egy nukleinsav darab (bázispárosodáson keresztül) felismerése lényegesen egyszerűbb feladat, mint egy aminosavé. Ahelyett, hogy minden, az anyagcserében aminosav koenzimet használó ribozimnek specifikus kötőhellyel kellett volna rendelkeznie a megfelelő aminosav felismeréséhez, megelégedhettek egy olyan kisebb és egyszerűbb kötőhellyel, amivel az oligonukleotid „fogantyút” felismerték. (Némileg hasonló fogantyúk a ma használt koenzimekben is vannak.) Ahhoz, hogy a rendszer megbízhatóan működhessen, elegendő volt, hogy létezen annyiféle, a fogantyút a megfelelő aminosavval összekapcsoló specifikus ribozim, ahányféle aminosavat a sejt éppen akkor hasznosított. Egyazon aminosav-féleség többféle fogantyúhoz is kapcsolódhatott, egyazon fogantyúféleség azonban csak egyféle aminosavhoz volt kapcsolható. Ez a mai genetikai kód degeneráltságának és egyértelműségének direkt előrevetítése.

A fent röviden kifejtett „kódoló koenzim fogantyú” (KKF) hipotézis szerint a fogantyú a mai tRNS őse, a fogantyút az aminosavval összekapcsoló ribozimek viszont a mai fehérjetermészetű aminoacil-tRNS-szintetázok analógjai. Evolúciós szempontból egy tipikus preadaptációs elmélettel állunk szemben. A preadaptáció azt jelenti, hogy egy – valamilyen funkcióra szelektálódott – biológiai struktúra valamilyen egyéb funkció kezdetleges ellátására is alkalmasnak bizonyult. A dinoszauroszok tollai eredetileg nem a repülést szolgálták, hanem melegen tartották az állatokat. Később egyes tollakat az evolúció a repülés munkájába fogott be.

A KKF hipotézis szerint a genetikai kód eredetileg nem a fehérjeszintézist, hanem a ribozimeknek aminosav koenzimekkel való ellátását szolgáltatta. Később ugyanez a rendszer az aminosavak kódolt összekapcsolásában (a translációban) már ügyszólván készen hasznosulhatott. Ebbe az irányba az első lépéseket az jelenthette, amikor egy ribozim szomszédos helyein két molekula aminosavat kötött a fogantyúkon keresztül. Később, mutációs lépéseken keresztül a szomszédos aminosavak a fogantyúkról leválva peptidlánncá kezdtek alakulni. A sejtek egyre többféle fehérjét és egyre kevesebb ribozimet működtettek: kialakult az RNS-fehérje világ.

Vegyük észre, hogy ebben az elméletben a funkció végig megőrződik abban az értelemben, hogy az aminosavak szelektált funkciója mindig katalitikus. Csak a felhasználó apparátus alakult át jelentős mértékben. Kifejezett előnye a KKF hipotézisnek, hogy nem két nehéz problémát (a genetikai kódot és a fehérjeszintézist) akar megoldani egyszerre. A korábbi elképzelések elsöprő többsége ugyanis ezen vérzett el. Egy másik figyelemre méltó sajátossága az elméletnek, hogy kísérletileg (elsősorban megfelelő ribozimek *in vitro* szelekciója útján) tesztelhető.

## A korai genom evolúciós stabilitása

Végezetül még egy fontos evolúciódinamikai problémát kell megtárgyalnunk. Az ősi sejtekben a ribozimek nem csatolt géneknek is tekinthetők. Mivel várhatóan mindegyiknek más volt a térszerkezete, így a replikációjuk

sebessége is nagy valószínűséggel eltérő volt. *Manfred Eigen* (1971) felismerése szerint az ilyen szegmentált genomban gének egymással versengenének, mígnem a leggyorsabban szaporodó változat kiszorítaná az összes többi, ami a rendszer egészének a halálát jelentené.

*Demeter Lászlóval* közösen kimutattuk, hogy *Eigen* érvelése csak homogen, jól kevert oldatban állja meg a helyét (Szathmáry és Demeter, 1987). Mihelyt a populációszerkezet dinamikailag érvényre jut, a szelekció végeredménye döntően más lehet. Ezt az eredményt a sztochasztikus korrektor modellből lehet leszűrni, amely az evolúció egy nagy átmenetét fogja meg: hogyan lesz szabad replikátorokból ezek együttműködő egysége? A modellben továbbra is igaz, hogy a gének egymással versenyeznek, de a sejtek is versengenek egymással! Amikor a protosejtek osztódnak, a gének az utódokba véletlenszerűen kerülnek be, vagyis a sejtenkénti számukban variáció mutatkozik, melyen a protosejtek közötti szelekció hatni tud. Hiába romlik tehát – tendencia jelleggel – minden sejt belső összetétele, a sejt szintű szelekció megakadályozza a végső összeomlást. Az evolúció egyéb nagy lépéseiben is vissza-visszatérő motívum, hogy eredetileg függetlenül replikálódó entitásokból egy magasabb szintű evolúciós egység alakult ki, amennyiben az alacsonyabb szinten folyó evolúciót korlátozni lehetett (Maynard Smith és Szathmáry, 1997, 2000). A sejtek esetében az ebbe az irányba mutató következő lépés a kromoszómák eredete lehetett. A sejtek szempontjából hasznos, ha a gének közötti kompetíció azok összekapcsolásával erősen csökken. Viszont a gén szemszögéből is hasznos a kapcsolat: ha *A* gén bekerül valamelyik utódsejtbe, akkor „biztos lehet abban”, hogy az őt kiegészítő *B* szinergisztikus partnere is jelen lesz, következésképp lakóhelyüknek (a sejtnek) is van jövője (Maynard Smith és Szathmáry, 1993).

#### IRODALOM:

- Benner, S.A., Ellington, A. D. & Tauer, A.* (1989). Modern metabolism as a palimpsest of the RNA world. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 86, 7054–7058.
- Crick, F. H. C.* (1968). The origin of the genetic code. *J. Mol. Biol.* 38, 367–379.
- Dawkins, R.* (1986) Az önző gén. Gondolat, Budapest.
- Dennett, D.* (1999) Darwin veszélyes ideája. Typotex, Budapest.
- Doolittle, W. F. & Sapienza, C.* (1980) Selfish genes, the phenotype paradigm and genome evolution. *Nature* 284, 601–603.
- Eigen, M.* (1971). Self-organization of matter and the evolution of biological macromolecules. *Naturwiss.* 58, 465–523.
- Gilbert, W.* (1986). The RNA world. *Nature* 319, 818.
- Hamilton, W. D.* (1964) The genetical evolution of social behaviour. *J. theor. Biol.* 7, 1–52.
- Kiedrowski, G. von* (1986). A self-replicating hexadeoxy nucleotide. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 25, 932–935.
- Maynard Smith, J.* (1970). Natural selection and the concept of a protein space. *Nature* 225, 563–564.
- Maynard Smith, J.* (1990) Kulcskérdések a biológiában. Gondolat, Budapest.
- Maynard Smith, J. & Szathmáry, E.* (1993). The origin of chromosomes I. Selection for linkage. *J. theor. Biol.* 164, 437–446.
- Maynard Smith, J. & Szathmáry, E.* (1997) Az evolúció nagy lépései. Scientia, Budapest (angol eredeti: 1995, Freeman, Oxford).

- Maynard Smith, J. & Szathmáry, E. (2000) A földi élet regénye. Vince Kiadó, Budapest (angol eredeti: 1999, Oxford Univ. Press).
- Orgel, L. E. (1968). Evolution of the genetic apparatus. *J. Mol. Biol.* 38, 381–393.
- Orgel, L. E. (1990). Adding to the genetic alphabet. *Nature* 343, 18–20.
- Orgel, L. E. (1992). Molecular replication. *Nature* 358, 203–209.
- Orgel, L. E. & Crick, F. H. C. (1980). Selfish DNA: the ultimate parasite. *Nature* 284, 604–607.
- Piccirilli, J. A. Krauch, T., Moroney, S. E. & Benner, S. A. (1990). Enzymatic incorporation of a new base pair into DNA and RNA extends the genetic alphabet. *Nature* 343, 33–37.
- Roth, A. and Breaker, R. R. (1998) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95, 6027–6031
- Szathmáry, E. (1989). The emergence, maintenance, and transitions of the earliest evolutionary units. *Oxf. Surv. Evol. Biol.* 6, 169–205.
- Szathmáry, E. (1990a). Towards the evolution of ribozymes. *Nature* 344, 115.
- Szathmáry, E. (1990b). Useful coding before translation: the coding coenzymes handle hypothesis for the origin of the genetic code. In: (B. Lukács et al. eds) *Evolution: from Cosmogogenesis to Biogenesis*. pp. 77–83. KFKI-1990-50/C, Budapest.
- Szathmáry, E. (1991). Four letters in the genetic alphabet: a frozen evolutionary optimum? *Proc. R. Soc. Lond. B* 245, 91–99.
- Szathmáry, E. (1992). What determines the size of the genetic alphabet? *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 89, 2614–2618.
- Szathmáry, E. (1993). Coding coenzyme handles: A hypothesis for the origin of the genetic code. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90, 9916–9920.
- Szathmáry, E. (1995). A classification of replicators and lambda-calculus models of biological organization. *Proc. R. Soc. Lond. B* 260, 279–286.
- Szathmáry, E. (1999a) Chemes, Genes, Memes: A revised classification of replicators. *Lectures on Mathematics in the Life Sciences*. 26, 1–10.
- Szathmáry, E. (1999b) The origin of the genetic code. Amino acids as cofactors in an RNA world. *Trends Genet.* 15, 223–229.
- Szathmáry, E. & Demeter L. (1987). Group selection of early replicators and the origin of life. *J. theor Biol.* 128, 463–486.
- Szathmáry, E. & Maynard Smith, J. (1995). The major evolutionary transitions. *Nature* 374, 227–232.
- Tramontano, A., Janda, K. D. & Lerner, R. A. (1986). Catalytic antibodies. *Science* 234, 1566–1570.
- Wächtershäuser, G. (1992). Groundworks for an evolutionary biochemistry: the iron-sulphur world. *Prog. Biophys. molec. Biol.* 58, 85–201.
- Weismann, A. (1889). *Essays upon Heredity*. Oxford Univ. Press, London.
- Williams, G. C. (1966). *Adaptation and Natural Selection*. Princeton Univ. Press.
- Woese, C. R. (1967). *The Genetic Code*. Harper & Row, New York.

## Első nemzeti intézményeink megalakulása és a szabadkőművesek\*

---

Az MTA 1950-ig megjelent kiadványait összefoglaló bibliográfia, mely az akadémiai könyvkiadás 150. évében jelent meg, egyetlen közleményt sem tartalmaz, mely a szabadkőművességgel foglalkozik. Annak ismeretében, hogyan vettek részt a hazai szabadkőművesek első nemzeti intézményeink megalapításában, ezen tulajdonképpen csodálkozni lehet.

A szabadkőműves szövetség fennállásának szerteszabdalt, többször megszakított 250 esztendejében jelentősen hozzájárult az ország fejlődéséhez, haladásához, különösen a felvilágosodás korában, a reformkorban és a kiegyezést követő években. Így vélekedik erről *Kosáry Domokos*: [a szabadkőművesség] „A testvériséget emlegette a kiváltságok és kiáltó ellentétek világában. A türelmet és világos gondolkodást a vallási fanatizmussal és az egyházi hatalommal szemben. Elvileg az eredendő egyenlőséget a ténylegesen oly eltérő pozíciójú emberek között. Egy körbe hozta a nemest és a nem nemest...”

A szabadkőművesség olyan férfiak szövetsége, akik saját maguk erkölcsi és szellemi tökéletesítésével – testvéri közösségben és a szeretet szolgálatában – elősegítik az egész emberiség fejlődését, és a rászorulókat támogatják. Az első szabadkőműves nagypáholy 1717-ben alakult meg Londonban. A szabadkőművesség gyorsan továbbterjedt a kontinensre, páholyok alakultak Prágában, Párizsban, a Németalföldön, Svájcban, Berlinben és számos német városban. Mária Terézia férje, *I. Ferenc* német-római császár még

---

\* E tanulmányunk szerzője, *Schön István* váratlan hirtelenséggel, élete teljében, tervekkel, gondolatokkal teli zsákkal 2000. június 18-án eltávozott körünkből. Az ő nevében is köszönjük *H. Balázs Évának* tanácsait és lektorálását. A szerkesztőség tisztelettel búcsúzik Schön Istvántól, a gyógyszerkutatótól, akinek az elmúlt évek során több kitűnő szakmai és tudománypolitikai írását tudtuk megjelentetni, és aki emellett számos ötlettel, javaslattal segítette munkánkat.

trónörökösként 1731-ben Hágában csatlakozott a szövetséghez. 1742-ben az ő közreműködésével alakult meg a *Zu den drei Kanonen* (A három kánonhoz) első bécsi páholy, melyhez számos államférfi is csatlakozott. *Mária Terézia* nem szerette, de eltúrta a szabadkőművességet. *XII. Kelemen* és *XIV. Benedek* pápa egyházi átka ellenére egyre több páholy alakult Bécsben, majd Magyarországon először a Felvidéken és Erdélyben. *II. József* alatt – a kiadott szabadkőműves (reform)pátens ellenére – a felvilágosodás hatására felvirágozott a szabadkőművesség, melynek magyar tagjait a testőrök, arisztokraták, köznemesek, hivatalnokok és értelmiségiek alkották. A szabadkőművesek jelentősen segítették *II. József* reformprogramjának megvalósítását. *H. Balázs Éva* szerint az ún. *Draskovich*-rendszerben dolgozó szabadkőművesek közművelődés és tudomány iránti elkötelezettsége döntő hatással volt a következő évtizedek törekvéseire, beleértve a nemzeti intézmények létesítését is.

Az 1789-es francia forradalom mozgásba hozta egész Európát, és francia szabadkőműves páholyokból terjedő 'szabadság, egyenlőség, testvériség' eszme széles visszhangra talált. Ezért *I. Ferenc* király, aki sohasem szimpatizált a szabadkőművesi gondolatokkal, külön rendelettel betiltotta a szövetség működését a monarchiában. Így 1794 elején felszámolták a szabadkőműves páholyokat, felszereléseiket lefoglalták és Bécsbe vitték. A szabadkőművességgel szoros kapcsolatba hozható *Martinovics*-összeesküvés szomorú kimenetele olyan félelmet keltett, hogy a páholyok jegyzőkönyveit és névsorait gondosan eltüntették. A következő évtizedben *Aigner Ferenc*, a pesti *Zu den sieben Sternen* (Hét csillaghoz) páholy tagja szenvedélyesen gyűjteni kezdi az írott szabadkőműves emlékeket. A több mint száz vaskos kötetbe rendezett anyagot gróf *Festetics Antal* megvásárolta, s dégi kastélyában helyezte el. Maga a gyűjtemény 1945-ben elpusztult, de számos darabja másolatban fennmaradt. A közben eltelt csaknem másfél évszázad alatt a gyűjtemény javát feldolgozták. Így az 1794 előtti magyar szabadkőművesség dokumentumai – néhány, levéltárban őrzött másolattól eltekintve – nem maradtak fenn, csak feljegyzésekre, visszaemlékezésekre lehet támaszkodni, és a fellelhető forrásokban számos ellenőrizhetetlen vagy egymásnak ellentmondó adatot lehet találni.

Eredetileg azokkal a szabadkőművesekkel kívántam foglalkozni, akik egyben akadémikusok is voltak. Az adatok gyűjtése során úgy módosult az elképzelésem, hogy kitérek még azokra a szabadkőművesekre is, akik ugyan nem érthették meg a Magyar Tudós Társaság létrejöttét, de tevékenységükkel vagy adományukkal jelentősen hozzájárultak első nemzeti intézményeink megalapításához. Bár gróf *Széchenyi István* nem volt szabadkőműves, neveltetése és szellemisége indokoltá teszi itteni említését. Az akadémia tagjai közül azokról lesz szó ebben az elsőnek szánt közleményben, akik még a Magyar Tudós Társaság megalapítása előtt, azaz a XVIII. században csatlakoztak a szabadkőművességhez. Megemlítem továbbá azokat is, akiket egyes források szabadkőművesnek vélnek, bár ezt megbízható adatokkal nem lehet alátámasztani.

## Széchenyi Ferenc (1754–1820) és a Nemzeti Múzeum megalapítása

Gróf *Széchenyi Ferenc*, a felvilágosodás korának szülötte szabadkőműves volt. Ennek szellemében nevelte három fiúgyermekét, köztük a „legnagyobb magyart” is. Talán egy bécsi páholyban vagy a Pozsonyból 1783–1784-ben Budára költöző *Zur Verschwiegenheit* (A hallgatagsághoz) páholyban csatlakozott a szabadkőművesekhez. Megbízható adatok igazolják, hogy 1785-ben már szabadkőműves mesterként volt tagja a Vas megyei Mogyorókeréken működő *Zum goldenen Rad* (Az aranykerékhez), valamint II. József szabadkőműves (reform)pátensét követően 1786-tól a budai *Zur ersten Umschuld* (Az első ártatlansághoz) páholyban. Ugyancsak ebbe a páholyba lépett át *Kovachich Márton György*, báró *Podmaniczky József*, *Ócsai Balogh Péter* és *Skerlecz Miklós*. E páholy egyik jegyzőkönyve ismertetett egy határozatot, mely többeket – köztük Széchenyit – emlékeztette „abbeli ígéretükre, hogy a páholy felszereléséhez hozzá fognak járulni.” Arról nem tudunk semmit, teljesült-e az ígéret, hisz alig 10 hónapnyi közös munka után újra kiváltak az eredetileg *Draskovich*-rendszerben dolgozó páholyból A *hallgatagsághoz* páholyból átlépett testvérek, mivel nem fogadták el a berlini nagypáholyhoz tartozó befogadó páholy szertartásrendjét és szervezeti felépítését. A szétválás csak formai volt és lehetett, hisz az említett pátens csak egyetlen páholy működését tette lehetővé Budán. A pénzt megosztották, de a páholyházat és a felszerelést közösen használták tovább: a visszamaradók hétfőn, kedden és szerdán, a távozók csütörtökön, pénteken és szombaton. Utalás sincs arra, hol folytathatta tevékenységét Széchenyi gróf.

Miután II. József 1785-ös szabadkőműves-pátense korlátozta vagy megtiltotta egyes „titkos” társaságok tevékenységét, az illuminátusok tovább működtek olvasókörök formájában a legális és illegális szabadkőműves páholyokban. Összejöveteleiket az *Orczy*-, az *Abaffy*-, a *Beleznay*-, a *Ráday*-házban, továbbá vidéki főúri házakban és vendéglői különtermekben tartják. Ilyen körülmények között találkozott 1790. október 3-án néhány híres férfiú Széchenyi gróf házában. *Bárány* (?), báró *Berényi Gábor*, gróf *Eszterházy Károly*, *Kazinczy Ferenc*, *Máriássy Isván*, *Nagyváthy János*, báró *Orczy László*, *Ócsai Balogh Péter*, *Pálóczy Horváth Ádám*, báró *Podmaniczky József*, báró *Vay József* és báró *Vay Béla* egy „magyar tudós társaság létesítése érdekében” jött össze. Mindannyian szabadkőművesek, „ami talán egyik okát képezte annak, hogy a nemzetnek e rég táplált óhaját az udvar nem teljesítette.” Tulajdonképpen ez az összejövetel tekinthető az 1792-es országgyűlésre készített törvényjavaslat egyik igen lényeges előzményének, hisz megálmodta és előkészítette a Magyar Tudós Társaság megalapítását. A törvényjavaslatot a közművelődési bizottság felkérésére *Makó Pál* állította össze. Megvalósulásáig még várni kellett több mint 40 esztendőt.

Gróf Széchenyi Ferenc királyi főkamarásmesternek és az aranygyapjasrend kitüntetettjének másik álma sokkal hamarabb megvalósult. Erdemes idézni *Szalay Imrének*, a Nemzeti Múzeum igazgatójának centenáriumi visszatekintéséből: „gróf Széchenyi nemzetség családi levéltára kétségtelen adatokkal igazolja, hogy gróf Széchenyi Ferenc, nagynevű elődeinek hazafi-

as és tudományok iránt lelkesedő példáján indulva, komolyan átgondolt szándékkal, tervszerűen készítette elő nagy nemzeti alapítványát.

A grófi család levéltárának igazgatókönyve ugyanis már 1786-tól kezdve folytonos sorozatát mutatja fel a 'Biblioteca Regnicolaris Hungarica' számára eszközölt könyv és éremgyűjtemény vásárlásoknak, míg végre 1802-ben a nemeslekű alapító, gyűjteményét elég nagynak és értékesnek ítélte arra, hogy nemzetének felajánlhassa; róla 1802. nov. 25-én kelt alapító levelét állította ki, a mihez másnap, nov. 26-án nyert legfelsőbb jóváhagyást. ”

1803. december 10-én a volt Pálos kolostorban látogatható lett a gyűjtemény, amely magában foglalta a mai Nemzeti Múzeum alapjául szolgáló érem- és régiségtárat is. A következő év szeptember 26-án Széchényi javaslatot tett arra, hogy a könyvtárnak külön bejárata legyen. A könyvtár katalógusát már előzőleg kinyomtatta, s szétküldte uralkodóknak, tudományos intézeteknek és tudósoknak. Elismerésül 1803-ban a göttingai királyi tudományos egyetem, 1804-ben a jénai, 1811-ben a varsói tudományos akadémia, 1812-ben a bécsi művészeti akadémia tagja lett. 1811-ben – bár szembajára hivatkozott – politikai okokból lemondott összes hivataláról. Élete végén kínzó depressziója elől túlbuzgó vallásosságba próbált menekülni. 1817. május 17-én végrendeletszerű levelet írt István fiához, melyből kiviláglik, hogy öregkorában is hű maradt azokhoz az eszmékhez, melyekért ifjú korában lelkesedett. *Zichy Antal* e levelet így méltatja: „Az öreg Széchényinek e szellemi végrendelete, az István fiához intézett e bucsuja és atyai intelmei oly mély vallásos érzületnek s a mellett oly felvilágosodott s világi előítéleteken felől emelkedett bölcsességnek, oly tiszta emberszeretetnek és szigorral párosult gyöngédségnek megnyilatkozása, hogy tulzás nélkül nevezhetem azt egy evangéliumnak.”

Széchényi Ferenc visszavonultságában is bőkezű mecénás maradt. 1818-ban a szintén hatalmas soproni gyűjteményét is a nemzeti könyvtárnak adományozta. Lajos fia is jelentősen gyarapította a könyvtár állományát, míg felesége, *Festetich Júlia* 1818-ban gazdag ásványgyűjteményének felajánlásával megalapozta a Természetiek Tárát, a Természettudományi Múzeum elődjét. *Festetich Júlia* annak a szintén szabadkőműves gróf *Festetich Györgynek* volt a húga, aki a bécsi Terezianumban tanuló társa volt Széchényinek.

## Gróf Széchényi István (1791–1860) és a Magyar Tudós Társaság

A Tudományos Akadémia megalapításának előzményei, melyekről összefoglalást készített *R. Várkonyi Ágnes*, akár *Mátyás király* uralkodásáig visszavezethetők, mikor megalakult a magyarországi tudósokat összefogó Sodalitas Litteraria Ungarorum. Nemzetünk történelmében ezután nyomorúságos időszak következett, és hogy ebből talpra tudott állni, az nemzeti érzelmű nemességünknek és az erdélyi fejedelemség *Bethlen Gábor* uralkodásában csúcspontba jutó hagyományörzésének, humanista szemléletének és művelődéspolitikájának köszönhető. Polihistorunk, *Bél Mátyás* csaknem két évtizedes felkészülés után 1735-ben tervet készített egy olyan társaság

létrehozására, melynek célja a haza szeretetét, a nemzet dicsőségét és a köz javát szolgáló tudósok összegyűjtése lett volna. Több más tervvel együtt ez sem valósult meg, pedig Európa-szerte egyre-másra alakultak a nemzeti akadémiák: 1634-ben az Académie Française, 1660-ban a Royal Society, 1700-ban a berlini, 1724-ben a pétervári akadémia, hogy csak néhányat említsünk. Európa számos városában működtek tudós társaságok, s a bostoni is 1780-tól létezett.

Itthon 1825. november 3-ig kellett várni, mikor is a pozsonyi diéta kerületi vitáján az ellenzéki vármegyei és városi követek szenvedélyes hangon emeltek szót művelődéspolitikánk hiányosságaival szemben, újra felvetették a Magyar Tudós Társaság alapításának gondolatát, követelve a megyék és a főrendek anyagi hozzájárulását. Gróf Széchenyi István ekkor járult a követek elé, és felajánlotta „minden jószágának egy esztendei egész jövedelmét az említett intézet” javára. 60 000 forintjához három követ is csatlakozott: Vay Ábrahám Borsod megyei alispán, gróf *Andrássy György* Torna vármegye és gróf *Károlyi György* Szatmár vármegye követe, összesen 70 000 forinttal. Az események ezután már 'gyorsan' peregtek: a nyilatkozatot november 8-án jelentették be a nádornak, az országgyűlés 1826. április 17-én terjesztette a király elé, aki 1827. április 11-én jóváhagyta. Az 1825-én. XI. törvénycikk szerint „Tudós Társaság vagyis Magyar Akadémia állítassék fel”.

Ki mástól, mint *Kazinczytól* idézhetnénk pontosan a társaság megalapításának előkészítését.

„Azon választottság tagjai, melyet a főherceg nádor a Magyar Tudós Társaság megszervezésére összehitt, összegyülekezének Pesten.”

„Közéltvén a nap, melyen tanácskozásainknak el kelle kezdődni; gróf Desseffy József úr vala megkérve, hogy a nádor által előülönkké nevezett Csanádi főispán s táblai bíró gróf Teleki József cs. k. kamarás urat, Lászlónak fíját s a koronaór Józsefnek unokáját megköszöntse, s a küldöttség tagjait mutassa bé, s ez megtörtént 11-dikben.

Az előlülő március 13d. a küldöttség minden tagjait, egyikünkön kívül, ki régolta betegeskedék, Ő császári királyi főhercegségénél, a nádornál bemutatta”.

„Álljon itt a rend is, melyben a küldöttség tagjai, amint ezen első ülés alatt nem elrendelés, hanem történet ejtette, s így osztán minden üléseiken végig, helyt fogának: jobbra az előlülő mellett Horváth János bozoni püspök, szuperintendens végig, gróf Desseffy, *Kazinczy*, báró Mednyánszky, Kisfaludy, Bitnicz, Guzmics, Szemere, szuperintendens Budai, Bene, s szembe az előlülővel Vitkovics; balra a négy fundátor, gróf Széchenyi, Vay, gróf *Andrássy*, gróf *Károlyi*; s ezek mellett ítélőmester Bartal, prépost Fejér, Horvát István, Jankovich, Schedius, Horvát Endre, Döbrentei, Kövy és Ercsey. A jegyzőtollat az előlülő közakarattal Horvát István társunknak adta által”.

„Második ülésünkben felolvastattam a törvénycikkely (1827. XL), mely összehívattatásunknak alkalmat adta, s a felséges nádornak leírása az összehívattak neveik lajstromával, s meghatározottat, hogy vizsgálat alá vétetvén előbb az országgyűlése alatt készült planum, a társaság újabb alapintézetei s statútumai dolgoztassanak ki, s vétessék számba, mit bír el a társaság pénztára, hogy annak jövedelmeihez képest a dolog azonnal elindíthatassék, mihelyt mostani dolgozásaink a felségnél helybenhagyást nyerendek. Mindezeknek elkészítésére egy kiküldöttség rendeltetett, a magyar dolgozás Horváth Endre, a deák Bitnicz társainkra bízván.

Kilencedik ülésünkben Ő császári királyi főhercegsége, a nádor, általküldé Jankovich társunknak azeránt tett ajánlását, hogy ez a magyar nyelv elterjesztésére ezer forintot, a magyar literatúra gyarapítására ugyanannyit áldozza, ezüstpénzben, a hazának.”

Még 1827-1828-ban a 4 alapítóból, 22 tudósból és íróból álló bizottság kidolgozta az alaprajzot (alapszabályt) és a rendszabásait (ügyrendet), me-

lyeket 1831. január 28-án erősített meg a király. Az udvar kívánságára kiegészítésként került bele: „A 'társak öni fogják magokat a' vallást, az Ország' polgári állapotját és polgári kormányát illető, vagy akármely más politikai tárgyak' vitatásaitól.” Milyen hasonlóság: a szabadkőműves páholyokban is csak két tabu téma van: a vallás és a politika.

A király már előzőleg jóváhagyta a 25 tagú Igazgatótanács kinevezését. A testület a 4 alapítón kívül – a javaslatukra – a rendek és egyházak képviselőiből, valamint a központi hivatalok vezetőiből állt, az első előlülő (elnök) *gróf Teleki József*, a második előlülő (alelnök) Széchenyi István gróf lett. Bár a különböző források nem egyértelműek a levelező, rendes és tiszteleti tagok személyét, számát és megválasztásuk pontos időpontjait illetően, az 1831 februári választáskor a tömeg ünneplése elsősorban a nemzeti intézménynek szólt.

A liberális, haladó gondolkodású „legnagyobb magyar”, gróf Széchenyi István: a Társaság alapító tagja nem volt szabadkőműves. A Társaság irányítása a 25 tagú Igazgatótanács kezében volt, ők nevezték ki először 1930. november 17-én a 23 rendes és 24 tiszteletbeli tagot. Közülük három szabadkőműves voltáról lehet adatokat találni. *Felsőbüki Nagy Pál* Sopron megyei követ, mint a nemesség képviselője az Igazgatótanács tagja, Kölcsey a Nyelvtudományi és – meglepő módon – Kazinczy a Történetírási Osztály rendes tagja volt. Mivel e neves férfiak nemzetünk történelmében és irodalmában betöltött szerepe és kifejtett tevékenysége jól ismert, megpróbállok összpontosítani a kevésbé hozzáférhető szabadkőművesi tevékenységükre.

## Felsőbüki Nagy Pál (1777–1857)

*Berényi Zsuzsanna Ágnes* Kossuth Lajos és a szabadkőművesek című kandidátusi értekezésében kijelenti, hogy felsőbüki Nagy Pál, „a reformországgyűlések nagy személyisége is hozzátartozott a magyar szabadkőművességhez.” Liberális gondolkozása, a fent említett 1825. november 3-i országgyűlésen való hozzászólása, mely Széchenyi gróftól azonnali felajánlásra készítette, még nem bizonyíték szabadkőműves voltára. Arról sem szabad elfeledkezni, hogy 1830 után az országgyűléseken számos kérdésben már a kormányt támogatta a haladó ellenzékkel szemben.

Felsőbüki Nagy Pál, Somogy megyei követ 1777. szeptember 7-én született Fertőszentmiklóson. Mire felnőtt lett, a szabadkőművességet betiltották, s 1857-ben bekövetkezett haláláig aligha lett volna lehetősége arra, hogy belépjen egy elismert páholyba.

## Kölcsey Ferenc (1790–1838)

Hasonló gondolatmenet fűzhető *Kölcsey Ferenc* szabadkőműves voltaához is. Feltehetően téved *Abafi Lajos*, amikor a valószínűleg 1790-ben felélesztett álmosdi *Probitate* (*Becsületességhez*) páholy tagjaként nevezi meg Kazinczyt és Kölcseyt, hivatkozva kettőjük levelezésére, továbbá egy olyan közvetett feltételezésre, hogy „Szatmár megyébe...a hol Kölcsey Ferencz a szabadkőművesek feje volt volna. Hogy valóban t. (testvér, S. I.) volt, azt eléggé

világosan tanúsítja 'Akáczia' című költeménye. Az a körülmény, hogy egy időben több páholyban említették, nem bizonyít egyik adat ellen sem, mert akkoriban több páholyban is lehetett tagja. Benső barátja, Szemere Pál, a költő, is igen valószínű, hogy szabadkőműves volt." Ezt a feltételezést számos más szerző is átvette. Milyen adatok teszik legalább is kétségtelenné Kölcsey szabadkőművességét:

- más szabadkőműves irodalmi források meg sem említik nevét,
- Kölcsey 1790-1838 között élt, így a felsőbüki Nagy Pálnál alkalmazott érvelés szerint nem lehetett elismert páholy tagja, továbbá bármennyire is meglepő, életében mindössze egyszer járt külföldön, s akkor is Bécsben, ahol szintén nem csatlakozhatott a szövetséghez;
- életrajzírója még csak ilyen irányú célzást sem tesz róla, miközben Kazinczy szabadkőművességéről szól, és kijelenti, hogy Kölcsey Kazinczy legbuzgóbb tanítványa volt;
- Kazinczy nem utal Kölcsey szabadkőművességére;
- Kazinczy 1831-ben bekövetkezett halála után elmondott akadémiai emlékbeszédében Kölcsey ki sem ejti a szabadkőműves szót, életrajzírója így írja le a nevezetes eseményt: „megírta gyászbeszédét s azt az akadémia legelső közgyűlésén olvasta fel, mely Pest vármegye gyűlés termében folyt le rendkívüli ünnepélyességgel. Jelen volt a nádor, az ország bírója, az akadémia igazgató tanácsa teljes számban, az előkelő társadalom és az irodalom színe java. A gyűlést gróf Teleky Pál nyitotta meg, fejtegetvén az akadémia célját és feladatát. A megnyitó beszéd után Nyíri István mechanikai értekezése olvastatott fel, mely után Kölcsey emlékbeszéde következett. A nádor majdnem Kölcsey közvetlen közelében hallgatta végig a szívrázó emlékbeszédet, mint a *Jelenkor* írta jelentésében 'az elhunyt halhatatlan Kazinczy Ferencre, nemcsak mint virülhatatlan koszorúkat érdemlett literátorra, hanem összeolvadólag, mint emberre, s mint szenvedettre, utána a lelkesedés szünni alig tudó éjleken fakadozott”;
- az a bizonyos 1811. december 5-i keltezésű *Akáczia* költemény talán még a vajt fülű szabadkőművesekben sem tetszhet utalásnak, így álljon itt példaként maga a vers a Magyar Elektronikus Könyvtárból másolva:

#### AZ ACATIA

Mirtusz homlokomon és hűvös acátialombok  
Fonnak ölelkezvén illatozó koszorút;  
Azt remegő lánykám keziből, mint égi jutalmat,  
Gyöngéded szerelem géniusza nyújtja felém;  
Ákáclobbjaimat deli Cháris füzte hajamba,  
Hogy szent fája tövén zengjenek égi dalok.  
„Itt ölelek egymást, kiket én kedvellek örökre,  
Láng emelé sziveik, s isteni szimpátia.  
Rezzent lombok alól susogott lágy szárnya zefírnek,  
S felnyílt kedvesimért illatozó kebele.”

Ez a vers csak akkor valószínűsítene Kölcsey szabadkőművességét, ha a szabadkőműves jelképet alkotó akáclobbot egy Cháris álnévű szabadkőműves adta volna át. Magyarázatul szolgáljon, hogy régebben számos szabadkőműves viselt vagy kapott álnévet, pl. Kazinczyé Orpheus volt, Pálóczi Horváth Ádámé Arion, *Darvas Ferencé* Epanimondas, gróf *Festetich Györgyé* talán nem meglepő, Helikon. De Chárisról nincs tudomásunk.

- A liberális felfogású Kölcseyre ugyan nem hízogó, de az 1830-as országgyűlésén elmondott beszédében, melyben a szatmári adózó nép állapotáról kesereg, olyan kérdéseket érint, mely alig vállalható egy egyenlőség eszméjét elfogadó szabadkőműves számára.

- A *Kelet* c. szabadkőműves lap egyik számában tudósítanak egy szödemeteri ünnepről, melyet Kölcsey születésének évfordulóján rendeztek. A csaknem negyven soros hírből a szabadkőműves szó elő sem fordul. Ha a költő tényleg szabadkőműves lett volna, ez elképzelhetetlen lenne.

Mindezek alapján teljesen egyet lehet érteni *Jászberényi Józseffel*. A nemrég megjelent tanulmányában leírtakhoz részben hasonló gondolatmenettel kérdőjelezem meg Kölcsey szabadkőműves voltát.

## Kazinczy Ferenc (1759–1831)

*Kazinczy Ferenc* szabadkőművességéhez nem férhet kétség. Esetében a kutató szinte a bőség zavarával küszködik, mivel a forrás maga Kazinczy, aki egyes történéseket igen részletesen írt le az utókor számára. 1823-ban, életének 64. esztendejében írt önéletrajzában részletesen beszámol arról, miként lett szabadkőműves 1781. május 18-án a miskolci *Zum tugendhaften Kosmopoliten (Erényes világpolgárhoz)* páholyban. Ennek alapítója gróf szendrői *Török Lajos*, a kassai tanulmányi kerület főigazgatója volt, akit még valószínűleg Bécsben avattak szabadkőművessé az 1770-es évek első felében. Az ő lányát, *Sophie*-t vette feleségül fogságból való szabadulását követően.

A szabadkőműves-pátens miatt a miskolci páholy felfüggesztette működését, majd 1788-ban feloszlott. A páholy szerelvényeit a testvérek szétosztották. Jelentős részük *Ragályi István* Gömör megyei alsó-szuhei kastélyába került, ahol egy titkos lejárattal megközelíthető földszinti szobában bizonyára tartottak összejöveteleket. A felső ajtó melletti titkos szekrényből 1864-ben szabadkőműves iratok és kellékek kerültek elő. De térjünk vissza Kazinczyhoz, aki az 1783-tól betöltött köztisztviselői pályát elhagyta, és 1786. november 1-től kassai székhellyel tanfelügyelő lett, főnöke *Török gróf* volt. Csak valószínűsíteni lehet, hogy Kassán felélesztették *Zum brennenden Busch (Az égő bokorhoz)* páholyt, mivel Kazinczy, *Batsányi* és *Baróti Szabó Dávid* a kassai irodalmi életet nagyon fellendítette, s közösen indították útjára a *Magyar Museum* folyóiratot. Kazinczy hamar összekülönbözött *Batsányival*, és ekkor szakadt meg a két kötetet kitevő, nyolcfüzetes *Orpheus* (ez volt Kazinczy szabadkőműves neve is) kiadása is.

Kazinczy széphalmi otthona lett a magyar irodalmi élet központja egészen az 1820-as évekig. Az új írók hozzáküldték verseiket, s tőle vártak kritikát vagy dicséret szavakat. Kazinczy pályájának hátralévő részében a nyelvújítást országos ügyé tette. Mivel a Magyar Tudós Társaság egyik feladata volt a magyar nyelv ápolása, Kazinczynál senki sem érdemelhette meg jobban, hogy annak egyik első rendes tagja legyen. Szinte nincs olyan szabadkőműves irodalom, mely ne idézné *Aranka György*höz 1790. március 25-én írt leveléből bármely szabadkőműves által vállalható hitvallását: „Én nekem a kőművesség oly társaság, a mely egy kis karikát csinál a legjobbszívú emberekből, melyben az ember elfelejti azt a nagy egyenetlenséget, a mely a külső világban van, a melyben az ember a királyt és a legalacsonyabb rendű embert testvérének nézi, a melyben elfeledkezik a világ egyenetlenségei felől, s azt látván, hogy minden tagban egy lélek, t. i. jónak szeretete lakozik, örömkönyeket sir; a melyben sokkal biztosabb barátokat

lel, mint a külső világban, a melyben kiki igyekszik embertársainak nyomorúságát a szerint, a mint tehetsége engedi, könnyíteni, a melyben kiki .... szerzetes atyafiait munkái, példái által tanítani tartozik....Meg vagyok győződve, hogy ez a legtökéletesebb iskolája az emberi szívnek.”

Pálóczi Horváth Ádám kora irodalmi életének egyik elismert központi alakja volt. Nemrég újra megjelentetett szabadkőműves témájú regényének előszavából megtudhatjuk, hogy az ügyvéd, mérnök és ismert költő már 1786 óta szabadkőműves akart lenni. A szigorú vizsgáladás miatt a pest-budai *Ad Magnanimitatem (Nagylelkűséghez vagy Nagyszívűséghez)* páholyban csak 1789 szeptemberében döntenek felvételéről, s erről Kazinczy értesíti Pálóczit. Mivel a november 19-i felvételnél Kazinczy nem volt jelen, a hirt maga Pálóczi közli vele egy rövid vers formájában. Ebből és Kazinczy egy Aranka Györgyhez írt leveléből kiderül, hogy ő adta az Arion nevet Pálóczinak.

Bizonyos vagyok abban, hogy Kazinczy hatalmas életműve még ma sincs feldolgozva a tárgyalt témát illetően. Levelezésének több mint 20 kötetben kiadott anyaga még tartalmazhat ismeretlen adatokat, akár meglepetéseket is. Egyik levelében, melyet 1794. július 19-én írt a pesti *Vereinigung* páholyban Regmécrről, *Szlávy Györgyöt* ajánlotta felvételre. Egy történelemmel, családtörténettel és címertannal foglalkozó balassagyarmati ügyvéd, *Nagy Iván* (1824–1898) Nógrád megyei levéltárban őrzött (másolatokat tartalmazó) hagyatékából tudjuk, hogy egy 1785. augusztus 17-i levélben a fent említett miskolci páholy válaszolt a balassagyarmati *Tugendhaften Pilgrim (Erényes zarándokhoz)* páholy levelére, melyben az utóbbiak a barátságukat ajánlották fel, és egymás meglátogatását kérik. A miskolci levél megfogalmazója valószínűleg az egyik aláírója, Kazinczy Ferenc helyettes titkár volt. A levélhez mellékelte bizalmas névsor szerint a páholyban 42 tagja volt, közöttük Kazinczy a 34. helyen szerepel a névsorban, mint Abaúj vármegyei jegyző. Ugyanennek a páholyban volt tagja *Berzeviczy Gergely*, aki korának szinte ugyanakkora jelentőségű személyisége volt, mint Széchenyi gróf vagy később Széchenyi István.

Az 1790-es türelmi rendeletet követően a szabadkőműves pátenst hatására elaltatott páholyok egy részét felélesztették. Így támadt fel a varasdi *Zum gutem Rath (Jó tanácshoz)* páholy is, de a páholy székhelyét Zalaegerszegre helyezték át. Pálóczi kérésére később e páholy tagja lett Kazinczy is.

## Gróf Dessewffy József (1771–1843)

Gróf *Dessewffy József* a pesti egyetemen klasszikai irodalmat és bölcséletet, Kassán jogot hallgatott. Rövid tisztviselei gyakorlatot követően 1793-ban beutazta Olaszországot, ahonnan gazdag művészeti ismeretekkel tért haza. Itthon politikai pályára lépett, Zemplén és Szabolcs vármegyét képviselte az országgyűléseken, és ott aktív résztvevő volt. Közben szoros kapcsolatot tartott költőkkel és tudósokkal, elsősorban Kazinczyval. Irodalmi munkásságából szellemes levelezése és az emlékbeszédei emelhetők ki. Mint az alapítók által kijelölt igazgatósági tag, részt vett a Tudós Társaság alaprajzának kidolgozásában. Az első közgyűlésen tiszteleti taggá választották.

Meg kell említeni, hogy Széchenyi Istvánnal való kapcsolata nem volt felhőtlen, mert a reformeszmékkel nem értett egyet.

Abafy két helyen említi Dessewffy-t mint lehetséges szabadkőművest „Igen valószínű, hogy a [Az égő bokorhoz, S. I.] páholy főleg a lelkes Kazinczy buzdításai folytán éledt fel, és hogy ahhoz rajta s a nevezett kassaiakon kívül még a következő férfiak tartoztak, kikről bizonyos, részint pedig különféle célzásokból következtethető, hogy szabadkőművesek voltak. Ilyenek....a szellemes író és költő gróf Dessewffy József országgyűlési képviselő...” Más helyütt arról ír, hogy a páholyok 1794-es betiltását követően a kassaiak még sokáig összejöttek gróf *Viczay Mihálynál*, akinek 1810-ben bekövekezett halála után a kertjében található sirja fölé kápolnát emeltek szabadkőműves barátai. Az ott állított mellszobor magyar, latin és német felirata Dessewffytól származik. Véleményem szerint mindezek alapján valószínűsíthető, hogy a társasághoz tartozott, de a bizonyossághoz ezt további adatokkal kellene alátámasztani.

### Schedius Lajos János (1768–1847)

*Schedius Lajos* a soproni vagy pozsonyi liceum elvégzése után, mint evangélikus papjelölt 1788-tól a göttingai egyetemet látogatta. 1792-től a pesti egyetemen a nyelvészet és esztétika, később a görög nyelv tanára lett, míg vissza nem vonult 1843-ban. Az egyetem dékánja is volt. A Tudós Társaság már első nagygyűlésén 1831. február 15-én a Filozófiai Osztály tiszteleti tagjává választotta, 1845-ben igazgató tag lett. Alelnöke volt a Kisfaludy Társaságnak, tagja volt a jénai, göttingai és harkovi tudományos társaságoknak. A segítségével létrejött pesti ágostai gimnáziumnak 1810–1830 között felügyelője volt. Munkái latinul, németül és magyarul jelentek meg.

Még Göttingenben lett szabadkőműves, s mikor 1791-ben hazatért valószínűleg mindjárt főmesterként felélesztette a balassagyarmati páholyt, mely – mint említettem – kapcsolatban volt Kazinczy miskolci páholyával. Lehet, hogy a páholy nem működött *Erényes zarándokhoz* néven, s a páholy munkát időnként *Kubinyi András* (1776–1851) vidéfalvi birtokán tartották egy pincészerű helyiségben, hogy a losonci szabadkőművesek is csatlakozhassanak. Schedius minden bizonnyal Pesten is részt vett az összejöveteleken. Talán *A hét csillaghoz* páholyban, melynek tagja volt *Kármán József* és *Pajos Gedeon* is. Ők együtt akarták Pestet tenni a magyar irodalom központjává az *Aurora* folyóirat segítségével.

### Szemere Pál (1785–1861) és Batsányi János (1763–1845)

*Szemere Pál*, a költő és esztéta, Kazinczy tanítványa és Kölcsey barátja volt. Kazinczy klasszicista stílusában írta verseit, s a nyelvújítás területén is követte. Kölcseyvel közösen írt művében a *Feleletben* kiállt *Kazinczy* és a nyelvújítás mellett. Kölcseyvel indította el az *Élet és Literatura* folyóiratot is. Bár a Kisfaludy Társaság tagja volt, mint a pesti triász tagja Kazinczyhoz hű maradt. A Magyar Tudós Társaság szintén az első közgyűlésén a Nyelvtudományi Osztály rendes tagjává választotta. Bár Kazinczy műveiben szám-

talanszor megemlíti Szemere Pált, a szabadkőműves irodalomban egyetlen konkrét utalás található Abafi munkájában: Kölcsey „Benső barátja, Szemere Pál, a költő, is igen valószínű, hogy szabadkőműves volt.” Más adatok hiányában így – az eddig már többször használt érvelés szerint – Szemere szabadkőműves volta eléggé kétséges.

*Batsányi (Bacsányi) János*ról két okból is meg kell emlékezni. Egyrészt a felvilágosodás jeles költőjének szabadkőművesi voltáról nem maradt fel hitteles bizonyíték. Abafi az alapján valószínűsíti, hogy egyik tagja volt a kaszai társaságnak, mint azt Kazinczynál említettem. Életrajzírói is csak következtetnek arra, hogy azt szabadkőműves volt, de adatokkal nem tudják alátámasztani. Másrészt érdekes, hogy bár 1843-ban a Tudós Társaság levelező taggá választotta, a Magyar Nagylexikon szerint a 80 éves költő a meg-tiszteltetést nem fogadta el. Bizonyos azonban, hogy könyvtárát a Múzeum-ra hagyta.

## Kovács János (1764–1834)

Viszonylag keveset tudunk *Kovács János*ról. Iskoláit Egerben végezte, majd 1781-től jogot tanult Bécsben. Ezt követően évtizedekig elismert és jól megfizetett nevelő volt erdélyi főúrnaknál és az udvarnál. 1833-ban a Tudós Társaság tiszteleti taggá választotta. Nagy alapítványokat tett, hozzájárult a társaság alaptőkéjéhez, vagyonából sokat fordított emberbaráti és kulturális célokra, pl. az egri kórház létesítésére. Erdélyi tartózkodása során lett szabadkőműves. A reformpátenst követően egyetlen erdélyi páholy működését engedélyezték, a nagyszebeni *St. Andreas, zu den drei Seeblättern (Szent András, a három tengeri levélhez)* páholyét. 1786–1787-ben ide csatlakoztak a feloszlott brassói, kézdivásárhelyi és kolozsvári páholytagok. Kovács János nevelő 1789-ben került a páholyba.

## A Telekiek

Ezzel lezárult azoknak az akadémikusoknak a köre, akik még a XVIII. században lettek szabadkőművesek. Azonban külön kell szólnunk a Telekiekről, akik kivételesen kiemelkedő szerepet tölthettek be mind a szabadkőművességben, mind az akadémián. Kezdjük a sort gróf *Teleki Sámuellel* (1739–1822), erdélyi udvari kancellárral. Fiatalon kezdett könyvet gyűjteni, s külföldi utazásai során mindig gyarapította könyvtárát. Tudománykedvelő, nagy műveltségű ember volt. 36 000 kötetes gyűjteményével megalapította a maig is híres marosvásárhelyi *Teleki-tékát*. Katalógusát három kötetben adta ki latin nyelven. Feltehetően egy bécsi páholyban csatlakozott a szabadkőművességhez.

Távoli rokona, gróf *Teleki László* (1764–1821) tanulmányait Marosvásárhelyen, Bécsben és Göttingenben végezte, majd beutazta Németországot, Angliát, Franciaországot, Hollandiát és Svájcot. Gazdag ismeretekkel és tapasztalatokkal tért haza 1787-ben. Különböző hivatalokat töltött be: 1789-ben az erdélyi kormányshé tiszteletbeli titkára, 1791-ben királyi kamarás, 1792-ben az erdélyi királyi tábla bírása, követ az 1790-es ország-

gyűlésen, 1802-ben a dunamelléki egzházkerület főgondnoka, 1803-ban a pesti királyi tábla bírása, 1811-ben a Somogy megyei főispán helyettese, 1819-ben kinevezték a hétszemélyes tábla bírájává.

Az akadémiahoz való viszonyát R. Várkonyi Ágnes munkája említi: „1806-ban Teleki pályázatot tűz ki a Magyar Tudós Társaság felállításának legjobb módját kifejtő művekre.” Az Életrajzi Lexikon tévesen állítja, hogy elnöke volt a Tudós Társaság előkészítő bizottságának, hisz Kazinczy idézett elbeszélése szerint a bizottság elnöke, fia, *Teleki József* volt.

A szabadkőműves pátenst követően felozlatott erdélyi páholyok közül – 1790 márciusában egy Aranka Györgyhöz írt levelében – Kazinczy egy kolozsvári páholy felélesztését javasolja. Ide mindazok beléptek, akik előzőleg a nagyszebeni páholy tagjai voltak, így pl. gróf *Bánffy György* kormányzó, *Gyöngyösi János* tordai református lelkész és költő, Aranka, a marosvásárhelyi királyi tábla elnöke, költő és író. Ők már régebben is tervezték, hogy létrehoznak egy történeti és egy nyelvművelő társulatot. Mostani tervüket az országgyűlés jóváhagyta. 1791. május 12-én tartották alakuló gyűlésüket, „mely alkalommal gróf Bánffy György elnökévé.... báró Brukenthal Mihály.... tanácsosaivá, és gróf Teleki László pénztárnokává választottak, egytől-egyig oly férfiak, kikkel a szebeni páholyban találkoztunk, és kikről bátran feltehetjük, hogy a felélelt kolozsvári páholyoknak is tagjai voltak, valamint a történeti társulat többi 70 tagjának is legnagyobb része.”

Teleki Lászlónak két fia volt. Az előzőekben már említett gróf Teleki József (1790–1855) Kolozsváron a református főiskolát látogatta, majd 1806-tól a pesti egyetemen jogot tanult. Két évi vármegyei gyakornokoskodást követően 1812-ben a göttingeni egyetemen tanult tovább, majd bejárta Németországot, Hollandiát, Svájcot és Olaszországot. 1815-ben hazatért, a családi hagyományokhoz és képzettségéhez méltó pályán indult el. 1818-ban királyi helyhatósági titkár, 1824-ben a királyi tábla bírása, 1827-ben csanádi, 1830-ban szabolcsi főispán lett. Több egyházkerületi funkciót is betöltött, s sárospataki kollégium főgondnokává választotta. Kezdetől fogva részt vett a Magyar Tudós Társaság alapításának előkészületeiben. *József nádor* kinevezte az igazgató tanácsi taggá, majd a tanács a társaság első elnökévé választotta. Ezt a feladatát egészen haláláig betöltötte, közben 1840-ben koronaőr, 1842-ben Erdély kormányzója lett. Jeles történetíró volt. Apjától örökölt könyvtárát anyja egyetértésével az akadémiaira hagyta. Ez a 24 000 kötetes értékes gyűjtemény teremtette meg a mai könyvtár alapját.

Egy következő közleményben azokról az akadémikusokról lesz szó, közöttük Teleki József testvéréről, Lászlóról is, akik már a szabadságharc után lettek szabadkőművesek az emigrációban vagy itthon. Néhányuk már 1848 előtt akadémikus lett.

#### IRODALOM:

- Abafi Lajos*: A szabadkőművesség története Magyarországon (reprint kiadás), Budapest, 1993.  
*Berényi Zsuzsanna Ágnes*: Kossuth Lajos és a szabadkőművesek, kandidátusi disszertáció, MTA, Budapest, 1994.

- Busa Margit*: Kazinczy, a szabadkőművesek titkára. Széphalom, a Kazinczy Ferenc Társaság évkönyve 3. k. (*Kováts Dániel* szerk.), 1990.
- Fekete Gézáné*: A Magyar Tudományos Akadémia tagjai – 1825–1973, MTA Könyvtára, Budapest, 1975.
- H. Balázs Éva*: Bécs és Pest-Buda a régi századvégen (1765–1800), Magvető, Budapest, 1987.
- H. Balázs Éva*: Szabadkőművesség a XIX. században, Világosság, 1977, 216–223. o.
- H. Balázs Éva*: Berzeviczy Gergely, a reformpolitikus (1763–1795), Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.
- Hoós Éva*: Az 1790/91 országgyűlésről kiküldött közművelődési bizottság tevékenysége az akadémiák, az egyetem, népoktatás, konviktusok, és leánynevelés kérdésében (1791–1793), kandidátusi disszertáció, MTA, Budapest, 1994.
- Jászberényi József*: A felvilágosodás korának magyar irodalma és a szabadkőművesség. Hitel, 1998. december, 87. o.
- Kazinczy Ferenc*: Az én életem. Összegyűjtötte, szerkesztette, az előszót és a jegyzeteket írta *Szilágyi Ferenc*. Magvető Kiadó. Budapest, 1987., 557–563. o.
- Kiszely Gábor*: A szabadkőművesség – história, titkok, szertartások, Korona Kiadó, Budapest, 1999.
- Kónya Sándor* (szerkesztő): „...Magyar Akadémia állíttassék fel...”, A Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárának Közleményei, új sorozat 32. k. (*Fekete Gézáné* és *Vekérdi László* szerkesztők), MTA Könyvtára, Budapest, 1994.
- Kosáry Domokos*: Művelődés a XVIII. századi Magyarországon. 3. kiegészített kiadás, Budapest, 1996. 326. o.
- Pamlényi Ervin* (szerk.): A Magyar Tudományos Akadémia Kiadványai 1828–1950, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1978.
- R. Várkonyi Ágnes*: A Magyar Tudományos Akadémia megalapítása 1825–1831: in *A Magyar Tudományos Akadémia másfél évszázada 1825–1875* (*Pach Zsigmond Pál* és *Vörös Antal* szerk.), Akadémiai Kiadó, Budapest, 1975, 9. o.
- Sumonyi Zoltán*: Újrafelfedett titok – a magyarországi szabadkőművesekről, Talentum, Budapest, 1998.
- Szalay Imre*: A Magyar Nemzeti Múzeum alapítása és fejlődése a mai napig. In. *A Magyar Nemzeti Múzeum múltja és jelene*, Budapest, 1902.

*Klinghammer István*

## Valójában miféle szerzet a térképész?

Amit a literátus emberek a térképkészítésről mesélnek

---

Úgy gondolom, Mózes könyveivel kezdődött. A térképészeti tevékenységre az első utalásokat az Ószövetségben Mózes könyvei tartalmazzák, amelyek eredete az i. e. 900-tól az i. e. 550-ig terjedő időre tehető. Az Állomások a pusztában rész olyan gazdag topográfiai anyagot tartalmaz, hogy már térkép használatát feltételezi. A földmérésre is akad utalás, így például Mózes 4. könyvében és Józua könyvében.

A Homérosznak tulajdonított Iliász eposz az i. e. VIII. századból egy térképészeti jellegű ábrázolás elkészítésének a leírását adja. A térképész munkája – egy csillagtérkép elkészítése – itt isteni tevékenységként jelenik meg. Ezt kalapálta Héphaisztosz, a tűz és a kovácmesterség istene Akhilleusz pajzsára:

Ráremekelte a földet, rá az eget meg a tengert  
és a sohasempihenő napot is meg a szép teleholdat.  
S minden csillagot is, mely az ég peremét koszorúzza.  
Óriónt s a Fiastyúkot, meg a Hüaszkokat mind,  
Vélük a Medvét is – más néven híva Szekér ez –  
Mint forog egyhelyben, míg Órión lesi egyre,  
S egymaga nem fürdik meg soha ókeanoszban.  
(*Devecseri Gábor fordítása*) [1]

I. e. 423-ból Arisztophanész Felhők című vígjátékában Szeptiadész és egy Szókratész-tanítvány között tréfás párbeszéd hangzik el egy térképről.

\*\*\*

A modern szépirodalomban talán A kis herceg az első regény [2]. Antoine de Saint-Exupéry, a repülős könyveiről híressé vált francia pilóta, moralista és író 1943-ban írta a kis herceg utazásainak történetét a lakott planétákon és a Föld tájain – egy mesét gyermekeknek, de felnőtteknek is... A kis herceg utazásai során a hatodik bolygón egy öregemberrel találkozik, aki óriási

könyveket ír. Az öregúr tudósnek nevezi magát, aki tudja, hol vannak a tengerek, a folyók, a városok, a hegyek és a sivatagok. Ő geográfus – mondja, de mi tudjuk, hogy kartográfusnak is hívhatná magát, ha tudását térképeken rajzolná meg. Élénk beszélgetés során a kis herceg megtudja az öregtől: „A geográfus sokkal fontosabb ember annál, semhogy ide-oda kószáljon a világban. Ül a dolgozószobájában, és fogadja a kutatókat. Kikérdezi őket, és lejegyzi emlékeiket. A kutatók elbeszéléseit először ceruzával jegyzik le. Megvárják, míg bizonyítékokat szolgáltat, és csak akkor következik a tintával való lejegyzés.” Így jönnek létre: „a földrajzkönyvek (*vagy atlaszok*), a világ legértékesebb könyvei. Nem avulnak el soha. Fölöttébb ritkán fordul elő, hogy egy hegy megváltoztassa a helyét. Fölöttébb ritka dolog az is, hogy egy óceánnak kiapadjon a vize. Mi csak örök dolgokat írunk le.” Ezekben a tudós könyvekben nincsen helye az átmeneti dolgoknak – sem a kis herceg, sem virágai számára. A kis hercegről szóló remek könyvet a világ számos nyelvére lefordították, és amit benne a kutatási beszámolókról mondanak, az talán még ma is formálja a geográfusokról és kartográfusokról alkotott nézetet.

\*\*\*

*Fra Mauró*ról, a középkort záró évtizedek legkiemelkedőbb világtérképének készítőjéről szóló regényében az ausztrál író, *James Cowan*, aki etnológiai és filozófiai könyvek szerzőjeként ismert, a kartográfus munkáját ugyanúgy mutatja be, mint ahogy azt francia példaképe, *Saint-Exupéry* jellemezte [3].

Néhány szó a regény főszereplőjéről: a kamalduli szerzetes *Fra Mauro* (kb. 1400–kb. 1460) a Velence melletti *Murano* szigetén, a *San Michele* kolostorban 1433-tól térképészeti műhelyt tartott fenn. 1448–1449-ben világtérképet szerkesztett, amelynek alapján 1457-ben megbízást kapott *V. Alfonz* portugál királytól további világtérkép elkészítésére. Amikor segítőkivel, a tengerész *Andrea Bianco*val és – valószínűleg – *A. Ca da Mostó*val közösen kartografált térképe két év munkájával elkészült, és 1459-ben elküldte megbízójának, a 195 cm átmérőjű pergamenre rajzolt mű olyan tetszést aratott, hogy sikeres elkészültének örömeire érmet verettek, és azon „*geographus incomparabilis*” (összehasonlíthatatlan geográfus) névvel tisztelték meg. Az eredeti munka nem maradt fenn, a jelenleg ismert térkép egy 1460-ban – valószínűleg *Bianco* által – skiccek alapján elkészített változat, amelyet később a kolostorban fedeztek fel. A mű innen átkerült a dózsék palotájába, majd 1812-től a velencei *Biblioteca Marciana* gyűjteményét gazdagítja. [4]

*Fra Mauró*nak, bár mindig vágya volt felfedező utazásokon részt venni, a sors mást rendelt. „Mint térképrajzoló és a kamalduli szerzetesrend tagja itt Velencében, a *San Michele di Murano*-kolostorban feladatommá tettem az olyan emberek útjait térképre vinni, akik felfedező utazásokat tettek a Föld megismerésére. A tengerészek minden útleírását, legyen akár mellékesnek tűnő is, az utazók minden beszámolóját, legyen bármilyen száraz is, örömmel üdvözöltem. Szó szerint mások megfigyeléséből éltem” – vallja a regény lapjain. *Cowan* a regény bevezetésében előadja, hogy megtalálta és lefordította *Fra Mauro* naplójából a szerzetes világtérképe létrejöttével foglalkozó

„megfontolt elmélkedését”. Már a napló első oldalain olvashatunk *Kolumbusz Kristóf* Amerika-utazásáról. Aki a Fra Mauro-térkép adatait és az időrendet ismeri, az kissé megzavarodik ... De további furcsa hivatkozásokat is találunk a világtérkép forrásainak felsorolásában. A felsorolt szerzők közül biztos, hogy *Abraham Ortelius* (1527–1598), *Gerhard Mercator* (1512–1594), *Johannes Wernert* (1468–1528), *Hadzsi Ahmedet* és még jó néhányat nem ismerhetett. Az író a megjegyzések között egy cinkos kacsintással közli, sőt megmagyarázza, hogy a korábbi térképrajzolók „beillesztése” mellett fordítása még olyan „akaratlan betoldásokat” is tartalmaz, amelyek eredetileg nem voltak a napló szövegében. Így válik érthetővé, hogy hogyan kerül a könyvbe az ausztrál őslakók testére rajzolt térképek története.

A regény minden térképkészítő álmáról szól: meglelni a világ összes tájáról származó rengeteg híradásból mindazokat, amelyek igazak és fontosak, és ezeket úgy összekapcsolni és absztrakt rajzolatokkal megjeleníteni, hogy abból a világ valódi leképezése jöjjön létre. A könyvben megjelenik – jól érthető nyelvezettel és sok érdekes példával – a kartográfia szinte összes filozófiai és sok gyakorlati problémája. A velencei térképész alaposan és elmélyülten foglalkozik a tárgyszerűen dokumentált és a gondolati információkkal, azokkal az ismeretekkel és adatokkal, amelyeket térképére felvesz – medítál, fontolgat, eleméz és kételkedik térképműhelyében ülve. „Amikor hozzáálltam a térkép szerkesztéséhez, akkor azon voltam, hogy csak bizonyosságot ábrázoljak, és most látom, hogy az ellenkezője valósult meg. Sem kontinensek, sem népek nem bizonyulnak valódinak, csupán az önmagukhoz való viszonyukban léteznek. A földrajzi helyzetük is csalókának bizonyult. Mindebből elkerülhetetlenül következik, hogy a világ országainak, hegyeinek, folyóinak és városainak meghatározása csupán a szerkesztő szemléletében valósul meg.” (169. o.) „Ez lényegében azt jelenti, hogy térképem a világ torzított ábrázolása. Mindaz, amit a földrészek és óceánokon megjelenít, nyilvánvalóan csupán a saját, látogatóim elbeszélései alapján kialakult szemléletem leképezése. Felismertem, hogy a térképi világ nem valóságos – hacsak nem azon a módon, ahogyan közülünk mindenki saját érzéseinek és észleléseinek pecsétjét rányomja” – írja naplójába Fra Mauro (167. o.).

A könyv diskurzus az egyén viszonyáról a világhoz a saját tapasztalatok és mások információi alapján. A térkép – vallja a szerző – csak egy eszköz az egyén és az őt körülvevő világ dimenzióinak, illetve a saját és az átvett idegen földrajzi információknak a vizsgálatához és értékeléséhez. A belső vita ellentmondásai a térképészetről tett számtalan megjegyzésben tükröződnek: „Kételkedő, bizonytalan tudomány az, amelyet a térképkészítők űznek. Csupán elképzelések szerint egész partsávokat, zátonyokat és folyótorkolatokat festenek ki, hogy kiegészítsék mindazt, amit nem tudnak. Milyen gyakran rajzolnak térképükre sziklafokot és öblöt, anélkül, hogy ismernék a kontinenst, amihez tartozhatnának.” (33. o.) De azt is írja: „a kartográfia egy nagyszerű művészet”. (59. o.) Képesé tesz egy kolostori visszavonultságban élő barátot arra, hogy térképre rajzolja az egész világot, nemcsak az „örök dolgokat” az elmozdíthatatlan helyeiken, hanem a „mulandó dolgokat” is – egy tájat, a növényzetével, állatokkal, hajókkal, sátrakkal, emberekkel.

\*\*\*

Még sokoldalúbb a valóság és annak leképezett térképi képe viszonyának ábrázolása egy másik angol regény lapjain. *Andrew Crumey* könyvében a történet több síkon, némi képzavarral élve, többszörösen duplafenekűen játszódik [5]. Schenk, a kartográfus, aki tervező irodájában megépítendő, jövőbeli városi folyókat és csatornákat tervez – a regény a fejedelmek és hercegek évszázadában játszódik – beleszeret Estrellába. A szerelmes kartográfus, hogy mindig a szép életrajzíró lány közelében maradhasson, elkezd – szöveggel és adatokkal – beavatkozni a jelen és a múlt történéseibe, és kezdi megváltoztatni a megbízó herceg elképzeléseit. A herceg ugyanis nemcsak egy ideális város felépítését tervezi, ezért az építésszek és a kartográfusok a felelősök, hanem a város lakóinak és a vendégeknél életfolyamatát is tervezteti, amiért pedig az életrajzírók és az irodalmárok felelősek. A jövő életrajzainak tervezése a jelenben történik, de a múlt eseményeinek befolyása alatt. A szerelmes térképész beavatkozása – az ő kitalációja Zelnek gróf szolgálója, Pfitz, akinek életrajzát Estrella tervezi – számtalan komplikációhoz vezet Estrella és Schenk, a gróf és más imaginárius alakok kapcsolatában.

A regény írója, foglalkozását tekintve káoszelmélettel és fraktálokkal foglalkozó matematikus és fizikus, a különböző cselekménysíkokat sokrétű módon csúsztatja egymásba, és az olvasót is bevonja a szerzővel folytatott beszélgetésbe. Ebben a térrel, idővel és személyekkel folytatott szórakoztató játékban a kartográfus tulajdonképpen csak katalizátor, lehetne akár építész is. Érdekes, hogy a német cím, lefordítva „A kartográfus szeretője”, az eredeti angol „Pfitz” helyett, megtévesztő. Térképnek a szép Estrella testét, a kartográfus Schenk életrajzát, valamint a városi hidrográfiát ábrázoló rajzot írja le a szerző. És mégis, Schenk számára világos: „a térkép a világ magyarázata, reménytelen zavarainak racionalizálása, amelyen minden különböző színű tintával kibogozott, kodifikált és osztályozott. Egy térkép a lehetetlen álmom teljesülése, a világ papírra rögzítése.” (169. o.) Crumey három oldalon át foglalkozik „a térképkészítő álmával”.

\*\*\*

Egy teljesen más álmom a térképkészítésről – erről inkább a laikusok és a térinformatikusok, mint a kartográfusok álmodnak –, amit a jelelmélettel foglalkozó, hazánkban is népszerű regényíró, *Umberto Eco* 1982-ben hamiskásan-komolykodóan leírt: egy ország leképezése 1:1 méretarányban [6]. Eco esszéje az argentin író, *J. Louis Borges* (1899–1986) egyik regényéhez kapcsolódik, amely 1658-ban (!) Léridában jelenik meg, és a Nyugat pusztaságában egy óriási térkép romjairól ad hírt. A szerző a tudományos rendszerzés módszerével először is hat tételt állít fel: Követelmények az 1:1 méretarányú térképpel szemben címmel. Ezek bölcsnek és mély értelműnek tűnnek – és egyben azonnal megindokolják a tudós szándék lehetetlenségét. A Térkép használati módja c. fejezet három, elméletben elképzelhető lehetőséget mutat be – és rögtön a támasztott követelményekkel szembeni ellentmondásokat is: „1. A territóriumon fekvő átlátszatlan térkép”, ami ahhoz vezethet, hogy a lakosok a térképen és nem a Földön élnek, „2. A felakasztott térkép”, amely cölöpökön függ a Föld felett és megakadályozza a nap-sütést, és végül mint lehetséges kompromisszumos megoldás, „3. A transzparens és áteresztő, fekvő és tájolható (tehát mozgatható) térkép”, ahol

minden képtelenség egyesítve van. A szerző olyan komolysággal tárgyalja a térkép összehajtogatását majd kiterítését, mint különleges problémát, hogy az ember alig tudja elfojtani nevetését.

Az utolsó fejezet, amely A normál térkép paradoxona címet viseli, a téma megvitatását három pontban foglalja össze. A harmadik pont így hangzik: „a Birodalom minden 1:1 méretarányú térképe egyben a Birodalomnak mint olyannak a végét jelenti, és ennél fogva már csupán egy földterület térképe, egy területé, amely többé már nem Birodalom”. Ritkán fogalmazzák meg ilyen következetességgel és ilyen humorral a földrajzi valóság viszonyát annak térképi leképezéséhez.

\*\*\*

Míg a regényekben és az esszéikben a térképkészítés problémájáról igen sokoldalúan elmélkednek, addig a napjainkban népszerű „comicstrip” az irodalmi feldolgozás egészen más jellegét igényli. *Arlston Scoch* és *Paul Glauzel* szerzőpáros 1993 és 1995 között *Mesterkartográfusok* címmel három képregény-füzetet adott ki [7]. A főszereplő mesterkartográfusok igen aktív emberek, ahogy mondják, ők a tettek emberei. Nem elmélkednek a térképészeti vetítés, a kartográfiai leképezés pontosságáról, ők a térképet csupán a térbeli ismeretek megjelenítőjeként akceptálják, és mint az uralkodás és a nyereséghezó kereskedés tájékoztató eszközét fogadják el. Ismerik a térképolvasás titkos kódját és cselekednek – okosan, erősen, elszántan, ha kell, halálos eltökéltséggel. A sorozat így kezdődik: „Dandalos egy város. Dandalos egy világ. Az idők kezdete óta ez a fantasztikus, ez a gigantikus metropolisz fedi le az egész bolygót. Csak az aramantesi mesterkartográfusok kísérik meg kikutatni, hogy az egymásba skatulyázott birodalmak nagyvárosi halmaza mögött mi rejtőzik ... Az intézet térképészei az évszázadok során megismerték és feltérképezték Dandalos több mint felét.” De a másik, az ismeretlen, a barbár részről „a kartografált világ peremén” még térképet kell rajzolni. Így kapja a fiatal, mesterkartográfussá éppen előlépett Archim Dekamp a feladatot, hogy a korábban eltűnt, felmérés közben nyomukvesztett kollégákat, de mindenképpen a térképeiket, ki kell hozni az alig ismert Hekyrából. Veszélyes küldetése során számtalan emberrel, szép nőekkel, enyveskező tolvajokkal, hamiskártyás ivócimborákkal, menyétarcú kémekkel, engedelmes katonákkal és okos, jámbor bölcsekkel találkozik. És eközben mindig mondatok a kartográfiairól: „Soha ne veszítsd a térképészt szem elől, mert veszedelmesebbek, mint gondolnád.” (15. o.) „A kartográfusok olyan kódot használnak, amit csak ők ismernek. Meg kell kapnunk a méretarány értékét és a különböző jelek és szimbólumok jelentését – ezeket Archim Dekampnak feltétlenül el kell árulnia – mert különben ezek a pergamenek értéktelenek.” (33. o.) Természetesen Archim a céhe titkait nem árulja el, és új kalandra indul ...

A sorozat második és harmadik kötetében a mesterkartográfus Archim nemcsak szépasszonyok csábító szeretőjének, de eredményes hősnek is bizonyul a gonosz hatalombitorlók, az emberevő óriások és a titokzatos intrikusok ellen harcban – persze ez már nem kíván kartográfusi erényeket, és hősünk többé már nem is követ térképész célokat. A sorozatot nem folytaták.

\*\*\*

Valós problémával, a térképékesítés számára jelentőséggel bíró mérési feladattal, két nagyszerű amerikai regény foglalkozik. Ez a két feladat: a magasságmérés és a hosszúságmérés. *Christopher Monger* Az angol, aki dombra ment fel és hegyről jött le c. remek könyvének már a címében benne van a térképészeti probléma és benne van a megoldása is [8]. A brit királyi térképészeti hivatal, az Ordnance Survey két földmérőjét 1917-ben topográfiai felmérésre Walesbe küldik. A kies Ffymon Garv falu büszkesége, a hegy, az első hegy Walesben. Amikor az új felmérés során a két mérnök megállapítja, hogy a falu büszkesége kevesebb mint 1000 láb magas és ezért csak dombnak tekinthető, trükkös játék indul a faluban, hogy a kiemelkedést hegynek ismerjék el. Szerelem és csábítás, gin és sör, prédikáció és kemény munka, büszkeség és megszállottság mind-mind szerepet játszik az egész falut megmozgató kérdésben. De főleg a karakterükben oly alapvetően különböző falusi emberek, akikről a szerző kiváló portrékat rajzol, és ez teszi a regényt kitűnő olvasmányá. (A regényből film is készült, néhány hónapja az egyik magyar televíziós csatorna vetítette is.)

Kevesbé romantikus, de tökéletes prózában íródott mű az Egy magányos zseni igaz története, aki megoldotta kora legnagyobb tudományos problémáját – így a regény alcíme. *Dava Sobel* Hosszúsági fok c. könyve a hosszúsági kör meghatározásának átfogó és sokoldalú története [9]. A meridián, a hosszúsági kör az a képzetes vonal, amely a tengerészek biztos helyzetmeghatározása számára életfontosságú jelentőséggel bírt és bír jelenleg is. A szerző leírja a csillagászati helyzetmeghatározás számtalan kísérletét, a kísérletekben-próbálkozásokban részt vevő tudósok és tengerészek életrajzi adatainak pontos feldolgozásával. A középpontban *John Harrison* élettörténete és életműve áll. Ő az, aki a 18. században megoldotta a feladatot: a meridiánkülönbségek mechanikus szerkezettel, kronométerrel történő mérését. A csillagok helyzetének meghatározási pontossága, különösen a távcső feltalálását követően, a 17–18. század folyamán nagyban javult. A földrajzi koordináták, azaz a Föld egy pontján átmenő földrajzi szélesség és hosszúság meghatározására külön műszerekre volt szükség. A tengeren lévő hajók földrajzi helyzetét a hosszúsági és szélességi körök határozták meg. A földrajz szélesség fogalma, ami az Egyenlítőtől való fokokban kifejezett távolság, már az ókorban ismert volt. Már a régi görögök tudták, hogy a Nap és az állócsillagok magassága nemcsak az évszakokkal változik, hanem akkor is, ha a megfigyelő északról vagy délről magasabb vagy alacsonyabb szélesség felé utazik. A földrajzi szélesség meghatározásához a kormányos csak valamelyik csillag magasságát mérte, tehát azt a szöveget, amely alatt egy állócsillag – mint például a Sarkcsillag – a látóhatárhoz képest megjelent. A 17. század végén már minden ügyes tengerésztiszt meg tudta határozni szélességi helyzetét.

A hosszúság más lapra tartozott. A tengerészek és a tudósok évszázadokon keresztül viaskodtak azzal a problémával, hogy miképpen határozhatnák meg a földrajzi hosszúságot. Sok módszert javasoltak, de valamennyi használhatatlan volt, sőt; olykor fantasztikus ötletekkel jelentkeztek. A tengerészek továbbra is „varázslatos” hajóhelyzet-meghatározó eszközökkel „számították” a hosszúságot – ezzel részben feltételezéseiket próbálták igazolni –, és ha rosszul találgattak, hajótörést szenvedtek. A földrajzi hosszúság meghatározásához először egy kezdőmeridiánt kellett kijelölni. Angliá-

ban II. Károly király 1665-ben rendelte el egy csillagvizsgáló felépítését a greenwichi királyi parkban, a Temze partján, amelynek feladatául tűzte ki a hosszúsági fok csillagászati úton történő pontos megmérését. Főként *Flamsteed* munkásságának eredményeként, aki a csillagászati navigáció központjává tette az intézetet, 1776-tól a brit tengerészet és térképészet ezt a kezdőmeridiánt használta. A kezdő hosszúsági kör ismeretében a földrajzi hosszúságot a tengeren a kezdőmeridián és a meghatározandó hely meridiánjának helyi ideje közti különbségből vezethették le. Egy óra időkülönbség  $15^\circ$  hosszúságkülönbségnek felel meg. Galilei a távcső feltalálásával nagyban hozzájárult a hosszúságmeghatározás fejlődéséhez, hiszen a Jupiter holdjainak felfedezésével és pályaadatok kiszámításával lehetővé vált, hogy két különböző helyről ugyanazt az égi jelenséget figyelhessék meg egyidejűleg, ezzel összehasonlítsák a két pont helyi idejét.

A helymeghatározást pontosan kellett elvégezni, néhány kilométeres különbség, amely a földgömbön alig észlelhető, a tengeren súlyos következményekkel járhatott. Angliában végleg megelégtették ezt a helyzetet, amikor 1707-ben a Shovel tengernagy parancsnoksága alatt álló flotta a rossz hosszúságmeghatározás következtében a Scilly-szigetekenél zátonyra futott. Négy hajó és 2000 ember, köztük a tengernagy is odaveszett. Beható vizsgálat után a kormány 1714-ben 20 000 font jutalmat tűzött ki olyan módszer kidolgozására, amelynek segítségével a hosszúságot fél foknyi pontossággal lehet meghatározni. A hosszúságprobléma megoldásához – mondotta *Isaac Newton*, a brit kormány tudományos tanácsadója – „egy olyan órára van szükség, amely pontosan tartja az időt”. „A hajómozgások, a meleg és hideg változásai, a nedvesség és szárazság váltakozása és a különböző szélességi fokokon különböző nehézségi erők miatt azonban eddig nem sikerült ilyen órát készíteni” – mondotta tovább. Az első ilyen óra készítője *John Harrison*, egy yorkshire-i ács fia volt. Harrison 1728-ban készítette el hajóidőmérő műszerének rajzait, és hat évvel később mutatta be első óráját, egy 65 font súlyú óriás alkotmányt annak a külön összehívott Hosszúságmérő Bizottságnak, amely a navigációs technikai javaslatokat volt hivatott elbírálni. Az előzetes tengeri próbának biztató eredményei voltak, és a bizottság 500 fontsterlinget utalt ki számára egy javított modell elkészítésére. Harrison 1735 és 1770 között öt kronométert készített. Az első javított szerkezet kiválóan bevált az 1736-os lisszaboni próbaúton. Hogy milyen pontos órákat készített, jól bizonyítja a negyedik kronométere, amely *James Cook* öthónapos kutatóútján csak 15 másodpercet késett. A regény történelemhű lapjain megjelennek az egykori szereplők, a korabeli kézművesek, tudósok, politikusok és admirálisok emberi gyengeségei, intrikái, de megjelenik a jó is – a pontos-gondos munka, az erős jellem. A történet az utolsó lapig lekötí az olvasó figyelmét.

\*\*\*

Remélem, ez a kis irodalmi bepillantás is bizonyítja, hogy a kartográfus munkája elbűvölő tevékenység – hiszen a térképkészítés az emberi tudásvágy legalapvetőbb igényéhez kötődik, ahhoz, hogy megismerje, milyen a világ, és hol találja benne a helyét.

Hogy milyen embert kíván a térképezési tevékenység, ahhoz *Paul Pfinzig* 1598-ban írt könyvében találjuk a megfelelő választ [10]. A szerző ebben megadta, hogy milyen követelményeknek kell egy térképésznek eleget tennie. Ehhez tartozik „az egészséges test, főleg az éles látási képesség, egy soha nem reszkető ököl, erős jó combok, azonkívül egy vidám és kiegyensúlyozott természet, jó emlékezőtehetség és értelem, szóval mindaz, ami a munkát, a sok fáradságot könnyebbé teszi, édessé és kellemessé varázsolja. A kartográfus legnagyobb bére pedig az a gyönyörködhető látvány lesz, amit a térkép sok-sok rejtett dolog felfedezésével nyújt.”

#### HIVATKOZÁSOK:

- 1 *Pápay Gy.*: A térképtudomány fejlődésének alapvonalai. In: *Klinghammer I. – Pápay Gy. – Török Zs.*: Kartográfia-történet. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 1995, 36–37. o.
- 2 *Antoine de Saint-Exupéry*: A kis herceg. Móra, Budapest, 1977, (*Rónay György* fordítása). (Le petit prince. Editions Gallimard, Paris, 1946)
- 3 *James Cowan*: Der Traum des Kartenmachers. Die Meditationen des Fra Mauro, Kartograph zu Venedig. München, 1997, 189 o. (A Mapmaker's Dream. Boston, 1996)
- 4 *Franz Wawrik*: Fra-Mauro-Karte. In: *Kretschmer, I. – Dörflinger, J. – Wawrik, F.*: Lexikon zur Geschichte der Kartographie. F. Deuticke Verlag, Wien, 1986, 230–231. o.
- 5 *Andrew Crumey*: Die Geliebte des Kartographen. Frankfurt/M., 1997, 221 o. (Pfitz, London, 1995)
- 6 *Umberto Eco*: Die Karte des Reiches im Masstab 1:1. In: Platon im Striptease-Lokal. Parodien und Travestien. München/Wien, 1990, 85–97. o.
- 7 *Arleston Scoch – Paul Gaudel*: Die Meisterkartographen. 1. füzet: Die Welt der Stadt. Zelhém, 1993, 2. füzet: Die Glypte der Hofnarren. Zelhém, 1994, 3. füzet: Die Türme von Floovant. Zelhém, 1995. Mindhárom 46 oldal.
- 8 *Cristopher Monger*: Der Engländer, der auf einen Hügel stieg und von einem Berg herunterkam. Goldmann Taschenbuch, Frankfurt/M, 1996. (The Englishman who went up a hill but came down a mountain. New York, 1995)
- 9 *Dava Sobel*: Längengrad. Die wahre Geschichte eines einsamen Genies, welches das grösste wissenschaftliche Problem seiner Zeit löste. Berlin, 1996, 239 o. (Longitude. New York, 1995)
- 10 *Pápay Gy.*: A térképtudomány fejlődésének alapvonalai. In: *Klinghammer I. – Pápay Gy. – Török Zs.*: Kartográfia-történet. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. 1995, 65. o.

# Tendenciák a tudományos kutatásban

---

A Magyar Tudományos Akadémia 1990-ben hozta létre a külső tagság intézményét azoknak a kiemelkedő magyar kutatóknak a részére, akik bár magukat magyarnak, ill. magyarnak is tartják, de külföldön dolgoznak és nem magyar állampolgárok. A külső taggá választás lényegében ugyanolyan eljárással történik, mint a levelező vagy rendes tagok esetén. Az 1996. decemberi közgyűlés óta a külső tagok nemcsak meghívást kapnak az Akadémia közgyűlésére, hanem itt-tartózkodásuk idején az Akadémia vendégül látja őket, és a környező országokból érkezőknek az útiköltséget is megtéríti. Az 1996. decemberi közgyűlés alkalmából az akadémia elnöke egy munkavacsora keretében találkozott a közgyűlésre érkezett mintegy 10 külső taggal. Azóta minden egyes közgyűléshez kapcsolódóan olyan találkozóra kerül sor, amelyen – az adott közgyűlésre érkezett mind nagyobb számú külső tagon és az Akadémia elnökén kívül – részt vesz a Magyar Tudományosság Külföldön Elnöki Bizottság elnöke és néhányan mások is az Akadémia vezetéséből.

A fenti találkozók közül alakult ki tulajdonképpen a Külső tagok fóruma. Eleinte a találkozók során csak kötetlen beszélgetésre került sor. Később előre meghatározott tárgykörrel folyt a beszélgetés, amelyet egy vagy több felkért előadó vitaindítója vezetett be. Így például egyik alkalommal szó esett az áltudományokról és a tudományellenes tendenciákról a társadalomban, máskor a magyar tudományosságnak az EU-programokba való bekapcsolódásáról folyt a beszélgetés. Legutóbb, 1999. decemberében a tudományos kutatás világszerte észlelhető tendenciái volt a Külső tagok fórumának a tárgya, amelyet három különböző országból a három fő tudományterületről meghívott előadó gondolatai vezettek be: Gulyás Balázs (Svédország – élettudományok), Kende Péter (Franciaország – társadalomtudományok), Pozsgay Vince (USA – természettudományok).

Ennek a legutóbbi fórumnak a tárgya olyan aktuális és érdekes volt – az előadásokat igen élénk vita követte –, hogy úgy gondoltuk, érdemes nyomtatásban is közreadni, hogy a tudományos közösség minél szélesebb rétege hozzáférhessen. Éppen ez utóbbi tapasztalatok alapján a 2000. májusi közgyűléstől kezdve a Külső tagok fóruma nyilvános a tudományos közösség minden érdeklődő tagja számára.

Berényi Dénes

---

Gulyás Balázs

## A tendenciák parancsa a természettudományos kutatásokban

---

Rövid írásomban azokról a tendenciákról kívánok egy igen személyes jellegű összefoglalást adni, amelyeket én magam kutatói munkám során naponta látok és tapasztalok a tudomány világában.

Intézetem, a stockholmi Karolinska Intézet, mérhető tudományos teljesítményét és kutatói kapacitását tekintve az NIH után a világ második és Európa legnagyobb orvosi kutatóintézete, egyszersmind Stockholm orvosi egyeteme. Az intézetnek 1700 PhD-hallgatója van. Ők alkotják a kutatás derékhadát. Emellett természetesen az oktatás is jelentős: 19 különböző szakon nyújt képzést az intézet az orvos- és egészségtudományok terén, kezdve az ápolónók kiképzésétől az orvosképzésen át a kutatóorvosi és orvosbiológusi képzésig bezárólag. Az intézet emellett világszerte jól ismert arról a feladattáról is, hogy az orvosi vagy fiziológiai Nobel-díj odaítéléséről a Karolinska Intézet professzoraiból álló bizottság hozza meg a döntést.

A természettudományok világában napjainkban észlelhető és a kutatók saját bőrén érezhető tendenciákat két szempontból vizsgálom: (1) a tartalmi kérdések szempontjából („mit kutatunk?”, „merre haladnak a természettudományos kutatások fő csapásai?”), valamint (2) a „megvalósítás”, azaz a kutatási infrastruktúra, a kutatás „szövegvilágát” szempontjából („hogyan kutatunk?”).

## A tendenciák mérési kritériumai

Minden természettudományos vizsgálat alapja olyan módszerek és kritériumok meghatározása, amelyek alapján megfigyeléseink jól leírhatóak, megismételhetőek, mások által is bizonyíthatóak avagy cáfolhatóak lesznek. A tudományos kutatásban a kutatási irányok, „divatok” megerősödését vagy gyengülését (azaz, hogy melyek azok a tudományterületek és azokon belül az egyes szubdiszciplínák, amelyek javára napjainkban érezhetően eltolódik a kutatás) három jól mérhető, bárki által vizsgálható, bizonyítható kritérium alapján mutatom be: a támogatási (finanszírozási) rendszer, a díjazási rendszer és a publikációs tendenciák paraméterei alapján. E paraméterek jól alkalmazhatóak a „jelenleg mit kutatunk?” kérdésre. Ugyanakkor sokkal nehezebb „tudományos kritériumokat” találni a „hogyan kutatunk?” kérdésre; e területen sokkal inkább a saját mindennapos tapasztalataimat (melyek hasonlóak sok más kutatótársam tapasztalataihoz) szeretném megosztani az olvasóval.

## Mit kutatunk? – Válasz a tudománytámogatás oldaláról

Vizsgáljunk meg két példát: Mely tendenciák érvényesülnek az Atlanti-óceán innszó (európai) és túlsó (amerikai) oldalán a tudomány támogatása terén?

*Európa* esetében egyértelműen az Európai Unió Tudományos Osztályának tendenciáit érdemes figyelembe vennünk, hiszen az Unió a 15 tagország, valamint a 10 társulásra jelentkező ország körében végzi munkáját, és ez a tendencia mindenképpen figyelemre méltó. Az EU 1999-ben beindította az 5. keretprogramját, amely 2002-ben zárul le, s melynek költségvetése majdnem 15 milliárd euro értékű.

A program eddigi nem egészen 2 éves életútja során a magyar tudományos élet részvétele olyan sikeres volt, hogy az eddig beadott pályázatok alapján a magyarországi kutatók és kutatócsoportok a magyar állam által adott nettó támogatásnak négyszeresét kapták vissza grantok formájában.

Mely területek kaptak kiemelt figyelmet az 5. keretprogramon belül és milyen arányokban? Az első (és ez hangsúlyozottan első, még akkor is, ha a költségvetési összeg nem ebben a kategóriában a legmagasabb) helyre helyezték az életminőséggel és az étellel kapcsolatos csomagrészt, amely a biológiai alap kutatásokat és általában az orvosi kutatásokat tartalmazza. A második helyre került az információs technológiákkal kapcsolatos kutatókör, amelyik kétségtelenül a legmagasabb támogatást élvezte. Harmadik helyezett az ún. kompetitív és a fenntartható fejlődés kérdésköre, végül az energiakörnyezet és a fejlődés lett a negyedik csomag a programon belül.

Ha egyenként megnézzük a programcsomagokat, akkor minden egyes esetben világosan látható a tendencia: a legelső prioritás – és ezt ki is mondták – az emberi étellel, az emberi életminőséggel kapcsolatos kérdéskör. Az élettudományokon belül első helyre került a közvetlen, mindennapi életünk minőségével kapcsolatos kérdéskör, ezt követi az élelmiszerek és a környezeti tényezők kérdése, majd a fertőző betegségek, a sejt- és a sejtbetegségek, valamint az öregedés kutatása. Az információs társadalommal kapcsolatban szintén első helyezett maga az ember (a Rendszerek és szolgáltatások az állampolgár számára c. kérdéskör került az első helyre). Csak ezt követik azok, amelyek az információs technológia más aspektusait érintik. A harmadik és negyedik nagy terület: a fenntartható fejlődés, a környezet, meg az energia. A programcsomag itt is első helyen az életminőséggel és a fenntartható fejlődés emberi életre gyakorolt visszahatásával kapcsolatos kérdéseket érinti. Mindez egyértelműen jelzi, hogy az Európai Unió az elkövetkezendő években az alapkutatások prioritása terén az emberi életnek, életminőségnek adja meg az abszolút elsőbbséget.

Ami az Atlanti-óceán másik oldalát illeti, csupán egy statisztikát választottam ki az Egyesült Államok tudománytámogatási rendszeréből: a National Science Foundation-nak (NSF) a jelenleg érvényes költségvetési felosztását, amely több szempontból (nagyságrend, tudományterületi lefedettség stb.) összevethető az Európai Unió 5. keretprogramjával. (Természetesen ne felejtjük el: nemcsak e források állnak az Egyesült Államok kutatóinak rendelkezésére, amint az EU-n belül is számos más tudománytámogatási forrás létezik. Összességében az USA még mindig sokkal jobban áll Európánál e téren.)

Mely prioritásokat emelt ki és hangsúlyozott az NSF? Első helyre az információs technikát tették, amely az Európai Uniónál második helyen áll, de érdekes módon az Egyesült Államokban a költségvetési támogatás viszonylag alacsony a teljes NSF-költségvetéshez képest. Ezt azonban maga a National Science Foundation magyarázza meg egyik alapdokumentumában, arra hivatkozva, hogy az Egyesült Államokban jelenleg az információs technológiai ipar évi forgalma 7 billiárd dollár. Egy ilyen költségvetéssel dolgozó ipar megengedheti magának a saját kutatást és fejlesztőmunkát, ezért a központi költségvetési keretből csupán azokat az információs technológiai kutatásokat érdemes támogatni, amelyek az egész társadalom javát szolgálják és nem közvetlenül egy-egy ipari fejlesztést. Az NSF támogatási sorrendjében a biokomplexitás került második helyre, valamivel alacsonyabb költségvetéssel, mint az információs technológia.

Harmadik helyen ugyan, de kiemelten a legtöbb önálló költségvetési támogatást kapja a National Science Foundation-on belül a jövő munkaerőjének kiképzése, oktatása. E programba gyakorlatilag az átképzések, a továbbképzési rendszerek, azaz a humán erőforrások fejlesztése került.

## Mit kutatunk? – Válasz a tudományos díjak oldaláról

A kutatási tendenciákat második helyen a díjazás oldaláról vizsgálom. Néhány olyan kiemelt díjazási rendszert vettem figyelembe, amelyet a kutatótársadalom kiemelten elfogadott az elmúlt években: a Nobel-díj immár 98 éves, de emellett a nagyobb díjak a Crafford-díj, a Japan Prize, az Albert Lasker Award, a Wolf-díj. Ezek azok a díjak, amelyek tendenciáit érdemes figyelembe vennünk. Mivel intézetem, a Karolinska Intézet a felelős az orvosi vagy fiziológiai Nobel-díjak kiosztása kapcsán, a fentiek közül egyet vázolak: A Nobel-díjhoz kötődő, elmúlt évi tendenciákat.

Végignézem, hogy kik kaptak az elmúlt tíz évben fizikából, kémiából és orvosi vagy fiziológiai területről Nobel-díjat. A fizikai Nobel-díjak terén a tendencia egyértelműen két végletet mutat: az abszolút mikroszkopikus és az abszolút makroszkopikus véglet dominál. A 20. század végére eljutottunk oda, hogy a természettudományok a határokat feszegetik. A természettudományok természetesen mindig „a határokat feszegették”, de napja-

inkra eljutottunk oda, hogy a szubmikroszkópos, illetve a világegyetem nagy méreteinek kutatása az, amely abszolút dominanciát élvez a természettudományok díjazásában.

A kémiában teljesen hasonló a tendencia, egy „többlettel”. Azt talán nem lehet kijelenteni, hogy a kémia csupán a biológia segédtudományává válik, de mindenképpen besegít a biológiai folyamatok értelmezésébe, és ez a tendencia egyértelműen értelmezhető a kémiai Nobel-díjaknál. Ugyancsak érezhető itt egy másik tendencia, amelyet a fizikánál jeleztem. Amint a fizika szubmikroszkopikus irányba terjeszkedik, úgy a kémia a „szub-temporális” irányokba, pontosabban – és amit a legutóbbi kémiai Nobel-díj is jelzett – a szubfemtoshékundumos, azaz már emberi ésszel szinte felfoghatatlanul rövid idejű folyamatok vizsgálatának irányába terjeszkedik.

Számomra mint életkutató számára azonban a legérdekesebbek az orvosi Nobel-díjak, és itt a tendencia ismét csak azt mutatja, hogy a „finomságok”, a „részletek” irányába mozdult el az érdeklődés. Az 1999-es Nobel-díj esetében például „Targeting the Proteins” címmel jelent meg a méltatás első sora. Ez azt jelzi: most már nem azon „alapkérdéseken” gondolkodunk, hogy a fehérjéknek vagy a DNS-nek mi a funkciója, hanem azon belül is olyan miniatürizált egységeknél az egészen pontos funkcióit próbáljuk leírni, felfedezni és azt élő jelenségekkel, betegségekkel kapcsolatba hozni, amelyek egyértelmű magyarázatot adhatnak az élet, a normális és kóros életműködések funkcióira. Tehát a „határokat feszegetjük” itt is. Nem idő- vagy térbeli határokat, hanem akár a genetikussal, akár a protein-, akár a sejtműködésekkel kapcsolatban a mikroszkopikus finomságú rendszerek működését, a morfológiát, biokémiát és funkciót egységben próbáljuk egész pontosan leírni.

Érdekes módon azonban úgy tűnik, a „nagy rendszerek” viselkedésével kapcsolatos Nobel-díjak – legyenek azok pl. az etológiával (Konrad Lorenz) vagy az idegtudomány egészével kapcsolatosak (Sir Charles Sherrington, Santiago Ramon y Cajal) – a múlté lettek. Ez sajnálatos módon azt jelzi, hogy „nem divat” a nagy rendszerek, „az egész” működésének vizsgálatát jutalmazni. Nagyon várom, hogy ez a „rég” tendencia a jövőben ismét visszatérjen!

## Mit kutatunk? – Válasz a publikációs tendenciák oldaláról

A harmadik nagy kérdéskör a publikációban mérhető tendenciák kérdésköre. Tudatosan nem megyek bele abba, hogy a nagy „általános” folyóiratokat (Science, Nature vagy PNAS) analizáljam, hiszen ezekben általában meg van adva, hogy bennük melyik tudományterület milyen számú lehetőséggel rendelkezik. Igaz, ezt évről évre módosítják.

Viszont átnéztem a New Scientist című tudományos ismeretterjesztő folyóirat legutóbbi egyéves tartalomjegyzékét. A New Scientist-ben évente átlagosan 14 000 cikk jelenik meg, ennek 44,5%-a biológiával kapcsolatos. Ezen a 44,5%-on belül a cikkeknek több mint a fele (tehát az összes cikk majdnem egynegyede) kifejezetten az emberi étellel, egészen pontosan a betegséggel és egészséggel kapcsolatos. Meggyőződésem, hogy ez a tendencia jellemzi általánosan is a publikációs tendenciákat a világban.

## Hogyan kutatunk? – Infrastrukturális tendenciák

Érzékeltetni szeretném, hogy nemcsak tartalmi kérdéseket érdemes vizsgálnunk, hanem az infrastrukturális tendenciákat is. Négy tendenciát emelek ki.

Az első és mindenekelőtt a legerősebb prioritási tendencia, amit érzékelünk, a *nemzeti kollaboráció*. Izolációban nem lehet többé tudományt művelni a világon. És az együttműködések immár kontinenseket ívelnek át. Vannak olyan nemzetközi alapítványok (pl. Human Science Frontier Research Program Organization, a világ egyik legnagyobb nemzetközi tudományos alapítványa), amelyek kifejezetten az óceánokon átívelő kollaborációkat részesítik előnyben.

A másik a *mobilitás* tendenciája. A természettudományok terén a mobilitás alapkérdéssé lett. A nagy egyetemi vagy egyéb kutatóintézetekben immár nem „állandó” az egyes csoportok léte. Számos példát sorolhatnánk, amely bizonyítja, hogy ha jobb lehetőséget kínálnak fel egy kutatócsoport számára, ha egy más intézményben a környezet kedvezőbb munkájuk számára, akkor az egész csoport „elköltözik”. Ma már nemcsak egyes kutatók, hanem egész csoportok mozognak a világban. A kötődés fogalma kezd kihálni a tudományos világon belül, a „nyugdíjas állás” pedig immár az ismeretlen fogalmak közé kerül.

A harmadik nagy tendencia a *folymatos kiértékelés*. Intézetekben gyakorlatilag öt-évenként egy nemzetközi site-visitnek vagyunk kitéve. Amint Pozsgay Vince előadásából<sup>1</sup> tudjuk, az NIH-ben mindez négyévenként történik. Ilyenkor a világ legjobb szakértőit hívja meg az intézet az egyes kutatócsoportok kiértékelésére. Ennek az értékelésnek komoly finansziális következményei vannak. Ezt a formát számos európai ország tudományos életének egészére kiterjesztették. Finnország két évtizede így kezdte el azt a világra szóló tudománypolitikai sikersorozatot, amelynek révén a világ tudományos élvonalába került.

A negyedik nagy tendencia az *azonnali publikációk* tendenciája. Gyakorlatilag napjainkban a publikáció már nem „copy right kérdés”, ezt az elvet a nagyobb tudományos kiadók is kezdik feladni. Az azonnali publikáció követelmény lett. Számos folyóirat (így például a NeuroReport is, melynek egyik szerkesztője vagyok) a kézirat elfogadása után a honlapjára teszi a kéziratot, azaz elérhetővé teszi mindenki számára az interneten. A világ 12 nagy tudományos kiadója nemrég szerződést írt alá, hogy a jövőben folyóirataikat ingyen ráteszik az internetre. Gyakorlatilag ez egy anti-trust törvény, de saját maguk hozták! Úgy tűnik, hogy ezt a tendenciát nem lehet megállítani, így tehát érdemes, hogy maguk a legfontosabb tudományos kiadók szaladjanak elébe. Az azonnali publikáció kérdése létfontosságú lett mostanra a tudományban.

## Epilógus: mire jó a tendenciák követése?

Az amerikai Kongresszus 1998. szeptember 24-én hozta a következő határozatot, amelynek néhány mondatát idézem: *„Az Amerikai Egyesült Államoknak fenn kell tartania és tovább kell erősíteni kiemelt pozícióját a tudományban és a technológiában annak érdekében, hogy elősegítse az univerzum és az univerzum egyes részeinek megértését, erősítse minden nép szabadságát, biztosítsa az életet és az egészséget. A tudományos tevékenység a nemzetgazdaságnak lényegi hajtóereje, ezért az alapkutatási ráfordítások alapvetően szükségesek, stratégiai jelentőséggel bírnak. Hogy fenntartsuk nemzetünk gazdasági erejét és nemzetközi versenyképességét, a kongresszusnak kiemelt prioritással állandó és jelentős szövetségi hozzájárulást kell biztosítania (a költségvetésből) az alapkutatások számára.”*

Mindez azonban nem csupán az Egyesült Államokra érvényes – teljességgel érvényes hazánkra is. A tudomány kiemelt szerepe az emberiség, a társadalom és az országok életében a mi esetünkben is teljességgel érvényes, és mindez a magyar tudományosság és a magyar tudománypolitika számára is elvárásokat fogalmaz meg. Tudománypolitikai fejlesztésünknek a világ tudományosságának tendenciáit, azon belül az Európai Unióban különösen érvényesülő tendenciákat figyelembe kell vennie: a magyar tudományos élet és a magyarországi tudománypolitika tendenciáit harmonizálni kell a világ tudományosságának, és ami esetünkben jelenleg különösen fontos: az Európai Uniónak a tudomány- és technológiapolitikai tendenciáival. Mindez Magyarország életének, fejlődésének, nemzetközi szerepe erősítésének egyik – kétségkívül leglényegesebb – kérdése.

Így érhetjük el azt, amit Széchenyi annak idején a Hitel-ben leírt: *„A tudományos ember mennyisége a nemzet igazi hatalma. Nem termékeny lapály, hegyek, ásványok, éghajlat teszük a közerőt, hanem az ész, mely azokat józanán használni tudja. Igazibb súly, s erő az emberi agyvelőnél nincs.”*

<sup>1</sup> Jelen összeállításunk harmadik írása – a szerk.

Kende Péter

## Merre halad a társadalomtudomány?

---

Amikor megkaptam az igen megtisztelő fölkérést, elgondolkoztam azon, hogy milyen támpontjaim lehetnek a társadalomtudományban fellépő tendenciák megvilágítására. A fő tendenciák megítélésében természetesen mindenki a saját kútfejére hagyatkozik elsősorban. Ezen felül megszereztem a francia nemzeti kutatóhálózat irányító központjának, a CNRS-nek a legutóbbi, ún. konjunktúra jelentését. A „konjunktúra” szó itt a tudomány helyzetére, állására vonatkozik; megnéztem tehát, hogy ebben a jelentésben, amely 3–4 évvel ezelőtt készült, milyen tendenciákat állapítottak meg a társadalomtudományok területén. A CNRS-nek összesen negyven szekciója van, ez valamennyi tudományágat jelenti, ennek egynegyedét képezik a társadalomtudományok. Franciaországban az *elmúlt évek egyik érdekes tendenciája volt, hogy a hagyományos diszciplínák helyét másfajta csoportosítások vették át, amelyekben egymás mellé kerültek különféle diszciplínák, illetve egyazon tudományág (mondjuk a szociológia) bizonyos témakörei elváltak egymástól.*

A társadalomtudományokban uralkodó tendenciákról szóló áttekintésnek tulajdonképpen két párhuzamos nyomon kellene elindulnia. Az egyik a *tematikai újdonságok* és hangsúlyeltolódások iránya, a másik pedig a *módszertani változásoké*, illetve állandóságoké. Magától értetődik, hogy egy ilyen rövid előadásban teljességre nem lehet törekedni, s hogy az áttekintésnek az előadó személyes kompetenciája is határt szab. Ezt figyelembe véve én arra a két-három szakterületre fogok koncentrálni, amelyek az én kompetenciámba tartoznak: a politikai tudományok, az eszmetörténet és a jelenkort elemző diszciplínák: történelem, szociológia és hasonlók.

Áttekintésem első része arról próbál számot adni, hogy milyen tematikai újdonságok és hangsúlyeltolódások észlelhetők, vagy pontosabban: hogy én milyen tematikai hangsúlyeltolódásokat és újdonságokat észleltem.

### Globalizáció

Az első ilyen — nagyon triviálisan hangzik, de azt hiszem, hogy nem olyan triviális — a *globalizáció* címkével lehetne megjelölni. Jóllehet a tudományt nem az aktualitás kormányozza, ez a globalizációnak (franciául *mondializációnak*) nevezett valami oly mértékben meghatározza a jelenkort, hogy lehetetlen nem tudomást venni róla a tudományban csakúgy, mint a politikában vagy a mindennapi életben. Ennek azután vannak lecsapódásai, nemcsak a közgazdaságtanban, ahol magától értetődő, hogy a globalizáció központi témakörre vált, hanem a nemzetközi kapcsolatok elméletében, a különféle rendszerelméletekben, sőt a filozófiában is. Példa erre egy elhíresült munka, a japán-amerikai Fukuyama könyve a történelem végéről (Francis Fukuyama: *The End of History*, 1989), amely igazában véve egy hegelianus filozófiai munka arról, hogy az emberiség elérkezett-e tulajdonképpen célkitűzéseinek megvalósításához, és ezt ebben a globális perspektívában vizsgálja. A nemzetközi kapcsolatok terén világos, hogy a problémák, amelyekről itt szó van, nagyjából a következők: tulajdonképpen hány pólusos ez a jelenlegi világ, hogyan működik ez a világ, amelyben egy pólusnak nyilvánvalóan domináns szerepe van, milyen hely marad ebben az új elrendezésben az állami szuverenitásnak, milyen rendszerré állnak össze a gazdasági folyamatok ellenőrzésére hivatott szupranacionális intézmények, más szóval: lehet-e a politika és a gazdaság egyfajta új egyensúlyáról beszélni ebben a világban? E kérdéseket csak felsoroltam, de tárgyalni egyiket sem tudom ebben a keretben.

Ebbe a témakörbe sorolható a kommunikációs világhálóval kapcsolatos irodalom, ennek politikai és szociológiai reflexiója, de újból felvirágozott a geopolitika diszciplínája, s persze a munkahelyek új elosztásával, illetve a népesség vándorlásával kapcsolatos szociológiai kutatások is, amelyek egy korábbi téma helyére léptek. A korábbi témát úgy hívták, hogy harmadik világ vagy elmaradt fejlődés, elmaradottság – ezt most ezeknek az új világtendenciáknak az elemzése váltja fel. Én úgy látom, hogy Magyarország eddig ebben a témakörben nem nagyon buzgólkodott; valószínűleg azért, mert az Európán kívüli világ a magyar tudományosságot tulajdonképpen soha nem foglalkoztatta nagyon erősen (tisztelet a kivételnek). A magyar társadalomtudományokban van egy bizonyos Európa-centrikusság, vagy ha úgy tetszik, egy Európa- és Amerika-centrikusság. Úgy gondolom azonban, hogy előbb-utóbb a magyar tudománynak is tudomásul kell vennie, hogy a Kárpát-medence, illetve Kelet-Közép-Európa nagyon kis pontja az ezredvég geopolitikai és demográfiai fejleményeinek, s már csak a magunk dolgainak a jobb megértéséhez is jobban kell figyelniük azokra a „globális” folyamatokra, amelyek egyre erősebben átrendezik ezt a mai világot.

## Etnikum és nacionalizmus

Egy második témakör, amely az utóbbi időkben előtérbe került, sőt, egészen különleges megvilágítást kapott, az *etnikummal és a nacionalizmussal* kapcsolatos. Tudniillik, némileg paradox módon, a globalizációval párhuzamosan a nemzeti közösségek mibenlétének a kutatása is új lendületet vett a 20. század utolsó negyedében. Ez nem az elmúlt évtizedben kezdődött, már a 70-es évek óta folyamatban van. A nacionalizmust tárgyaló újabb szakirodalom, amely nemcsak történelmi, hanem szociológiai, szociálpszichológiai, nyelvészeti, sőt politikai filozófiai is, könyvtárakat tölt meg. És túlzás nélkül mondhatjuk, hogy a vonatkozó problémakör napjainkban, évről évre, tudományos konferenciák százainak képezi a tárgyát. Az etnikai mozgalmak fellángolása csak a kiinduló pont, a vizsgálódás tulajdonképpeni tárgya az, hogy miféle tényezők alkotják azt a kollektív identitástudatot, amely azután politikai meghatározó erővé emelkedik. Ebben a témakörben a magyar kutatók nagyon is jelen vannak, de azért jellemző, hogy a nacionalizmus-tanulmányok első tanszéke Budapesten, a Central European University keretében jött létre, nem pedig valamelyik nagy hazai egyetemen. Sőt, a második ilyen tanszéket is a strasbourgi egyetem Budapestre kihelyezett részlege alkotja. Ezzel csak arra akarok rámutatni, hogy ez a téma nemzetközileg milyen kitüntetett. Egész fakultások foglalkoznak vele, amelyekben természetesen különféle diszciplínák művelői kerülnek össze: politológusok, szociológusok, történészek és mások.

## Politikai filozófia

Egy harmadik fejlemény, amelyet személy szerint nagyon érdekesnek tartok, a *politikai filozófia* területén jelentkezik. Ez is a századvég egyik érdekes újdonsága. Tudniillik, hogy a száraz, tárgyyszerű, sőt számszerűsített politikaelemzés mellé virágozó diszciplínaként felsorakozott a klasszikus politikai filozófia kérdésfeltevéseit újra szemügyre vevő és persze mai szemmel reflektáló társadalomelmélet. A politikai filozófiának ez a reneszánsza az angolszász egyetemeken indult el és a kiindulópont talán *John Rawls* nevéhez kapcsolható, akinek egy nevezetes munkája az igazságosság új elméletét fektette le és, habár teljesen új módszertani alapokon, valamiképpen mégis visszatért a klasszikus filozófia néhány alapvető kérdésfeltevéséhez. Hadd jegyezzem meg, hogy Rawls elmélete az individuális jogok központi szerepére épül és ennyiben annak a korszaknak a jellegzetes fejleménye, amely az elmúlt háború végével kezdődött és első ízben deklarálta az emberi jogok egyetemes érvényét. (Mint ismeretes, az Emberi Jogok Egyetemes Nyilatkozatát 1948-ban fogadták el az Egyesült Nemzetek Szervezete keretében.) Ez a 18. század végéhez képest

lényeges előrelépés volt, egyszersmind jelzi, hogy az emberi jogok problematikája milyen központi helyet foglal el a modern társadalmi, politikai, filozófiai gondolkodásban.

Az emberi jogok témaköre ugyanakkor kirobbantott egy nagyon fontos vitát, megint csak elsősorban az Egyesült Államokban, amelynek egyik pólusán az egyéni jogokat mindenek fölé helyező liberális iskola, a másikon pedig az a felfogás áll, amelyet az angol-amerikai szóhasználatban úgy neveznek, hogy „kommunitárius”, azaz közösségcentrikus, s amely szerint a politikai filozófia problémáit sem lehet másképpen megoldani, mint egy bizonyos közösségből kiindulva, úgy, ahogy ez már Arisztotelésznel is történik a Polis középontba állításával. (A „kommunitáriust” a világerő se tévesszük össze a „kommunistával”! Szemben a liberális individualistákkal, a kommunitárius iskola képviselői többnyire konzervatívok.) Ez a vita nagyon érdekes, az utóbbi évtizedekben már voltak nagyon komoly lecsapódásai az európai országokban is, ahová némi késéssel jutott el. Ugyanakkor az európai országokban a szereplőket nem egészen úgy hívják, mint Amerikában; Franciaországban például a republikánus felfogás az, amely bizonyos fokig szemben áll a teljesen individuális liberális felfogással. A politikai filozófia természetesen másképp fejlődött Nyugat-Európában az elmúlt évtizedekben, de itt is lehet reneszánszról beszélni. Reneszánszról, amely tulajdonképpen visszahozta a klasszikus politikai filozófiát a görögöktől egész Kantig vagy Kanton túl. Tanulságosnak tartom még azt is, hogy a 60-as évek harmadvirágzása után a marxizmus a század végére szinte egyik napról a másikra eltűnt a kollektív gondolkodásból. Ez mintegy utólagos bizonyítéka annak a gyanúnak, amelyet *Raymond Aron* már a '60-as években megfogalmazott, hogy tudniillik a marxizmust mint szellemi irányzatot az tartotta fenn, illetve az tette olyan erőssé, hogy a háttérben ott állt a szovjet kommunizmus. Abban a pillanatban, hogy a szovjet kommunizmus krízisbe jutott és visszaszorult (ez már a '80-as években megkezdődött), a marxizmus maga is hanyatlásnak indult.

Még két fejleményről szerettem volna szólni, de, ezekre most már csak cimszószerűen van lehetőség. Az egyik a posztmodern fogalma, a másik pedig az antropológiára nehezedő genetikai kihívás.

A *posztmodern* fogalomköre arról szól, hogy elérkeztünk-e annak a korszaknak a végéhez, amely a felvilágosodással kezdődött és amelynek középpontjában az emberi értelem állott. Ha a posztmodern filozófusok munkáit olvassuk, akkor azt látjuk, hogy ők erre igennel válaszolnak: szerintük egy olyan korszakba léptünk be, amelyben a ráció elvesztette azt az uralkodó szerepet, amelyet az elmúlt két vagy három évszázadban Európában játszott. A posztmodern felfogás továbbá nemcsak relativizálja az igazság kritériumait, hanem tagadja bármiféle igazság lehetőségét. Minden igazság egyenértékűvé vált, minden gondolat pusztá nyelvjátekknak tekinthető. Ez a nyelvi kétség Wittgensteinnel kezdődött és talán az amerikai *Rortyval* érte el csúcspontját. A „posztmodern” az utóbbi évtizedben Magyarországra is betört, de személy szerint kételkedem abban, hogy több volna, mint divatirányzat. Ahhoz, hogy kijelentsük: véget ért az emberi fejlődésnek az a korszaka, amely a felvilágosodással illetve a modern tudományos gondolkodással kezdődött, sokkal nyomatékosabb bizonyítékok kellenének. Egyelőre tömegével lehet ellenkező bizonyítékokat felsorolni. Például mindazok az adalékok, amelyeket az imént kaptunk a tudomány fejlődéséről, a posztmodern ellen szólnak.

A *genetika* problémáját én csak annyiban említem, amennyiben az a társadalomtudományokat érinti. Röviden: az új genetikai tudással, a gének manipulációjával megnyílt valami egészen újnak a lehetősége és egészen nyugtalanítóan vetődik fel az a kérdés, hogy mi is az ember, hogy milyen normák értelmében lehetne, szabadna vagy kellene az embert genetikailag formálni, netalán megújítani. Ugyanezt másképp fogalmazva: szabad-e beavatkozni a teremtés művébe, illetve a természet spontán munkájába? Kinek van joga beavatkozni ezekbe a folyamatokba? Ez a témakör, amely messze túllép a genetika technikai szakembereinek az illetékességén, ma nagyon sokakat foglalkoztat. Egyébként nyugat-európai országokban etikai és deontológiai bizottságokat állítottak fel, hogy bizonyos fokig határt szabjanak a genetikával kapcsolatos kutatásoknak. Ezekben a bizottságokban nemcsak természettudósok vesznek részt, hanem filozófusok, szociológusok, pszichológus-

sok, ez tehát nyilvánvalóan olyan témakör, amely ma már a társadalomtudományok egészét érinti. (Csak zárójelben jegyzem meg, hogy ebben a témakörben a legprovokatívabb fejlemény egészen új keletű. Egy eléggé ismert német filozófus, a fiatalabb generációhoz tartozó *Peter Sloterdijk*, Nietzsche és Heidegger nyomdokán haladva újból meghirdette az Übermensch eljövételét. Szerinte egy olyan korszak küszöbére érkeztünk, ahol az állattenyésztésről most már áttérünk az embertenyésztésre, és akárki akármit is csinál, ez elől kitérni már nem lehet. Szavai hihetetlenül éles vitát váltottak ki Németországban, a vita hullámai átterjedtek Franciaországra is.)

## Módszertani újdonságok és állandóságok

Sokkal rövidebb leszek azon módszertani újdonságokat vagy állandóságokat illetően, amelyekről előadásom második részében akartam beszélni. Kezdjük az *állandóságokkal*. A társadalomtudományokban még mindig kitüntetett és talán egyre növekvő szerepe van a kvantitatív elemzésnek. A 20. század második felében a kvantitatív elemzés egészen új szerepet és sokkal nagyobb helyet kapott a korábbi korszakok társadalomtudományi gondolkodásához képest. Ez nemcsak a szociológiában vagy a közgazdaságtanban van így, de a történettudományokban is. A történettudományok, de még a politikai tudományok is a számszerűsítés irányában indultak el – elég, ha pl. a közvélemény-kutatásokra utalok, amelyekben a kvantitatív módszerek uralkodó jelentőségűek.

Egy másik állandóság az *interdiszciplinaritás*, amely szintén az elmúlt 30–40 év fejleménye. Ez a tendencia nemhogy gyengülne, de inkább erősödik az utóbbi időben. Az imént nagyon meggyőző adatokat kaptunk arról, hogy a kémia hogyan olvad be fokozatosan a biológiai tudományokba, de az interdiszciplinaritás a társadalomtudományban is egy konstans, sőt egyre divatosabb módszertani adottság (azért nem mondom újdonságnak, mert ez is már több évtizedre nyúlik vissza). Márcsak a tudás óriási fragmentációja miatt is szükség van rá. Másfelől azonban én valami olyat is kiolvasni véltem az előadásom elején idézett francia jelentésből, hogy mostanában elég nagy fejtörést okoz, vannak-e az interdiszciplináris kutatásnak elismert szakmai normái? Az egyes diszciplínákon belül érvényes szakmai normákat ugyanis mindenki ismeri, érti, és ha azoknak alávet egy kutatást, akkor tud valami határozott dolgot mondani róla. Ha azonban az interdiszciplinaritás területére keveredünk, mintha megrendülnének a kritériumok, amelyek alapján valamely kutatásnak az érvényessége vagy újdonsága megállapítható. Úgyhogy az interdiszciplinaritás valószínűleg ugyanannyi problémát vet fel, mint amennyit megoldani képes.

Most pedig áttérek *néhány újdonság* egészen rövid felvillantására. Az egyik ilyen újdonság az, hogy egymástól igen-igen távol álló diszciplínákat kapcsolnak merészen össze, és azok rendkívül érdekes, szignifikáns tudományos eredményeket hoznak. Ilyen pl. a káoszelmélet. Vagy ilyen pl. bizonyos fizikai képleteknek a tőzsdei ingadozások vizsgálatára való alkalmazása. Ezek nagyon termékenyeknek bizonyulnak. Mindkét példa esetében arról van szó, hogy természettudományos vagy a magasabb matematikai elemzésben kipróbált számítási módszerek kerülnek be a társadalomtudományokba. Ez kétségkívül az elmúlt időszak egyik figyelemre méltó fejleménye.

Egy másik, egészen más természetű módszertani fejlemény, amelyről beszélni szeretnék, a következő: másfél évszázadon keresztül tulajdonképpen uralkodó volt az eszmék értékelésének materialista vagy legalábbis kontextuális módszere. Tehát az, hogy az eszmékre vonatkozó minden elemzés elsősorban arra törekedett, hogy azt a maga társadalmi kontextusába ágyazza bele és ennek révén jöjjön elő magyarázó elméletekkel. Nekem úgy tűnik, s ez nem teljesen szubjektív megállapítás, hogy az utóbbi időben itt is változás van: megint divatba jött az eszmék önmozgásának figyelése. Tehát az a fajta dekontextualizált elemzés, ahol arról van szó, hogy milyen eszmei kapcsolódások vannak különböző szerzők vagy korszakok között, nem pedig a szerzőket magyarázni próbáló társadalmi kontextus-

ról. A kontextus itt csak annyiban játszik szerepet, hogy minden történeti kutatásban természetesen felmerül az a probléma: milyen közvetítő csatornákon keresztül fejlődött tovább egy eszmei irányzat. Tulajdonképpen a klasszikus filozófia reneszánsza is ebbe a módszertani újdonságba tartozik, mert az a mód, ahogyan ma ugyanazokra a problémákra tér vissza a politikai filozófia, amelyek másfél vagy kétszáz vagy kétezzer évvel ezelőtt voltak divatban, azt mutatja, hogy az eszméknek van bizonyos állandóságuk és önmagukban való létük, amiktől nem lehet elvonatkoztatni és amelyeknek elemzésében irreleváns, hogy azt milyen társadalmi folyamatokkal vagy egyéb kontextuális elemekkel akarjuk magyarázni.

Megint ugrom egy nagyot és egészen más típusú módszertani újdonságot említek. Angolul *gender studies* a neve. Ez azt jelenti, hogy a társadalomtudományokba és a történettudományokba berobbant egyfajta feminista szemlélet, amely azt mondja, hogy a nőket évezredek óta elnyomják, a nők szerepének egészen más hangsúlyt kell kapnia a különféle tudományok értelmezésében. Tehát nem arról van szó, hogy a nők mekkora szerepet játszottak itt vagy ott, hanem arról, hogy a filozófiát jobban megértjük, ha azt nézzük, hogy férfiak írták és nem nők, illetőleg feltételezzük, hogy ha nők írják, akkor a filozófia más-milyen volna. Hadd mondjam meg, hogy ez egyelőre csak amerikai hóbort vagy mondjuk angol-amerikai, amely a kontinentális Európába még nem hatolt be. Amerikában, ahol az egyetemeken elég különös jelenségeknek lehetünk tanúi, ez egyenesen terrorisztikusan hat bizonyos tudományágakra, egyszerűen lehetetlenné teszi azok normális működését, mert egy lobby állandóan azt követeli, hogy a tantervet gender-szemponatok szerint alakítsák át. Azt gondolom, hogy miközben Európa sok tekintetben el van maradva Amerika mögött, mint azt pl. az imént a tudományos kutatás számaiból láthattuk, ugyanakkor jóval előtte jár abból a szempontból, hogy ilyen hóbortok nem tudják elborítani a szellemi életét. Az európai szellem jobban védve van az ilyesfajta divathullámok ellen, mint az amerikai.

Még egy utolsó dolog, amiről beszélni szeretnék, az a felfogás, hogy tulajdonképpen lejárt a nagy narratívák ideje. Nincsenek olyan összefoglaló elméletek, amelyek alapján az emberiség társadalmi, történeti vagy filozófiai elemzését egyetlen nagy rendszerbe foglalhatnánk össze. Ez módszertanilag abba a kérdéskörbe tartozik, amelyet már a posztmodern címszava alatt érintettem. Azt gondolom, hogy itt óvatosaknak kell lennünk. Várjunk egy keveset! Egyáltalán nem biztos, hogy a modern szellemnek a nagy igazságok relativizálódása az utolsó szava: a nagy szintézisek többnyire váratlanul jönnek létre, akkor, amikor a legkevésbé számítunk rájuk. Ezért én egy csöppet kételkedem abban, hogy ez a felfogás, amely ma oly nagy mértékben dominálja a társadalomtudományok és a politikai filozófia egy részét, tulajdonképpen igazolt-e.

## Az angol nyelv térhódításáról

Még egy egész rövid megjegyzéssel szeretném befejezni, amely az angol nyelv látványos és feltartóztathatatlan térhódításáról szól. Ez bizony a társadalomtudományban módszertani kérdés. Tudniillik egyre szaporodik azoknak a diszciplínáknak a száma, ahol ma már nem is lehet másképp dolgozni, mint angolul. A közgazdaságtanban ez már pár évtized óta így van: minden más nyelvű ország közgazdaságtana csak akkor tesz szert jelentőségre, ha angolul jelenik meg a világszínpadon. Ez a kényszer most már más diszciplínákra is jellemző. A természettudományokban ez nem probléma, mert hiszen azt a néhány száz szakkifejezést, ami az egyezményes jelöléseken, képleteken, matematikai formulákon kívül a tudományos kommunikációhoz kell fizikában vagy matematikában, mindenki el tudja sajátítani. A társadalomtudományokban azonban a kommunikációhoz gazdagabb szókincsre van szükség, és ez már sokkal nehezebb feladat, azonkívül fogalmazási problémákról is szó van. Nos, tény az, hogy az utóbbi évtizedben tovább erősödött az angol nyelv dominanciája és a két másik nagy világnyelv, a francia és a német, látványos ha-

nyatlásnak indult a tudományban, mert egyszerűen nincs lehetőség arra, hogy a tudományos produkciónak ezeken a nyelveken is ismertté váljanak. Csak anekdotászerűen említem meg, hogy Franciaországban egy időben divatban volt rendeletileg kényszeríteni a francia tudósokat és kutatókat arra, hogy csak franciául fejezzék ki magukat a világkongresszusokon is, nehogy az ő behódolásuk az angol nyelv előtt még tovább erősítse ezt a tendenciát. Jelenthetem, hogy az utóbbi évtizedben ez megváltozott. Pontosan azért, hogy a francia tudomány is megállja a helyét a világversenyben, illetőleg, hogy ne tűnjék el teljesen a szinterről, most egyenesen ösztönzik a francia kutatókat arra, hogy nemzetközi kongresszusokon ők is angol nyelven fejezzék ki magukat. Azt hiszem, ezzel mindent megmondtam.

*Pozsgay Vince*

## Legfontosabb feladat a hagyományos diszciplínák integrációja\*

Munkahelyem, a National Institutes of Health (NIH), egyike a világ vezető egészségügyi kutatási intézményeinek. Az Egyesült Államok Egészségügyi Minisztériumához tartozó intézmény 25, egymástól különálló intézet és központ együttese. Az intézmény központja Washington elővárosában, Bethesda-ban, mintegy 300 hold területen van, ahol 75 épületben folyik orvosbiológiai kutatás a kiegészítő, ellátó tevékenységgel együtt. Az intézmény elsődleges célja új ismeretek megszerzése betegségek megelőzésére, kimutatására és gyógyítására. Az intézet jelenlegi évi 16 milliárd dollárnyi költségvetéséből 82% kerül az NIH-en kívüli, extramurális (pl. egyetemi) kutatások finanszírozására, 8% pedig a közösen végzett intra- és extramurális kutatások támogatását szolgálja. A fennmaradó 10% jut az intramurális kutatásokra. Ez költségvetési forrás, de nem kapjuk ingyen, nem jön automatikusan. Kutatási támogatásért ugyan nem kell pályázatokkal folyamodni, de évente részletes jelentésben kell számot adnunk a végzett munkáról. Négyévenként kerül sor az intézet kutatási igazgatója által az *intézetten kívüli kutatóhelyekről felkért, nemzetközileg is elismert szakemberekből álló bizottság előtti beszámolóra*. Erre az alkalomra készítjük el pályafutásunk addigi legfontosabb írásművét, a négyéves beszámolót, mely a következő időszakra tett kutatási javaslatainkat is tartalmazza. Az írásos anyag szóbeli megvédését követően az értékelő testület véleménye alapján dönt a kutatási igazgató a további támogatás mértékéről, beleértve a laboratóriumi hely nagyságát, a beosztott munkatársak számát és a kutatásra fordítható összeget. Az értékelő testület ajánlására, negatív vélemény esetén, az igazgató joga a kutatási támogatás csökkentése vagy megvonása. Ez utóbbi nem gyakori, de nem is példa nélküli, bizonyosságául annak, hogy a hosszú évek munkájával megszerzett kutatói állás nem jelent életre szóló biztonságot: *nem megfelelő teljesítmény esetén a kutatóhoz nélkülözhetetlen pénzt, sőt, még az állást is el lehet vésztetni*.

Az NIH-ben az elmúlt évtizedben alkalmam volt a tudományos kutatásban, elsősorban az élettudományokban, valamint az azokhoz kapcsolódó természettudományos diszciplínákban érvényesülő tendenciák megfigyelésére. Tapasztalataimat az alábbi szempontok szerint csoportosítottam:

\* A tanulmányban közölt adatok forrása: Chemical and Engineering News, Oct. 25, 1999

- a hagyományos diszciplínák integrációja,
- tendenciák a publikálásban,
- a személyi feltételek alakulása,
- jövőbeni tendenciák.

## A hagyományos diszciplínák integrációja

Az Egyesült Államokban az alapkutatások legnagyobb támogatója a szövetségi kormány, következésképpen a kormány által az elmúlt évtizedben alapkutatásokra fordított pénzüsszegek jól demonstrálják a szóban forgó időszakban az ország kutatási szerkezetében bekövetkezett globális változásokat. Az alapkutatásra szánt költségvetés alakulásáról szelektív példákat mutat be az 1. táblázat. Szembetűnő, hogy az élettudományi kutatásra fordított pénzüsszegek jóval az inflációt meghaladó mértékben, 65%-kal nőttek, és hogy a fizikai tudományok támogatásának 47%-os növekedése is lényegesen meghaladja az inflációt. Ugyanakkor a kémiai alapkutatásokra fordított összeg, időközbeni fokozódás után, 10 év alatt csak 16%-kal nőtt, ami már nem elég az infláció kompenzálására.

1. táblázat

### A szövetségi kormány alapkutatási támogatása (millió USD)

Tudományterület	1987	1994	1997
Élettudományok	4362	6472	7204
Fizika	1072	1502	1562
Kémia	445	540	518

Az orvosbiológiai kutatások fokozott támogatását jelzi a szövetségi kormány alapkutatási támogatásának alakulása is (2. táblázat). Az NIH által adott kutatási támogatások túlnyomó része ebbe a kategóriába esik: az 1992–1999 közötti időszakban a támogatás mértéke 57%-kal nőtt. A National Science Foundation általi támogatás növekedésének mértéke (40%) valamivel meghaladja az összes tudományterületre vonatkozó, mintegy 35%-os növekedést, ami szintén jóval az infláció fölött van. Ezek a számok, más adatokkal együtt arra utalnak, hogy egyfajta átcsoportosulás megy végbe a kémia és az élettudományok néven összefoglalt tudományágak között, és hogy a kémiára mint alaptudományra fordított közvetlen összegek nagysága fokozatosan csökken. Egyetemista koromban nagytiszteletű fizikai-kémia professzorom a szerves kémikusokat némi humorral szakácsoknak nevezte. A német szakirodalomban a kísérletek leírására használt *Kochvorschrift* szó jó alapot is adott erre a megjegyzésre. Mint minden jó humorban, ebben is van komoly tartalom, tükrözése a kémia alegységei közötti egykori megosztottságnak. Ez az idő már régen elmúlt, nemcsak a kémia alegységei integrálódtak, de integrálódik a kémia és a többi alaptudomány.

2. táblázat

### A szövetségi kormány alapkutatási támogatása (millió USD)

Címzett	1992	1996	1999
National Institutes of Health	5057	6504	7976
National Science Foundation	1742	2007	2442
Összes kutatási ráfordítás	12490	14464	16914

Különösen szembetűnő a kémia és a biológia közötti határvonalak elmosódása. Az NIH-ben azt látom, hogy az eddig önálló kémiai kutatóegységek szerepét átveszi egy olyan integrált tudományos kutatás, ahol a kémia és a fizika egy adott orvosi biológiai feladat megoldása érdekében párosul a biológiával. Kérdéseinket nem úgy tesszük fel, hogy elő tudunk-e állítani egy vegyületet, hanem úgy, hogy hogyan lehet a szintetikus kémia eszközeivel egy adott biológiai kérdést megválaszolni, és hogy milyen vegyületek kellenek célunk eléréséhez. Az alapkérdés megállapítása után előállítjuk a szükséges vegyületeket, amelyeket felhasználunk az (orvos)biológiai kérdések megválaszolására.

Nem kétséges, hogy átcsoportosult a kérdésfeltevés és a feladat súlypontja. Legfrappánsabban talán a peptidkémiai szembetűnő ez a jelenség, ahol egy nagyobb tagszámú peptid előállítására még egy évtizede is komoly teljesítménynek tűnt. Ma már ez a legtöbb esetben rutin feladat, aminek értéke leginkább biológiai összefüggésben jelenik meg. Kétségtelen, hogy a kémiai módszerek továbbfejlesztésével egy időben a szintetikus munka fő értékét a biológiai tudományokhoz nyújtott hozzájárulása demonstrálja. Ez a szemlélet saját pályámon, a szerves kémia biológiailag kiemelten fontos területén, a szénhidrát-kémiában is érvényesül. Tíz évvel ezelőtt kerültem az NIH-be, egy vakcinakutató csoport tagjaként. A csoportban szintetikus szerves kémiával korábban senki nem foglalkozott, természetesen a kémiai munka alapvető feltételei is hiányoztak, de a csoport orvos képzettségű vezetője bizott abban, hogy a szintetikus kémia az addiginál sokkal jelentősebb segítséget tud adni a vakcinakutatásban – és ebben nem tévedett. A tíz évvel ezelőtti próbálkozásokból a vakcinakutató osztály részeként egy aktív szénhidrát-kémiai munkacsoport alakult ki, ahol munkánk célja szintetikus oligoszacharidokat tartalmazó konjugát vakcinák előállítása és biológiai vizsgálata humán patogén baktériumok által okozott fertőzések megelőzésére. Saját pályafutásom példája és számos más megfigyelés alapján nem lehet kétséges, hogy *a tudományos kutatásban a legfontosabb tendencia a hagyományos diszciplínák feladat-központú integrációja*. Ebben a folyamatban a hagyományos diszciplínák nemcsak megőrzik egyéniségüket, de a társtudományok módszereinek megismerése és alkalmazása révén kölcsönösen sikeresebbek is lehetnek.

## Tendenciák a publikálásban

Általános az a felfogás, én is ezt gondoltam, hogy a kémia területén megjelenő cikkek száma évek óta nő. Ez igaz is volt egy ideig, de talán ez a tendencia módosuláson megy át, amint ezt a 3. táblázatban a kémiai tudományok területén megjelent közlemények száma mutatja. Az 1980-as évek végétől az évi mintegy 390 ezer publikációból 1994-re 542 ezer, 1996-ra pedig közel 580 ezer lett. Érdekes, hogy 1998-ban az előző évinél 4,5%-kal kevesebb a kémiai publikációk száma. A jelenség pontos oka nem ismert, feltételezhető, hogy a tendencia visszafordul, de az is lehet, hogy az ok a kémiai kutatásokra szánt pénzek zsu-gorodása, és ezzel egyidejűleg az előbb érintett átcsoportosulás a tisztán kémiai közleményekből az orvosbiológiai vagy biológiai közlemények területére. Tehát itt is megfigyelhetünk egy, a finanszírozástól függő változást. Nagyon érdekes a közlemények számának alakulása országonkénti bontásban. A kémiai cikkek száma 1988 és 1998 között világszónylatban 43%-kal nőtt. Az országonkénti hozzájárulásban szembetűnő, hogy az Egyesült Államokból származó közlemények részaránya az 1988-as 27,4%-ról 24,4%-ra csökkent tíz év alatt. Az előzőekben említettekhez kapcsolódva valószínű, hogy számos, addig tisztán kémiai tekintett munka biológiai összefüggésben kerül közlésre, ezzel csökkentve a kémiai jellegű közlemények relatív részédesését. Jelentősen nőtt a Japánból (17%) és Kínából (131%) származó kémiai cikkek részaránya, míg a nyugat-európai országok, így Németország és Svájc részaránya a világ kémiai publikációs listájában nem mutat számottevő változást. Természetesen saját tudományterületemen is érvényesül a „publish or perish”, a „publikálj vagy pusztulj” elv és némi humorral, de némi komolysággal is

talán, az NIH az irodalomkereső szolgálatának internetes honlapjának címe is tartalmazza ezt a figyelmeztetést (<http://publshorperish.nih.gov>).

3. táblázat

**A kémiai közlemények száma (ezer)**

Év	1988	1990	1991	1993	1994	1996	1997	1998
Közlemények száma	389,7	394,9	453,6	448,7	542,5	579,3	585,5	559,0

Feltétlenül megemlítendő az internet meghatározó, egyre fokozódó szerepe a publikálásban és a közleményekhez való hozzáférhetőségben. A mi területünkön ma már egyre gyakoribb, hogy közleményeket nem postán, nem is faxon küldjük közlésre, hanem interneten. Ezekben az esetekben természetesen a szerkesztő is interneten juttatja el a bírálókhoz a kéziratot értékelésre, tőlük pedig szintén interneten kapja meg a választ, amit ugyancsak interneten juttat el a szerzőkhöz, a korábbihoz képest elképzelhetetlenül lerövidítve a publikálási időt. Esetenként már a formálással sem kell sok időt tölteniük a szerzőknek, például az *Organic Letters* c. szerves kémiai folyóirat interneten levő template-je az arra másolt szöveget automatikusan formálja.

Érdekes volt megfigyelni, hogy az 1970-es évektől a folyóiratok száma rendkívül gyorsan megnőtt, mutatva a kereskedelem érdeklődését a publikációk iránt, az ebben meglévő potenciális üzleti tartalékokat. Ez sajnos odáig ment, hogy ma már az anyagilag legjobban ellátott könyvtáraknak is meg kell gondolniuk, hogy milyen folyóiratot vásárolnak. Ez természetesen visszahat a folyóiratok publikálására és a szakmai társaságok publikálási tevékenységére. Az én területemen az Amerikai Kémiai Társaság úgy döntött, hogy a kereskedelmi kiadókkal konkurálva, annak magas árait csökkentendő, még egy újabb folyóiratot indítanak, az előbb már említett „Organic Letters” címen, amelyik nagyon gyorsan publikál és viszonylag olcsó. Ez egy direkt támadás volt a drága *Tetrahedron* publikációkkal szemben. További törekvés az is, hogy az interneten díj nélkül is elérhető legyenek a közlemények. Egyik ilyen kezdeményezés az NIH-ből indult el, *PubMed Central* elnevezéssel (<http://www.nih.gov>). Ennek céljai közt szerepel a referált folyóiratokban megjelent közleményeken kívül a formailag nem publikált kutatási eredmények interneten való ingyenes hozzáférhetőségének biztosítása is.

**A személyi feltételek alakulása**

Harmadik témaköröm a vegyészutánpótlás kérdésével foglalkozik. A Bachelor of Science (BS) alapképzettséget 1980-ban több mint tizenegyezer diák szerezte meg. A következő években, a munkaerőpiacot tükrözve, jelentős csökkenés következett be, majd a kilencvenes évek végére a BS diplomát szerzettek száma elérte a korábbi számot, mutatva a megnövekedett keresletet, ami jelenleg is tart. A Master Degree-t és a PhD diplomát szerzettek száma fokozatos növekedést mutat.

A táblázat természetesen szintén, nem mutatja a képzésben részt vevők eredetét, etnikumát, ami nagyon érdekes változáson ment keresztül az Egyesült Államokban az elmúlt évtizedben. Míg a kémiai alapképzésben az amerikai diákok a korábbihoz hasonló számban vesznek részt, jelentős változás történt a továbbképzés, a Master és PhD programokba iratkozottaknál. E tekintetben két fejleményre hívom fel a figyelmet. Egyrészlől a felsőfokú képzésben kémikusi diplomát szerzettek aránya két évtized alatt nagyon jelentős mértékben nőtt, a növekedés mértéke az MS programban 30, a PhD programban pedig 46%-ot tesz ki. Másrészt mindkét kategóriában jelentősen fokozódott a külföldről érkező diákok

száma. Az Egyesült Államokban ma a Master és a PhD programokban mintegy 30%-os a külföldön alapidipломát szerettek aránya. Ehhez a jelenséghez Magyarország is hozzájárul, egyre több magyar nevet is lehet látni PhD programokba iratkozottak között. Nem lehet kétséges, a tehetséges és vállalkozó szellemű fiatal szakemberek ilyen mértékű elvándorlása az anyaországokból azok kárára történik, különösen, ha az alapképzést az anyaországok díjmentesen vállalják magukra. Az Egyesült Államokban az állami egyetemek tandíja gyakran meghaladja az évi tízezer dollárt, magánegyetemen ennek háromszorosát is elkérik. A négyéves képzésben 40–120 ezer dolláros összeget takarít meg tehát az a diák, aki európai vagy ázsiai tandíjmentes egyetemről kerül az Egyesült Államokba, továbbképzés és az esetek többségében azt követő munkavégzés céljából, áthárítva ezt az összeget az anyaország költségvetésére. A szállás, ellátás, tankönyvek még ezen kívül terhelik a diák vagy szülei anyagi forrásait. A személyi változások feltétlenül hatással lesznek az Egyesült Államok kémiai tudományos életére. A számbeli kérdések mellett fontos a külföldről érkezettek szakmai minőségi színvonalának kérdése. E tekintetben felmérések készültek arról, hogy hogyan járulnak hozzá a külföldről az Egyesült Államokba vándoroltak a tudományos eredmények minőségéhez, a kémia területén milyen a részarányuk a legrangosabb kémiai folyóiratokban megjelent közlemények számát illetően. Nagyon érdekes és bizonyára sokváltozós folyamat eredménye, hogy a külföldi alapidipломával érkezők számarányukat lényegesen meghaladó mértékben járulnak hozzá az új tudományos eredményekhez. Valószínű, hogy ez a tendencia a következő években folytatódni, még inkább fokozódni fog.

## Jövőbeni tendenciák

Természetesen nagy kérdés mindannyiunk számára, hogy milyen irányban fog a kémia a jövőben haladni. Azt hiszem, hogy a legegyszerűbb és a legbiztonságosabb az a megközelítés, miszerint az új irányokat elsősorban az anyagi támogatást nyújtó szervezetek fogják megszabni. A támogatás az Egyesült Államokban nagyrészt továbbra is a szövetségi kormánytól, ezen belül is az NIH-ből fog jönni, míg a magánszervezetek (pl. Wellcome Trust, Howard Hughes Medical Institute) részesedése összességében sem fogja meghaladni a tíz százalékot. Az NIH az amerikai alap kutatások finanszírozásában legalább 50%-os szerepet játszik. Miután az amerikai alap kutatások a világ alap kutatásában kb. 50%-kal részesednek, ezért nem tévedünk, ha azt mondjuk, hogy az NIH finanszírozza a világon folyó alap kutatások kb. 25%-át. Az általam megfigyelt általános tendencia – amint arra a korábbiakban utaltam – az élet minőségének javítását célzó egészségügyi, orvosi biológiai kutatások fokozott támogatása, mind abszolút összegekben, mind pedig a kutatásra szánt összegek részarányában. *Ez a tendencia feltételezi a tudományos diszciplínák fokozódó integrációját, a korábban különálló tudományterületek közti határvonalak elmosódását, az életminőség javítása érdekében végzett kutatási tevékenység korábrinál hatékonyabbá tételét érdekében.* A tendencia következtében a kémiának az orvosi biológiai kutatásokhoz való hozzájárulása a korábrinál termékenyebb lesz, ami remélhetőleg meghozza a kémiai tudományok társadalmi szerepének a korábrinál nagyobb elismerését is.

175 éves Akadémia megidézése lapelődünk,  
az Akadémiai Értesítő egykori közleményeiből<sup>1</sup>

## Elnöki megnyitó beszéd

B. Eötvös Loránd akadémiai elnöktől  
(Előadta a május 7-iki közülésen)

---

*Eötvös Loránd több mint száz éve elhangzott elnöki megnyitó beszéde ma is aktuális. Ahogyan a súlyos és tehetetlen tömeg arányosságának rendkívül pontos kísérleti bizonyítása alapot adott az általános relativitáselmélet számára és a 20. század végén is a fizika egyik alaptétele maradt, ahogyan e század végén újból alkalmazni kezdték a gravitációs tér gradienseit a tengeralattjárók navigációjában és az olajkutatásban, melyet ő a múlt század végén talált alkalmasnak az eltemetett hegységek nyomozására – ugyanúgy érvényesek beszédének főbb gondolatai.*

*A 21. században egyszerre kell a 6 milliárdról 9 milliárdra növekvő népesség számára elfogadható életminőséget biztosítani és a környezetet, a földi erőforrásokat a következő generációk számára megőrizni. A tudás hatékony alkalmazásában, új ismeretek szerzésében, tiszta technológiák kidolgozásában, a kormányok és a gazdaság vezetőinek megnyerésében a tudomány és technológia szerepe nagyobb, mint valaha, és a tudományos akadémiákra még az eddiginél is nagyobb feladatok hárulnak. Száz év múltán ugyanazt hangsúlyozzuk, amit Eötvös Loránd: a tudományos akadémiákra szükség van, mással nem pótolhatók, a világ globális gondjainak és a nemzetek saját feladatainak megoldása csak közreműködésükkel sikerülhet.*

*Meskó Attila*

---

Az akadémiák intézményének, mint minden olyannak, mely kiváltságokat ad, ellenségei is vannak.

„Elavult intézmény ez – mondják – mely már nem felel meg a jelenkor igényeinek s ezért nem is e korba való.” Ilyen nyilatkozatokat hallunk néha nemcsak a sokaság részéről, mely a tudományos munkásság értékét leginkább a szerint itéli meg, a mint neki anyagi jólétet, vagy leginkább szellemi élvezetet szerez, hanem még komoly tudósok ajkairól is, kik önerejük érzetében másokra nem szorulván, másokkal nem is törődnek s önző féltékenységgel őrzik elzárt tudományos köreiket.

---

<sup>1</sup> Jubileumi rovatunkban az eredeti írásmódot követjük.

A tagadás ősi szelleme, mely minden fennállót lerontani törekszik, immár az akadémiák ellen is fordítja fegyvereit, s nálunk úgy, mint Európaszerte, nem annyira az egyenes támadás, mint inkább a kicsinylő ítéletek és gáncsoló megjegyzések sokkal veszélyesebb alakjában nyilvánul.

Jogosult-e ez a nyílt vagy rejtett támadás? Van-e még létjoguk az akadémiáknak? Ezt a kérdést szeretném néhány szóval megvilágítani.

Ha elnémitjuk a kegyelet sugallatát, mely sokunkat ma is elődeink alkotásainak megőrzésére int, s így mondhatnám elfogulatlanul a józan okosság rideg álláspontjára helyezkedve, létjogot valamely intézménynek csakis annyiban tulajdonítunk, a mennyiben az a jelen követelményeinek eleget tesz, akkor egész tárgyilagosságában így fogjuk formulázni a kérdést: Van-e még szükség a tudományok mai fejlettsége s a ma továbbfejlesztésükre szolgáló intézmények mellett az egyesek tudományos munkásságának olyannemű támogatására és egyesítésére, minőt az akadémiák szervezete céloz?

Ha ki akarnám meríteni e kérdést, akár egész történetet kellene írnom, kifejtve azt, hogy az emberiség művelődésének menete közben mik voltak és mik lettek az akadémiák. De rövidsége törekszem.

Nem akarok hosszan időzni a régi Athén kies kertjében, melynek árnyas berkei és szobrászati remekei között egy Plato sétált tanítványaival és a mely "Akadémia" nevét örököül hagyta a következő századok száz meg száz olyan intézményének, mely tudósokat, művészeket, tudománypártolókat és műkedvelőket közös munkára vagy közös szellemi élvezetre összegyűjtött. Nem fogom fejtegetni azt sem, megilleti-e az akadémia név a szónak mai értelmében mindezeket az egymástól sokban különböző intézeteket, melyek az ókorban és a középkorban a műveltség vándorlásait követve, annak új meg új székhelyein keletkeztek s e nevet viselték.

E rég elmúlt időknél s azoknak rombadólt alkotásainál sokkal fontosabb azonban már kérdésünkre nézve a XVII. század közepe, a mikor a társulás szelleme olyan intézeteknek adott életet, melyeknek befolyása a tudomány fejlődésére megszakítás nélkül napjainkig terjed.

Ebben a nagy korban, melyet közvetlenül egy Galilei előzött meg és egy Newton követett, akkor, a mikor a tudnivágyó ember felszabadulván a régi tekintélyek uralma alól, kérdéseivel magához a természethez kezdett fordulni s attól egyszerre oly sok kérdezni valója volt, ekkor e kimeríthetetlennek látszó feladat hatása alatt új jelentőséget nyert a közös munkára vállalkozó erők egyesítése.

Egy rövid évtizedben egymást követve született meg az Accademia del Cimento Flórenczben, a Royal Society Londonban és a párisi akadémia.

Az első a fejedelmi kegy védelme alatt gyorsan fölvirágozott s annak multával már tízéves fennállás után elenyészett Accademia del Cimento a közös cél elérésére irányított összetartó munkálkodásnak oly eszményi példáját mutatta, melyhez fogható az emberi törekvések történetében csak ritkán, a tudományok történetében pedig egyáltalában nem találunk. Tagjai, mintegy kivetkőzve saját egyéniségükből, egy tudományos egyénné forrtak össze s munkálkodásuk eredménye úgy áll ma előttünk, mint egy egyetlen hatalmas szellem alkotása. Az az értékes kötet, mely ez eredményeket magába foglalva 1667-ben jelent meg, szerzőjéül csak az akadémiát nevezi, elhallgatva azoknak neveit, kik ahhoz hozzájárultak, úgy hogy ma a tudomány történetírója alig tudja megállapítani, kinek mi része volt benne. A tudományos feladatokat tekintve, melyeket ez a tudós testület magának kitűzött, figyelemreméltó, hogy javarészők a hőmérséklet, a nyomás és a sűrűség mérésére, azaz olyan kérdésekre vonatkozik, melyeknek megoldása a tudósok munkásságának tervszerű egyesítését napjainkig újból meg újból szükségessé tette.

A rövidéletű Accademia del Cimento története mellett az egyesülés szellemének erejéről tanúskodik a Royal Society és a párisi akadémia fejlődésmenete is, különösen fennállásának első századában.

Ezek ugyan nem kívánták meg tagjaiktól egyéniségük oly teljes feláldozását, de azért eredményei nagyszerűségével a közös munkásság hasznos voltának még fényesebb bizo-

nyitőkokat állítottak. Munkásságuk, melyben mint vezérek Huyghens, Newton, Leibniz is résztvettek, leginkább a föld physikájára vonatkozó kérdések megoldására irányult. Földünk alakja, méretei, a nehézség, a dagály és apály jelenségei sok éles gondolkozónak, ügyes megfigyelőnek adtak közös tennivalót.

Tetőpontját érte el ez a munkásság és diadalnapot ült a tudományos egyesülés szelleme akkor, a mikor a párisi akadémia elhatározta azt, hogy a föld alakjára vonatkozó vitás kérdés eldöntése végett a meridiánfok hosszának lemérésére egyrészt Lappóniába, másrészt Peruba küldi tudósait s ez elhatározása tetté válván, Maupertuis, Clairaut, Camus és Lemonnier az észak fagyával, Godin, Bouguer és Lacondamine pedig a dél égető melegével szembeszállva indultak az argonauta-útra, melyen az igazságot az egyenlítő-től a sarkokig keresték.

Saját tudományszakom diadalai iránt elfogultnak látszanám, ha az egyesített tudományos munkásság fényes példái között nem emliteném meg éppen az időben elsőt, az Accademia della Crusca tagjainak azt a céltudatos tevékenységét, melylyel nyelvüket tisztáznák, vagy, a mint címerük és címük is jelezte, annak korpáját lisztjéből kirostálni törekedtek és kitartó gondos munkájuk eredményeként kiadták az irodalmi ízlés és a nyelvtudomány szempontjából egyaránt fontos szótárukat.

De a ki helyesen akar megfigyelni, annak több oldalról, fény- és árnyoldaláról kell néznie a dolgokat. Nagyon tévedne az, a ki az elmondottakból elhamarkodva azt következtetné, hogy a tudomány csakis, vagy leginkább csak az erők egyesítése által haladhat, s az akadémiaiaknak nem jut más feladat, mint ennek közvetítése. Mert bár bizonyos az, hogy az egyesülésnek a tudományos munkában is úgy, mint minden más emberi foglalkozásban megvan a maga, nemcsak erkölcsi, hanem gyakorlati értéke is, különösen akkor, a mikor az egyes erejét túlhaladó vállalkozások érdekében jó létre, azért mégis az egyesülés magában véve nem lehet öncél, sőt károsná válhatik, mihelyt az egyén erejének szabad kifejlődését akadályoztatja.

Régi jó mese szól az atyáról, ki halálos ágyán fiait maga köré gyűjtve nyilvesszót adott kezükbe: „törjék azt el”, s miután ezt könnyű szerrel megcselekedték, nyilaktól duzzadó tegzét nyújtotta oda, melyen a fiúk sikertelenül próbálgatták erejüket. Az atyának, ki ezzel egyesülésre akarta inteni fiait, ebben igaza is volt, száz nyilvessző együtt ellenáll az erőnek, mely egyenként mindegyiket eltörni képes, de intését kiegészítve, hozzátehetne volna azt is, hogy a nyilvessző nem arra való, hogy a tegezben társai között magát erősnek érezve szorongjon, hanem arra, hogy kilőve a maga eleven erejével szabadon repüljön a cél felé, mely neki rendeltetésül jutott.

Ez a szabad repülés, az egyénnek ez a kiválása társai közül, melyben minden egyes a maga erejével elérheti célját, adja meg a tudomány művelőjének is a képességét arra, hogy teljesítse rendeltetését.

Az akadémiaiak nem jól szolgálták volna a tudományt, ha a munkásság közösségének túlhajtásával a tudományos egyéniség fejlődésének útját állják. Nem tették ezt, sőt jutalomkérdéseikkel, vitáikkal s leginkább a tagjaik megválasztásánál kifejezésre jutó ítéletükkel a verseny intézményét a szellemi küzdelmek terére is átültették.

Abban a korban, a melyre rámutattam, a XVII. században, az akadémiaiak jóformán az egyetlen olyan intézetek voltak, melyek a tudomány haladásának előmozdítását céltudatosan kötelességüknek tartották.

De már nem sokáig maradtak egyedül. Az idők multán új életerős ágakat kezdett hajtani az régi törzs, melyet az emberiség már az ősidőkben azért ültetett, hogy a tudománynak virágokat hozzon és gyümölcsöket teremjen. Az iskolát értem a szó magasabb értelmében, vagy, a mint ma nevezzük, az egyetemet, mely sok századon át félreismerve magasztos hivatását, a helyett, hogy tudományt teremtett volna, megelégedett a tudomány commentátorának másodrendű szerepével, mely azonban a múlt században s még inkább a jelenben újra visszafoglalta a tudományt művelő testületek között az öt megillető, kiváló helyet.

Az egyetem ma azt az elvet követve, hogy tudományt közölni csak az tud igazában, ki azt maga is előbbre vinni képes, vonzó körébe gyűjti a tudományok majdnem összes munkásait, ellátja őket a szükséges segédeszközökkel, kötelességükké azt az egyet téven, hogy tanítsanak úgy, a mint azt meggyőződésük sugallja, megad nekik mindent arra, hogy egyéniségüket a tudományos kutatás terén szabadon érvényesíthessék s maguknak tanítványaikból utódokat nevelhessenek. Csodálhatjuk-e, hogy az egyetem szabad légkörében pezseg ma a leghevesebben a tudományos élet?

Látva azt és örvendve rajta, hogy az egyetemek azon megbecsülhetetlen értékű munkájuk mellett, melyet tanítva a közművelődés érdekében tesznek, milyen óriási lendületet adtak különösen e század eleje óta a tudományok haladásának, fölmerülhet a kérdés: van-e mellettük szükség még ma is az akadémiákra?

Van; – mert az egyetemek magukban egyesítik ugyan a tudományok minden ágait s azok között a tanítás szempontjából bizonyos kapcsolatokat létesítenek, de a művelt világ kerekességén szétszórt székhelyeikkel egy-egy tudományok művelőit egymáshoz közelebb nem hozhatják. Minden egyetem arra törekszik, hogy magában egy egész legyen, mindegyik csak a maga tanítványairól, és a maga tanáraitól gondoskodik, ellátja őket könyvtárakkal, gyűjteményekkel, laboratóriumokkal, szóval a tudományok minden segédeszközével; de azt, hogy testületének tagjai kutatásaik eredményeit e tanterem falain kívül is, a világ tudományos mozgalmában mi módon értékesítik, teljesen és egyedül egyéni tetszésükre bizza.

Az egyetem ekként, úgyszólván, csak jól begyakorolt és jól felszerelt munkásokat állít a tudomány mezejére, s az akadémia e munkás sereggel szemben is megmarad az, a mi volt előbb, a munkaadó, ki a fáradozás gyümölcseiért jutalmat ad, s ha kell, a munkavezető, ki a szétszórt erőket közös nagy feladatok teljesítésére egyesíti.

Egyetem és akadémia ekként nem zárják ki, hanem inkább kiegészítik egymást.

A tudományos erők egyesítésének szükségessége sohasem volt annyira érezhető, mint ma. Azok a százak és ezerek, a kik a tudomány mezejét, különösen az egyetemek új életre ébredése óta, minden irányban átkutatták, fölfedezéseikkel újabb meg újabb területeket jelöltek ki, melyek megmunkálásra várnak.

Míg maga a fölfedezés mindig csak egy ember szerencsés gondolatfűződésének eredménye lehet, addig az annak nyomán megoldandó feladatok sok esetben túlhaladják az egyesnek erejét s többek együttműködését teszik szükségessé.

A fölfedezések e gyorsleptű korában az akadémiák már nem is elég erősek, nem elég gazdagok arra, hogy minden ilyenmű munkát egymagukban teljesítsenek.

De föllendülven és széles körökben elterjedven e tudomány, annak előmozdítása is megszűnt egyes kiválasztottak magánügye lenni, közügy lett már ma abból, melylyel szemben állam és társadalom vállalnak kötelezettségeket.

A régiek mellett ekként újabb intézmények keletkeznek.

Az államok egyes tudományos kérdések megoldására, önálló, gazdagon felszerelt intézeteket állítanak, és pedig nemcsak a gyakorlati értékesítés céljából, hanem magának a tudományok érdekében. Nem erről tesznek-e fényes tanúságot például a párisi Bureau des poids et mesures és a potsdami Physikalische Reichsanstalt, melyek évenként sok ezerekkel rendelkezhetnek arra a célra, hogy a hőmérsékletet egy foknak ezredrészével, vagy a víznek sűrűségét annak egy százmilliomod részével pontosabban ismertté tegyék.

Korunk elkényeztetett gyermekei még a tudományos vándorgyűlések és kongresszusok is. Lehetővé téven a tudományok művelői között bizonyos társadalmi összeköttetést és nemzetközi érintkezést, ezek is közreműködnek ma sok olyan nagy tudományos feladat teljesítésében, mely az egyesnek erejét fölülmulja.

Bár ezen újabb szövetkezetek, megfelelően korunk szellemének, inkább demokratikus jellegűek és szívesen fogadnak körükbe minden vállalkozó munkást, tekintet nélkül arra, kiállotta-e már az akadémiai választás, vagy az egyetemi pályázat tűzpróbáját, azért e régi kiváltságos intézetekkel ellentétbe mégsem helyezkedtek, hanem inkább azokra támaszkodva, azokkal együtt teljesítik hivatásukat.

Bizony azért, mert a tudományok ápolóiként nem állanak ma már egyedül, jelentőségükben nem veszítettek, nélkülözhetőkké nem váltak az akadémiák.

Fejtegetéseimmel azokat a viszonyokat törekedtem igaz világitásukba helyezni, melyeknek egyoldalú felfogására szokta az ellenfél támadásait alapítani.

De van a felsoroltakon kívül még egy érvem, valamennyi között a legnyomósabb. Önökhöz fordulok ezzel, a magyar Akadémia tagjaihoz, a magyar tudománynak igaz barátaihoz.

Az akadémiák nemcsak tudományos, hanem nemzeti intézmények is. Nemzeti intézmények annyiban, a mennyiben nemzetünk nyelvét és irodalmát, történetét, közgazdaságát, társadalmi és természeti viszonyait teszik kutatásuk tárgyává; nemzeti intézmények azért is, mert munkálkodásukban egy-egy nemzet tudományos törekvéseit juttatják kifejezésre s annak lobogója alatt lépnek ki a világ tudományos versenyterére. Ne gondoljuk azt, hogy ez csak a mi Akadémiánknak sajátsága, melyből ez kivetkőzve, más akadémiákhoz hasonlóbba, rangban mintegy előkelőbbé válnék. Vessünk inkább számot azzal, hogy a dicsősége, melyet ez az Akadémia kivívhat, csak a magyar tudománynak dicsősége lehet, s ne feledjük el egy perczig sem, hogy nagy alapítónk örökségét híven csak akkor őrizzük meg, ha nemzeti feladatunkat teljesítjük, kifejtve, a mint ő mondta, „a magyarnak rejtett, még ki nem fejlett, érettségre nem virult sajátságait s így a világot egy új nemzettel gazdagítva”.

Minden más okoskodásnál erősebben ez biztosítja Akadémiánk létjogát!

És ezzel megnyitom a M. Tud. Akadémia ötvenkilencedik közülsését.

Demeter Ádám

## Az NMR spektroszkópia alkalmazási lehetőségei a gyógyszertervezésben

---

Edward M. Purcell<sup>1</sup> és Felix Bloch<sup>2</sup> vezette azokat a történelmi jelentőségű kísérleteket 1946-ban, amelyek a mágneses magrezonancia (NMR) spektroszkópia megszületéséhez vezettek. Az NMR spektroszkópia alig több mint ötvenéves múltja alatt bekövetkezett bámulatos fejlődés egyetlen spektroszkópai technikával sem állítható párhuzamba. Az elmúlt ötven év bebizonyította, hogy az NMR spektroszkópia a molekulák szerkezetének és a molekuláris kölcsönhatások vizsgálatának rendkívül hatékony és sokoldalúan alkalmazható kutatási eszköze. Folyamatosan bővülő fizikai, kémiai, biológiai és orvosi alkalmazásaival az NMR technika napjainkra önálló, multidiszciplináris tudománnyá vált: számtalan szakkönyv és tudományos folyóirat foglalkozik az NMR elméletével és gyakorlati alkalmazásával; legalább nyolc fizikai és két kémiai Nobel-díjat adományoztak olyan kutatóknak, akik munkája különböző mértékben kapcsolódik a mágneses magrezonancia jelenségéhez.<sup>3</sup>

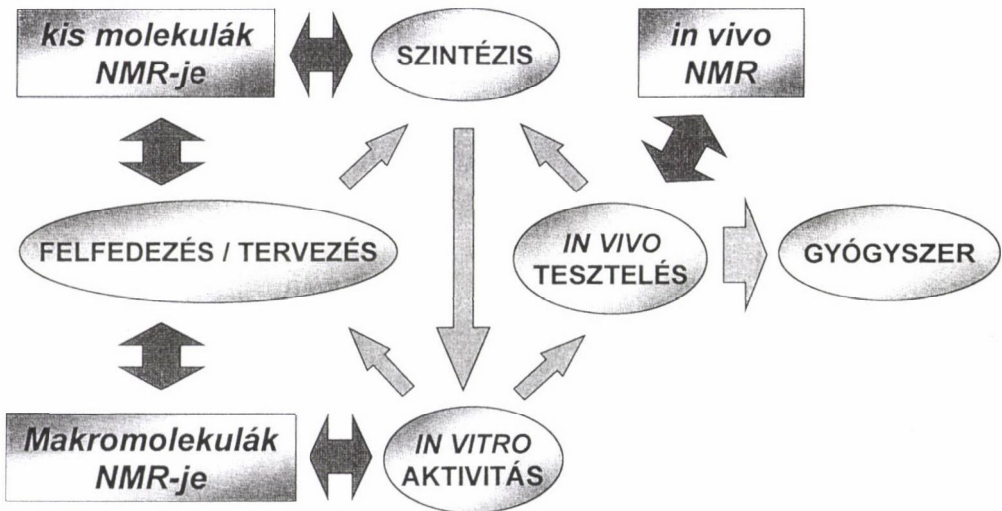
Az NMR spektroszkópia már hosszú ideje a gyógyszeripari kutatások egyik kiemelten fontos eszköze. Történelmi okokból fakadóan elsődleges szerepe a kémiailag szintetizált kis szerves vegyületek, vagy különféle természetes forrásokból izolált molekulák, metabolitok azonosítása és szerkezetének jellemzése. Az NMR hagyományos gyógyszeripari alkalmazása elsősorban a szintetikus kémiai kutatómunkát, valamint a szennyezésprofil vizsgálatokat és a metabolitkutatást támogatja. Az elmúlt néhány évtizedben végbement forradalmi, technológiai és módszertani fejlődésnek köszönhetően az NMR spektroszkópia gyógyszeripari alkalmazási köre jelentősen kibővült. Egyre több olyan külföldi gyógyszeripari példáról olvashatunk, ahol az NMR spektroszkópiát más gyógyszertervezési eszközökkel karöltve sikeresen alkalmazzák egy racionálisabb gyógyszerfejlesztés folyamatában. Az NMR spektroszkópiával meghatározható szerkezeti, dinamikai és egyéb kémiai-biológiai szempontból hasznos információk, a szerkezet-hatás összefüggés megértését elősegítve, jelentős hatást gyakorolhatnak a gyógyszerkutatás-fejlesztés irányára. A jelen összefoglaló tanulmány kitékintést kívánt nyújtani azokra az NMR spektroszkópiában rejlő potenciális lehetőségekre és módszerekre, melyek elsősorban gyógyszertervezési szempontból a hazai gyógyszerkutatásban meghonosításra érdemesek. A jelen közlemény alapjául külföldi összefoglaló tanulmányok szolgáltak.<sup>4</sup>

---

## NMR a gyógyszerkutatásban

A 20. század végét jellemző, egyre gyorsuló tudományos és technikai fejlődésnek köszönhetően a gyógyszeripari kutatás és fejlesztés (K+F) alapvető stratégiai változások ment keresztül. A multinacionális gyógyszervállalatok átalakult K+F stratégiája egyértelműen kijelöli a 21. század gyógyszerkutatásának irányát. Ezt az utat olyan technológiák kifejlődése és térhódítása fémjelzi, mint például a kombinatorikus kémia, a nagy áteresztőképességű *in vitro* biológiai tesztelés (HTS, High-Throughput Screening), és a racionális gyógyszertervezés. Az új technológiák és kutatási stratégiák meghonosítására, anyagi kereteik között, a hazai gyógyszergyárak is törekednek, melynek sikeres példáját mutatja a Chinoin prolin endopeptidáz enzim inhibitorok fejlesztése a racionális gyógyszertervezés eszköztárának felhasználásával.<sup>5</sup>

Ahhoz, hogy az NMR nyújtotta lehetőségeket el tudjuk helyezni az új típusú gyógyszerkutatási stratégiákban, vázlatosan át kell tekintenünk a gyógyszerfejlesztési folyamatot. Az 1. ábra a korszerű gyógyszerfejlesztés-tervezés ciklikus folyamatának egy nagyon leegyszerűsített sémáját, valamint azokat a kapcsolódási pontokat mutatja, ahol az NMR potenciálisan hasznos információkat képes szolgáltatni.



1. ábra Az NMR spektroszkópia kapcsolódása a gyógyszerfejlesztés folyamatához

A korszerű gyógyszerkutatás felfedező szakaszában a „minél többet, minél gyorsabban” elvét alkalmazzuk: Lehetőleg kombinatorikus kémiai szintézisekkel létrehozott vegyülettárból *in vitro* HTS teszteken kiválasztjuk azokat a célzott biológiai hatású vezérmolekulákat, amelyek a gyógyszerfejlesztés kiindulópontjául szolgálnak. A gyógyszerkutatás következő tervezési fázisában a „minél jobbat, minél okosabban” elve érvényesül: A szerkezet-hatás összefüggés felderítésén keresztül, számítógépes molekulatervezés segítségével, a vezérvegyületek szerkezeti, fizikai-kémiai paramétereinek finom változtatásával, optimalizálásával jutunk el egy olyan ígéretes gyógyszerjelöltig, amely már részletes *in vivo* tesztre kerülhet, és gyógyszerre fejleszhető. A kombinatorikus kémia és a HTS lehetővé teszik a gyógyszerfejlesztés kezdeti szakaszának felgyorsítását, míg a számítógépes molekulatervezés eszközei a szerkezet-hatás összefüggés megértését mozdítják elő. Az 1. ábra azt illusztrálja, hogy az NMR a gyógyszerfejlesztés kezdeti felfedezési, és azt követő terve-

zési stádiumában, valamint az *in vivo* tesztelés fázisában is képes integráltan részt venni, és hasznos információkkal szolgálni.

A gyógyszerfejlesztési folyamat szempontjából alapvetően az NMR kísérletek három csoportját lehet megkülönböztetni:

- A kis molekulák NMR-je általában a gyógyszeriparban tipikusan előforduló kisebb molekulatömegű (molekulatömeg  $\leq 1$  kDa) szerves vegyületek szerkezetvizsgálatát jelenti. Ez tehát az NMR hagyományos gyógyszeripari alkalmazási területe, mely elsősorban a szintetikus kémiai munkát támogatja a K+F különböző stádiumaiban, de egyre nagyobb szerepet kap a minőségbiztosításban is.
- A makromolekuláris NMR lehetővé teszi biopolimerek elsősorban fehérjék és nukleinsavak, illetve ezek egymással és kisebb szerves és szervetlen vegyületekkel alkotott komplexek vizsgálatát. A makromolekuláris NMR-vel meghatározható információk a felfedezési stádiumban az *in vitro* tesztelést, míg a tervezési fázisban a szerkezet-hatás összefüggés megértését mozdítják elő.
- Az *in vivo* NMR lehetőséget teremt a gyógyszerjelölt hatásának *in vivo* vizsgálatára szöveteken, célszerveken, élő állatokon és emberen, ami a metabolitkutatásban, illetve a gyógyszerfejlesztés végső klinikai stádiumaiban szolgál hasznos információkkal.

Az összefoglaló tanulmány fókuszpontjában a gyógyszertervezési szempontból legfontosabb makromolekuláris NMR módszerei állnak. Ez a terület a hazai NMR műszerparkkal és műszertechnikai háttérrel elérhető, illetve a jövőben egyre inkább elérhetővé válik. Az NMR hagyományos, analitikai jellegű gyógyszeripari alkalmazásait (kis molekulák szerkezetvizsgálata) nem tárgyaljuk. A rendkívül dinamikusan fejlődő *in vivo* NMR gyógyszerfejlesztési vonatkozásait csak röviden érintjük.

## Receptor alapú gyógyszertervezés

A makromolekuláris NMR-vel meghatározható információk hatékonyan alkalmazhatók a gyógyszerkutatási stratégiákban egyre fontosabb szerephez jutó ún. szerkezet-, vagy receptor alapú gyógyszertervezésben, aminek elvét a 2. ábra mutatja.

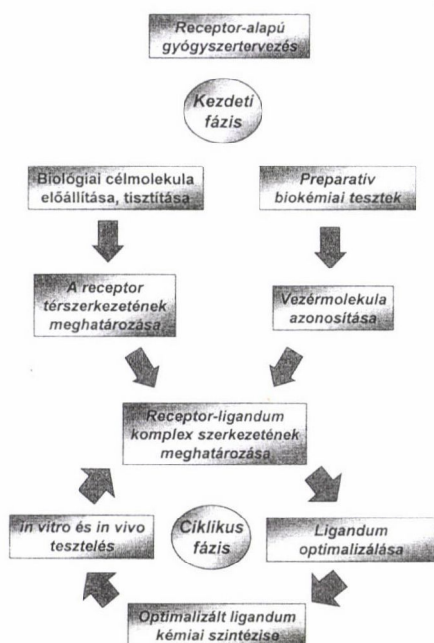
A receptor alapú gyógyszertervezés kiindulópontja a biológiai célmolekula (fehérje, nukleinsav) azonosítása, előállítása és tisztítása szerkezetkutatási célokra. Amennyiben a biológiai célmolekulát sikerül NMR spektroszkópiai vagy röntgenkristallográfiai vizsgálatokra alkalmas formában előállítani, és térszerkezetét meghatározni, úgy lehetővé válik a vezérmolekulák szerkezet-, vagy receptor alapú optimalizálása. Ennek során meghatározzuk a preparatív biokémiai tesztek alapján kiválasztott vezérmolekula receptorral alkotott komplexének térszerkezetét. A receptor és a ligandum bioaktív konformációjának ismeretében, a molekuláris felismerésért felelős kölcsönhatások megértésével lehetőség nyílik a ligandum szerkezet alapú optimalizálására, olyan analógok tervezésére, amelyek várhatóan nagyobb affinitásúak. Az optimalizált ligandumot szintetikusan előállítjuk, majd biológiai tesztek után a ciklust addig folytatjuk, míg további affinitásnövekedést már nem tudunk elérni.

A makromolekuláris NMR a receptor alapú gyógyszertervezés folyamatába három ponton képes aktívan bekapcsolódni:

- egyik kapcsolódási pont a szabad biológiai célmolekula térszerkezetének meghatározása,
- a második pont a receptor-ligandum komplex szerkezeti és egyéb vizsgálata,
- a harmadik kapcsolódási pont a vezérmolekulák azonosítása.

A továbbiakban a biológiai szempontból talán legfontosabb célmolekulák, a fehérjék, illetve fehérje-ligandum komplexek vizsgálatára fogunk szorítkozni.

## Makromolekuláris NMR



2. ábra Receptor alapú gyógyszertervezési ciklus

illetve ezeket felhasználva, a makromolekula, illetve a makromolekula-ligandum komplex térszerkezetének atomi szintű leírását, számítását (szerkezetszámítás).

A három technológia együttesen képes arra, hogy oldatfázisban a fehérjék háromdimenziós térszerkezetét meghatározza kb. 10 kDa molekulatömegig izotópjelzés nélkül, 10–15 kDa között minimum  $^{15}\text{N}$  izotópjelzést alkalmazva, 15 kDa fölött  $^{13}\text{C}$  és  $^{15}\text{N}$  izotópjelzéssel (25–30 kDa környékén már deutérium jelzés is szükséges). Az elmúlt egy-két évben kezdenek kifejlődni azok a technikák, amelyek a proteinek szerkezetmeghatározásának felső határát kb. 100 kDa molekulatömegig képesek felvinni.<sup>6</sup> Napjainkra az NMR spektroszkópia a röntgenkristallográfiával összemérhető felbontással képes a biopolimerek térszerkezetének atomi szintű leírására. (A makromolekulák szilárd fázisban történő vizsgálatának metodikai fejlesztése jelentős erővel folyik, és nagy fejlődés előtt áll különösképpen a membrán proteinek tekintetében.)

A makromolekuláris NMR-vel kapcsolatban meg kell említeni gyógyszeripari szempontból alapvetően fontos két tényezőt: a vizsgálatok költség és idő vonzatát. A fehérjék géntechnológia úton történő előállítása fejlett biotechnológiai háttérrel igényel. A szerkezetkutatásra alkalmas fehérje előállítása, a megfelelő expressziós rendszer kifejlesztése és az izotópjelzés költséges művelet. Egy NMR mérésre alkalmas, izotópjelzéssel ellátott minta előállítási költségét 1000 USD-ben mérjük. Ezt a mintát egy dedikált kutatócsoport kimondottan erre a célra fenntartott készüléken, melynek értéke felszereltségtől függően több 100 mFt, több hónapig méri folyamatosan. A szerkezetvizsgálat NMR-es alapfeltétele a korszerű NMR-es műszertechnika és mérés technika. Ez minimum 500 MHz-es többszatomnás készülék, a megfelelő izotópok ( $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) mérésre alkalmas mérőfejek,

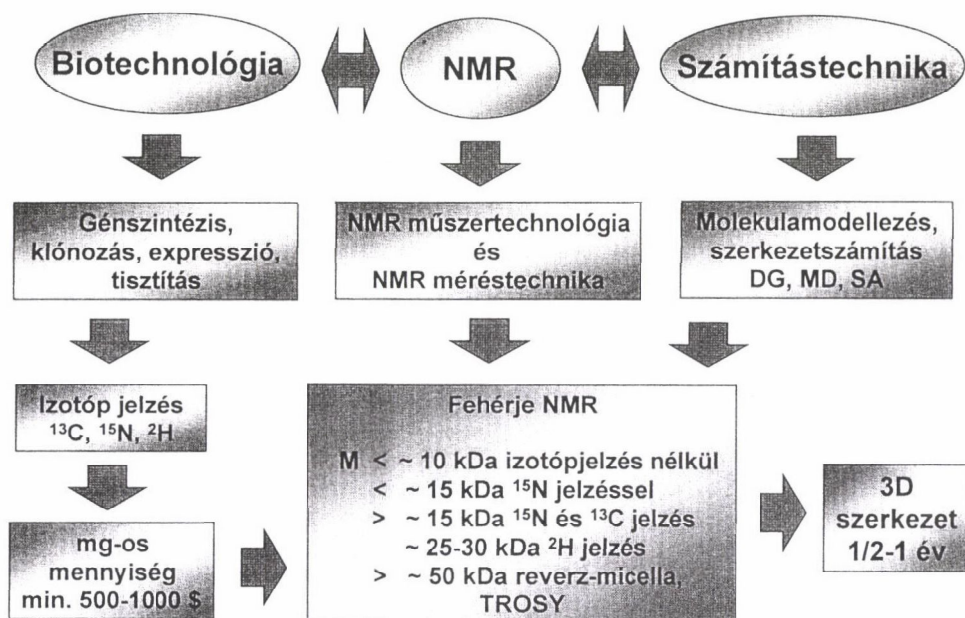
Mindenekelőtt tekintsük át azokat az erőforrásokat, amelyek megléte a makromolekuláris NMR művelésének alapfeltétele (3. ábra).

A makromolekuláris (fehérje) NMR alapvetően három terület szimbiózisán alapszik:

a) Az egyik terület a *biotechnológia*, ami lehetővé teszi fehérjék nagy mennyiségű előállítását (génszintézis, mutáció, klónozás, expresszió), tisztítását, szelektív, vagy teljes izotópjelzését ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^2\text{H}$ ) NMR szerkezetkutatási célokra.

b) Az *NMR spektroszkópia*, amely képes makromolekulák szerkezeti és dinamikai paramétereinek meghatározására. (A fehérjék térszerkezetének NMR-vel történő meghatározása nagyszámú, atomok közötti távolságok és torziós szögek meghatározásán alapszik. Ezeket az atomi távolság és torziós szög adatokat a fehérjeszerkezet számításakor, mint a fehérje szerkezetét definiáló ún. kényszerfeltételeket használjuk.)

c) Harmadrészt a *számítástechnika*, ezen belül olyan spektrális adatfeldolgozási és molekulamodellelési módszerek, amelyek lehetővé teszik az NMR-vel kísérletileg meghatározott spektrumokból molekulászerkezeti információk meghatározását,



3. ábra Fehérjék NMR-rel történő meghatározásának feltételei

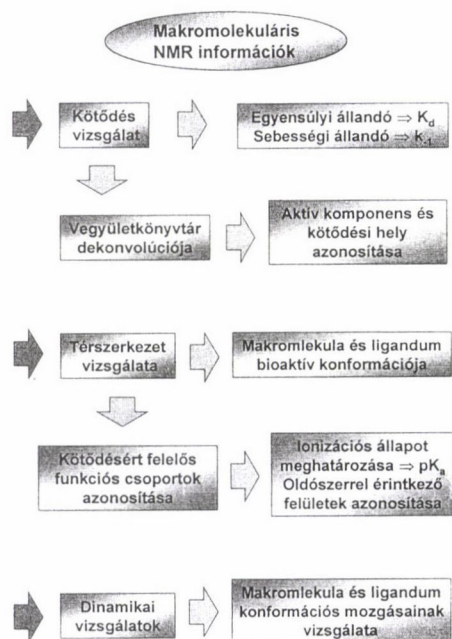
gradiens egység, hullámforma generátor stb. meglétét, másrészt naprakész, az adott egyedi készülékre adaptált méréstechnikát, speciális pulzusszekvenciák implementálását jelenti. Ezen erőforrások megléte esetén ideális esetben a vizsgált fehérje térszerkezetét, a fehérje méretétől, tulajdonságaitól függően szerencsés esetben fél, de inkább minimum egy év alatt lehet meghatározni. A szerkezetszámításhoz szintén több tízmillió Ft nagyságrendű szakértői szoftverre és hardverre (adatfeldolgozás + molekulamodellezés, munkaállomás) van szükség. Ezek az adatok és tények látszólag nehezen egyeztethetőek össze a gyógyszeripari kutatást meghatározó időbeli és finansziális határokkal. Mégis a jelentősebb külföldi gyógyszeripari vállalatok saját makromolekuláris NMR apparátust működtetnek. A makromolekuláris NMR ugyanis nem csak néhány akadémiai intézetben művelt alapkutatói tevékenység, hanem napjainkra már bevett protokollok alapján működő, „rutin” eljárásá vált, amely, mint technológia know-how, a jelentősebb külföldi gyógyszeripari K+F tevékenységének szerves részét képezi.

Egyre inkább érvényesül az a tendencia, hogy a gyógyszeripari kutatások ismert szerkezetű biológia célmolekulákhoz köthető hatásmechanizmusokat céloznak meg. Nyilvánvalóan egy új, addig ismeretlen biológiai célmolekula izolálása és szerkezetmeghatározása, a szerkezet-hatás összefüggés és hatásmechanizmus megállapítása jeleto elonyokkal jár az originális gyógyszerkutatásban. A makromolekuláris NMR laboratóriumok azonban csak részben foglalkoznak új biológiai célmolekulák szerkezetmeghatározásával. Gyógyszerkutatási szempontból legalább ennyire, vagy még inkább fontos a már akadémiai kutatásból, vagy más egyéb forrásból ismert térszerkezetű biopolimerekhez történő ligandumkötődés vizsgálata. Protein és NMR adatbankokban számos receptor szerkezeti és NMR paraméterei hozzáférhetőek, mely a ligandumkötődés vizsgálatok kiindulási pontjául szolgálhatnak.

Hazai viszonylatban ezeknek az erőforrásoknak egy része rendelkezésre áll. Például a Richter Gedeon Rt.-ben üzemelő Varian gyártmányú, 500 MHz-es NMR műszer már jelenlegi felszereltsége mellett is képes izotóp által jelzett fehérjék mérésére, továbbá az NMR mérések kiértékelését, és a szerkezetszámítást lehetővé tevő mindkét vezető molekulamodellő és NMR spektrumértékelő szoftvercsomag (MSI, TRIPOS) megtalálható. Az irodalomból ismert fehérjék expressziójára kifejlesztett törzsek megvásárolhatóak, új törzsek kifejlesztése pedig célszerűen külső kutatás keretében finanszírozható lehet. Így gyakorlatilag csak fermentációra és fehérje tisztítására van szükség, ami már gyógyszergyári apparátussal is megoldható.

## Makromolekuláris NMR információk

A 4. ábra azokat a gyógyszertervezési szempontból legfontosabb információkat és alkalmazási lehetőségeket foglalja össze, melyeket a makromolekuláris NMR módszerei nyújtanak.



4. ábra A makromolekuláris NMR-rel meghatározható főbb információk

és a disszociáció sebességének meghatározását, amiből a kötődés erősségére, a makromolekula-ligandum komplex stabilitására következtethetünk. Ezek a kvantitatív információk felhasználhatóak pl. QSAR (Quantitative Structure-Activity Relationship) számításoknál. A disszociációs állandó meghatározására protokollok léteznek, amelyek szerint a ligandum koncentrációjának függvényében felvett titrálási görbék analizálásával határozzák meg a  $K_d$  értéket, legáltalánosabban a kémiai eltolódás és jelszélesség változását figyelve.<sup>7</sup>

A kombinatorikus kémia és HTS technológiájával kapcsolatban felmerülő nagyon izgalmas és rendkívül aktuális kérdés a vegyülettárak, keverékek „dekonvolúciója”. A gyógy-

A kötődés tényének igazolására bármilyen NMR-vel mérhető molekuláris paraméter, pl. kémiai eltolódás, jelszélesség,  $T_1$  és  $T_2$  relaxációs idő, nukleáris Overhauser-effektus (NOE), diffúziós állandó stb. megváltozása szolgálhat. Amikor a kis molekulatömegű ligandum hozzákötődik a nagy molsúlyú makromolekulához, akkor azok a fizikai paraméterek fogják jellemezni, mint a makromolekulát, ezért a jelszélesség megnő, a  $T_2$  relaxációs idő lecsökken, a NOE effektus előjelet vált ( $+ \rightarrow -$ ), a diffúziós állandó lecsökken. Attól függően, hogy a ligandum kis affinitással ( $K_d > 10^{-5}$ ), vagy nagy affinitással ( $K_d < 10^{-8}$ ) kötődik a fehérjéhez, eltérő képet kapunk az NMR spektrumban, ezért eltérő stratégiát kell alkalmazni a kötődés vizsgálatánál. Kis affinitású ligandumok esetében a szabad és kötött forma (az NMR mérés ideje alatt) gyorsan egymásba alakul, így az NMR spektrumban a két állapot átlagát mutató jelet detektálunk, míg nagy affinitás esetében a két forma jelei elkülönülnek.

Kötődésvizsgálatok lehetővé teszik a makromolekula-ligandum komplex disszociációs egyensúlyi állandójának

szerkutatás felfedező szakaszában a „minél többet, minél gyorsabban” elve szerint a vezérmolekulák kiválasztására egy HTS teszten egyszerre több komponens keverékét is vizsgálhatjuk (pl. kombinatorikus kémiai keverék szintézissel létrehozott vegyülettárat). Amennyiben a HTS teszt pozitív választ ad, alapvető kérdést jelent hogyan határozzuk meg, hogy a vizsgált keverék melyik komponense felelős a hatásért. Előfordulhat, hogy a HTS-en kapott pozitív válasz, tulajdonképpen fals pozitív, ami a komponenskeverék egészétől származik. A keveréket alkotó komponenseket külön-külön vizsgálva az aktivitás elvész.

Több NMR-es technika is létezik, amely lehetővé teszi keverékekből az aktív komponens kiszűrését, szerkezetének azonosítását anélkül, hogy a keveréket fizikailag komponenseire kellene szétválasztanunk, ami jelentős időmegtakarítást jelent. Ezek a módszerek kis affinitású ligandumok esetében alkalmazhatóak, tehát kimondottan a vezérvegyületek azonosítására alkalmasak. Az affinitás alapján történő szűrésre a relaxációs idők és a diffúziós állandó, és a NOE előjelének megváltozását használják.<sup>8</sup> Az Abott cég például eljárás-szabadalommal védi az általuk kifejlesztett NMR-es technikát.<sup>9</sup> Ezek a módszerek a feleslegben lévő ligandumok jeleit, illetve azok változását mérik, tehát nem igényelnek költséges izotóp jelzett fehérjét.

Alapvetően fontos kérdés a kötődés helyének meghatározása, hiszen erre a HTS általában nem ad választ. Az NMR viszonylag gyors és hatékony módszert nyújt ennek a kérdésnek a megválaszolására. A fehérjék amid jeleinek kémiai eltolódása nagyon érzékeny indikátora a kötődésnek. A ligandumkötődés hatására a kötődés lokális környezetében lévő amid jelek kémiai eltolódása megváltozik, ami a fehérje szerkezetének és a spektrum asszignációjának ismeretében közvetlen információt ad a kötődés helyéről. Ennek az effektusnak a mérésére szolgál egy igen érzékeny és gyors mérés az ún. kétdimenziós <sup>1</sup>H-<sup>15</sup>N HSQC (Heteronuclear Single Quantum Coherence) kísérlet, amely, <sup>15</sup>N jelzett fehérjék amid jeleinek vizsgálatát teszi lehetővé. A receptor kötőhelyének feltérképezésére ugyancsak felhasználható az amid hidrogén-deutérium kicserélődés sebességének megváltozása.

A másik izgalmas témakör a térszerkezet vizsgálata, ami egyrészt a makromolekula és ligandum bioaktív konformációjának meghatározását, a kötődésért felelős funkciók csoportok azonosítását, az egyes csoportok ionizációs állapotának vizsgálatát, valamint a vegyület oldószerrel érintkező felületének meghatározását jelenti. A szerkezet-hatás összefüggés analízise során ezek az információk rendkívüli értéket képviselnek, és nagymértékben elősegíthetik a molekuláris hasonlóságon alapuló analógok megtervezését.

A ligandum bioaktív konformációját, kis affinitású ligandumnál ún. NOE transzfer vizsgálatokkal állapíthatjuk meg,<sup>10</sup> míg nagy affinitású ligandumok esetében ún. izotóp szerkesztett és izotóp szűrt méréseket<sup>11</sup> használhatunk a ligandum és receptor jeleinek megkülönböztetésére és a konformáció vizsgálatára.

A fehérje és ligandum egyes funkciók csoportjainak ionizációs állapota fontos információ lehet az enzim mechanizmus és a molekuláris felismerés megértésében. A pKa érték, a tautomer formák meghatározása jó példája annak, hogyan egészítheti ki és bővítheti az NMR a pusztán geometriai információkat.

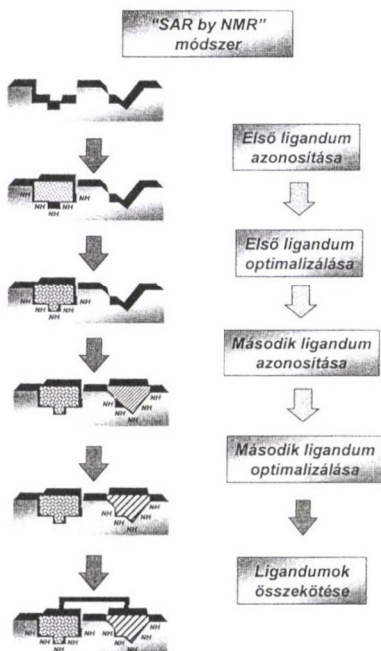
Gyógyszertervezési szempontból hasznos megkülönböztetni a vezérmolekula oldószerrel érintkező felületét, mely vélhetően kevésbé fontos szerepet játszik a receptor felismerésben, és azokat a régiókat, amelyek a receptor affinitásért és specifitásért felelősek. Az oldószerrel érintkező felületeken olyan kémiai módosításokat hajthatunk végre, amelyek a gyógyszerjelölt oldhatóságát, biológiai hasznosíthatóságát, farmakokinetikáját és toxicitási tulajdonságait javíthatják. Az oldószerrel érintkező, illetve kötésben részt vevő felületek megállapítására relaxációs reagenseket (pl. HyTEMPO) használhatunk.

A harmadik témakör a dinamikai vizsgálatok. Ez az a pont, ahol az NMR a röntgenkristallográfia pusztán szerkezeti információján alapvetően túlmutat. Az oldatfázisban megvalósuló különböző szintű molekuláris mozgások felderítése fontos szerepet játszhat a molekuláris felismerésért felelős folyamatok megértésében. Ilyen mozgások például a proteinek gerinckonformációjának vagy oldalláncok konformációjának dinamikája. Ligandumok esetében többszörös kötődési módok meghatározása, annak dinamikája válik

vizsgálhatóvá. Ezeknek a molekuláris mozgásoknak a megváltozása a kötődés hatására fontos szerkezet-hatás információval bír. Ugyancsak vizsgálható a fehérjék hidratálódása, a fehérje harmadlagos szerkezetét stabilizáló ún. szerkezeti víz dinamikai sajátságai.<sup>12</sup>

## SAR by NMR módszer

Végezetül külön említését érdemel egy rendkívül ígéretes gyógyszertervezési stratégia, amelyet az Abbott cég fejlesztett ki és szabadalmaztatott.<sup>13</sup> A módszer elvét sematikusán az 5. ábra mutatja.



5. ábra NMR alapú szerkezet-hatás összefüggés (SAR by NMR)

plantációk során az immunválasz elnyomásában fontos szerepet játszó FKBP (FK506 kötő protein) protein esetében egy  $K_d = 2 \mu\text{M}$  és egy  $K_d = 0,1 \text{ mM}$  affinitású fragmens összekötésével  $K_d = 19 \text{ nM}$  affinitást tudtak elérni.<sup>14</sup> Hasonlóképpen, Stromelysin esetében egy  $K_d = 17 \text{ mM}$  és egy  $K_d = 0,02 \text{ mM}$  affinitású fragmensből egy  $K_d = 15 \text{ nM}$  affinitású vegyületet terveztek kevesebb, mint hat hónap alatt.<sup>15</sup>

## In vivo NMR

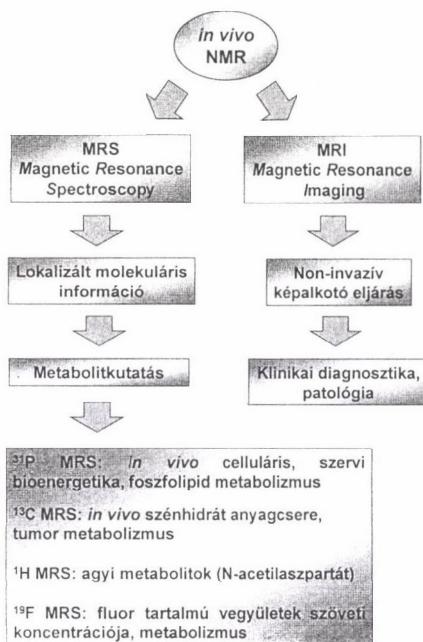
Az *in vivo* NMR-nek két fő irányvonala rajzolódik ki (6. ábra).

Az egyik irányvonal rövidítése MRI (Magnetic Resonance Imaging). Az MRI olyan non-invazív képalkotó eljárás, ami forradalmasította a klinikai diagnosztikát és a patológiát. Az MRI alkalmas élő szervezetek tetszőleges irányú metszetéről rétegfelvételt készíteni, mely a legkülönbözőbb morfológiai jellegű elváltozások (infarktus, daganat, fejlődési rendellenes-

A szerkezet-hatás összefüggés NMR-re alapozott vizsgálata elegáns módon ötvözi a racionális tervezés és a kombinatorikus kémia elemeit. A már említett  $^1\text{H}$ - $^{15}\text{N}$  HSQC kísérlet segítségével, az amid jelek kötődés hatására történő megváltozását figyelve vizsgálnak egyszerre 10–20 kis molekulából álló keveréket. Ezzel a módszerrel, mérésidőt tekintve, egy nap kb. 1000 molekula tesztelhető. Miután azonosították, hogy a keverék melyik komponense kötődik a fehérjéhez, meghatározzák  $K_d$  értékét. Majd, hogy affinitásnövekedést érjenek el, a vezérmolekulához hasonló szerkezetű analógokat vizsgálnak. Ezután az optimalizált első ligandum jelenlétében további ligandumokat keresnek NMR-vel, amelyek az első ligandum kötődési helye közelében kötődnek. A második ligandumot is optimalizálják, majd a két ún. vezérfragmens kiválasztása után, röntgenkristallográfia vagy NMR spektroszkópia segítségével meghatározzák a vezérfragmens helyét és orientációját a fehérje-ligandum harmadlagos komplexben. A két vezérfragmens egymáshoz és a fehérjéhez viszonyított orientációjának ismeretében olyan molekulát terveznek, amelyben a két vezérfragmenst megfelelő kémiai lánc köti össze. Az így kapott molekula kötődést tekintve bifunkcióssá válik, ami jelentős affinitásnövekedést eredményez. Például a szervtransz-

ség stb.) kimutatására használható. Gyógyszerkutatósi szempontból az MRI különféle betegségek vizsgálatában, diagnosztikájában alkalmazható állatmodelleken vagy emberen, elősegítve új gyógyszervegyületek hatékonyságának klinikai jellemzését.

A másik irányvonal neve MRS (Magnetic Resonance Spectroscopy), ami egy adott szövet vagy szerv lokalizált térfogatelemében képes molekuláris információt, vagyis spektromot nyújtani (természetesen kisebb felbontással, mint a folyadékfázisú, nagyfelbontású NMR készülékek). Az MRS gyógyszerkutatósi alkalmazása leginkább a metabolitkutatásban (metabolitok alatt tágabb értelemben a szervezet endogén anyagait értve, pl. ATP, ADP, kreatin-foszfát, N-acetilszpartát stb.), azon keresztül a betegségek patomechanizmusának molekuláris szintű felderítésében nyilvánul meg. A 6. ábra alsó része néhány elterjedt alkalmazást mutat.



6. ábra **Az NMR *in vivo* alkalmazásai**

## Összefoglalás

A szakirodalomban fellelhető adatok tanúbizonysága szerint az NMR spektroszkópia folyamatosan bővülő eszköztárával a modern gyógyszerkutatósi stratégiák egyik fontos pillérét képezi. Az NMR alkalmazási köre kiterjed a gyógyszerfejlesztés korai (vezérmolekulák azonosítása és optimalizálása) és késői (metabolizmus, klinikai jellemzés) szakaszára is. A molekuláris felismerésért felelős receptor-ligandum kölcsönhatások atomi szintű vizsgálatán keresztül kiemelkedően fontos információkat nyújt a szerkezet-hatás összefüggés felderítéséhez és az új terápiás készítmények kifejlesztésében egyre sikeresebben alkalmazott szerkezet-, vagy receptor alapú gyógyszertervezéshez. A hazai gyógyszerkutatás tekintetében a makromolekuláris NMR spektroszkópia meghonosítása és integrálása a kombinatorikus kémia, a HTS és a racionális gyógyszertervezés eszközeivel, a külföldi példák szerint célszerűnek látszik. A rendelkezésre álló hazai erőforrások alapján a makromolekuláris NMR meghonosítása leginkább (legkisebb költséggel, leggyorsabban) kötődésvizsgálatokban (pl. vezérmolekulák azonosítása) kezdődhet el.

*Köszönetnyilvánítás.* Köszönettel tartozom közvetlen munkatársaimnak: *ifj. Szántay Csabának, Balogh Gábornak, Tárkányi Gábornak, Fűrjes Attilának* a tanulmány megírásában nyújtott közreműködésükért, hasznos észrevételeikért és támogatásukért.

### HIVATKOZÁSOK:

1. E. M. Purcell, H. G. Torrey, R. V. Pound, Phys. Rev., 69, 37 (1946).
2. a) F. Bloch, W. Hansen, M. E. Packard, Phys. Rev., 69, 127 (1946); b) F. Bloch, Phys. Rev., 70, 460 (1946).
3. I. I. Rabi (1944, fizika), E. M. Purcell (1952, fizika), F. Bloch (1952, fizika), A. Kastler (1966, fizika), J. H. Van Vleck (1977, fizika), N. Bloembergen (1981, fizika), K. A. Müller

(1987, fizika), *N. F. Ramsey* (1989, fizika), *H. G. Dehmelt* (1989, fizika), *R. R. Ernst* (1991, kémia), *J. Pople* (1998, kémia).

4. a) *NMR in drug design*, Ed. *D. J. Craik*, CRC Press, New York (1996); b) *NMR methods for elucidating macromolecule-ligand interactions: an approach to drug design*, Eds. *R. E. Handschumacher, I. M. Armitage*, Proceedings of the fourth biochemical pharmacology symposium, New Haven, CT, July (1989); c) *B. J. Stockman*: NMR spectroscopy as a tool for structure-based drug design, *Prog. NMR Spectr.*, 33, 109–151 (1998); d) *M. Billeter*: NMR for structural studies in drug discovery, 3, 151–167 (1995); e) *S. W. Fesik*: NMR structure-based drug design, *J. Biomol. NMR*, 3, 261–269 (1993); f) *S. W. Fesik*: NMR studies of molecular complexes as a tool in drug design, *J. Med. Chem.*, 34, 2937–2945 (1991).

5. *Hermecz István, Kánai Károly, Arányi Péter*: Gyógyszerkutatók a Chinoinban, Magyar Tudomány, 1998. 9. sz.

6. a) *K. Pervushin, R. Ruek, G. Wider, K. Wütrich*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 94, 12366–12371 (1997); b) *K. Pervushin, R. Ruek, G. Wider, K. Wütrich*, *J. Am. Chem. Soc.*, 120, 6394–6400 (1998).

7. *NMR of Macromolecules*, Chapter 6, The Practical Approach Series, ed. *G. C. K. Roberts*, Oxford University Press (1993).

8. a) *H. Ponstingl, G. Otting, J. Biomol. NMR*, 9, 441–444 (1997); b) *P. J. Hajduk, E. T. Olejniczak, S. W. Fesik, J. Am. Chem. Soc.*, 119, 12257–12261 (1997); c) *M. Lin, J. Shapiro, J. R. Wareing, J. Am. Chem. Soc.*, 119, 5249–5250 (1997); d) *B. Meyer, T. Weimar, T. Peters, Eur. J. Biochem*, 246, 705–709 (1997); e) *N. Gonnella, M. Lin, M. J. Shapiro, J. R. Wareing, X. Zhang, J. Magn. Reson.*, 131, 336–338 (1998).

9. *S. W. Fesik, P. J. Hajduk, E. Olejniczak*, WO 98/48264.

10. a) *G. M. Clore, A. M. Gronenborn, J. Magn. Reson.*, 48, 402–417 (1982); b) *A. M. Gronenborn, G. M. Clore, Biochem. Pharmacol.*, 40(1), 115–119, (1990).

11. a) *G. Otting, H. Senn, G. Wagner, K. Wüthrich, J. Magn. Reson.*, 70, 500–515 (1986); b) *S. W. Fesik, E. R. P. Zuiderweg, E. T. Olejniczak, R. T. Gampe, Biochem. Pharmacol.*, 40(1), 161–168, (1990).

12. *G. Wider, Progress in NMR Spectroscopy*, 32, 193–275 (1998).

13. a) *S. W. Fesik, P. J. Hajduk, E. Olejniczak*, WO 97/18469; b) *P. J. Hajduk, R. P. Meadows, S. W. Fesik, Science*, 278, 497–499 (1997 October); c) *S. B. Shuker, P. J. Hajduk, R. P. Meadows, S. W. Fesik, Science*, 274, 1531–1534 (1996 November)

14. *S. B. Shuker, P. J. Hajduk, R. P. Meadows, S. W. Fesik, Science*, 274, 1531–1534 (1996 November).

15. a) *P. J. Hajduk et. al, J. Am. Chem. Soc.*, 119, 5818–5827 (1997); b) *E. T. Olejniczak et. al., J. Am. Chem. Soc.*, 119, 5828–5832 (1997).

# „Az én álmom az oktatás, a kutatás és a mérnöki tanácsadás kombinálása”

Beszélgetés Somlyódy László akadémikussal

---

*Viz. Az utóbbi időben mind sűrűbben tanuljuk értékét, a 19. és főleg a 20. század pazarlásai, helyenként visszafordíthatatlan hatású fejlesztése, beavatkozásai és szennyezései után. Valószínű, hogy a 21. században a víz lesz az egyik legfontosabb természeti kincs, amelyért talán háborúkat is vívnak majd, akárcsak az olajért. A vízgazdálkodás magyar tudósa, Somlyódy László a globális és helyi problémákról és a megoldások lehetőségeiről is szól életfontosságú természeti kincsünk kapcsán.*

---

*Meglehetősen kacskaringós úton jutott el a vízgazdálkodás kutatásához.*

Azt, hogy mérnöki pályára kerültem, részben családi hatás, részben a véletlen hozta magával. Dédapám, *Thirring Gusztáv*, a magyarországi statisztika egyik megalapítója, a Magyar Tudományos Akadémia tagja, kiváló útleíró, akinek Budapestről szóló könyveit most kezdik újból felfedezni. Nagyapám, az öccse és nagybátyám egyaránt mérnökök voltak. „Apó” rendkívül széles látókörű, igazi klasszikus mérnök volt (egyik utolsó munkája az Erzsébet-híd budai levezető útrendszerének a megtervezése). Ő bármit csinált, bárhol járt, nézelődött, állandóan fejben számolt, nagyszerűen becsült dolgokat – ezt a mai a számítógépekkel elkényeztetett mérnök generációknak is meg kellene tanulnia. Rólam azonban még 14 éves koromban is azt mondta az osztályfőnököm, hogy humán érdeklődésű gyerek vagyok. De aztán a sors úgy hozta, hogy különböző okok miatt mégis a műegyetemre kerültem.

*Mik voltak ezek a „különböző” okok?*

Nem szívesen beszélek róla, mert túl sokan emlegetik. „Rossz” származásúnak számítottam, ezért kicsi volt a valószínűsége, hogy bekerülök egyetemre. Édesapám azt mondta, fiam, valami olyat kell tanulnod, amivel 18 éves korodban el tudsz helyezkedni. Ezért épületgépészeti technikumba küldött. Édesapámnak volt egy nagyszerű mérnök barátja, ő adta a tanácsot: ez olyan szakma, amire mindig nagy szükség lesz. A technikumai háttérrel szinte magától értetődő lett, hogy gépészmérnökséget tanuljak. A család támogatta, hogy a Műegyetemre menjek, de volt benne szükségszerűség is.



Húszéves koromig nemigen tudtam, mi is szeretnék lenni. Akkor találkoztam két professzorral, akik nagy hatást gyakoroltak rám. Az egyik *Gruber József*, a másik *Fűzy Olivér*. A nagyszerű mérnöki gondolkodásmód, a matematikai és fizikai egzaktásra való törekvés jellemezte őket. Számítógéppel akkor még nem nagyon dolgoztak. Harmadéves koromban, az elsők között kezdtem a tudományos munkakörben, még gépi kódban programozni. Fűzy professzor akkor tanulta ezt a mesterséget és azonnal tovább is adta a diákoknak. Sok problémát matematikailag nem tudunk „pontosan” kezelni, de Gruberben és benne megvolt az a képesség, ami a jó mérnök sajátja, hogy okos felismerések és közelítések révén elfogadható megoldásokat tudtak levezetni. Új, izgalmas iskolák nőttek ki, például a szingularitások módszere területén a turbínák, szivattyúk és ventilátorok áramlástan mértezésében. Elég egyértelmű volt számomra, hogy

a szokásos gépészmérnök képzés számos területe különösebben nem érdekel. Úgy érzem, ha előlről kezdhetném (furcsa 20–21 évesen ilyesmit mondani), akkor valamiféle fizika–matematika keveréket csinálnék legszívesebben. A Karon létezett az áramlástechnikai ágazat: a folyadékok mechanikája korszerű módszereit alkalmazták szivattyúk, turbínák, ventilátorok, turbófűvők, sűrítők méretezésére – komoly matematika-fizika ismeretekkel. Beleszerettem. A képzés azonos alapokra épülve látszólag kétirányú volt, mert levegőáramlással foglalkozó tantárgyak mellett például vízgépeket és vízerőműveket is tanultunk.

Az egyetem befejezése után „levegős” irányba indultam: a Szellőzőművek gyárában kezdtem dolgozni, ugyanakkor Gruber és Fűzy professzorok meghívtak az Áramlástan Tanszék akadémiai kutatócsoportjába, negyedállásba. Örültem, hogy gyárban kezdtem el a pályámat, mert itt tanultam meg, hogy a gyakorlatban mit is lehet megcsinálni és mit nem. Úgy érzem, ez a „tudás” a mérnök számára kötelező. Megtanultam, mi a „kék-” és mi a „fehéreköpeny”, milyen természetűek és mélységűek az ellentétek. A mérnök precíz számításokat végezhet egy gyönyörű áramlási profil kifejlesztése érdekében, de csak a gyártás során derülnek ki a buktatók és hogy abból az lesz-e, amit akartunk. Naponta jártam a műhelybe. Egy idő után elfogadtak, elhitték, nem számárság, amit számolok. Megtanultam, hogy vannak gyártási korlátok, ezért elkezdtünk olyan profilokat és járókerekeket számítani, amelyek egyszerű felületekből rakhatók össze. Tervezőként sokat álltam a rajzasztalnál és szerkesztettem, tussal kihúztam. Eleinte élveztem, csak amikor másodszor vagy harmadszor is ugyanezt kellett csinálni, kezdett unalmassá válni. Egy év elteltével betegnek éreztem magam. Elmentem orvoshoz, és megállapították, kezdődő májbetegségem van. Ez hihetetlennek tűnt. Ezért édesapám elküldött *Magyar Imre* professzorhoz. Ő fogta a leleteket, leültetett és egy órán keresztül beszélgetett velem. Arról kérdezett, milyen körülmények között élek, dolgozom és mit szeretnék csinálni. Egy óra múltán annyit mondott: fiatalember, maga nincs megelégedve azzal, amit csinál. Menjen el, szépen fejejtse el a leleteket, semmi baja, egyen meg egy bécsi szeletet, igyon meg két pohár bort, és próbálja rendezni a munkakörülményeit. Akkor fizetés nélküli szabadságot kértem és három hónapig teniszedzőként éltem. Utána visszatam a gyárba.

A gyári munkámat úgy kezdtem, hogy az akadémiai kutatócsoportban egy ventilátor áramlástan mértezését saját szorgalomból számítógépen megoldottam. Bevittem a főmérnöknek (aki egyébként nem volt mérnök) az eredményeket a lyukszalaggal együtt. Utóbbi nagyon megtetszett neki, azt megtartotta, még egy-két évig ott volt az asztalán dísznek, de több nem érdekelt. Ez egy fiatalembert, aki természetesen idealista és naiv, nagyon letört. Egy csomó hasonló eset járult hozzá, hogy nem éreztem jól magam. De az életemben szá-

mos szerencsés mozzanat akadt, a véletlen egybeesések valószínűen sokkal nagyobb mértékben befolyásolták a sorsomat, mint a tudatos, általam eltervezett dolgok. Így például, amikor visszamentem a teniszszedség után, a gyár kapott egy megrendelést néhány nagy, erőművi ventilátor legyártására. A szokásos módszer az volt, hogy a Gruber-tanszék elvégezte a tervezést, a gyárban elkészítették a kismintát, kimérték és utána ennek alapján elkezdtek a gyártást. De a tanszék túlterhelt volt, nem vállalták el a számítást. A főmérnököm, aki egyébként soha nem köszönt vissza, behivatott és megkérdezte, el tudnám-e végezni a feladatot. Azt mondtam, igen, de ennek előfeltétele van. Akkor még szinte mindenki „kézzel” számolt, egy változat mintegy 100 órányi munkát igényelt. Én azt ajánlottam, ha bérelnek számomra számítógépidőt, akkor készítek egy olyan programot, ami nem egyetlen ventilátor, hanem egy bizonyos tartományon belül bármilyen változat tervezésére alkalmas, néhány perc alatt. Így kezdtem el dolgozni a KGM Elliott 803-as számítógépén, amiből akkor, 1969-ben két darab volt az országban. Hetente kétszer, általában hajnali 3–4 óra között jártam oda. Három hónapot kaptam, tehát pánikszerűen dolgoztam. A program elkészült és a feladatot megoldottam. A gyárban az nagyszerű, hogy amit az ember megtervez, azt egy hónapon belül legyártják kisminta formájában, kimérik és ily módon rögtön szembesül azzal, hogy mit, hogyan csinált. És ha sikerült, az igazán remek érzés.

*Ezt jól ismerem, mert magam is végigéltem kezdő mérnökként.*

Akkor tudja, hogy ez a folyamat és a visszacsatolás milyen fontos. Történetesen a gyár egyik valaha gyártott legjobb ventilátorát számoltam ki. Nem értették, hogy ezt a „fickó” hogyan tette, de ettől kezdve volt respektusom. A következő négy év életem egyik legszebb időszaka volt, rengeteg gyönyörű feladatot kaptam. Sok sikerélményben volt részem: például a munkások minden egyes tesztelésnél a hátam mögött állva drukkoltak, hogyan sikerült a kísérleti gép. A sikernek ők is részesei voltak. Azután elérkezett az a pillanat, amikor úgy éreztem, életemben először rájöttem „valamire”. Ez az axiá ventilátorok áramlási méretezésével kapcsolatos két, összefüggő elképzelés volt. Elkezdtem levezetéseket és számításokat készíteni. Minden roppant ígéretesnek és kereknek látszott. Fűznek „elmeséltem az egészet”, aki gondolkozás nélkül azt mondta, hogy nem az általa javasolt témából, hanem ebből kell doktorálnom.

*Elég ritka, hogy valaki a gyári munkájából tud doktorálni.*

Valóban ritka. Az áramlástan tanszéken kellett a disszertációmát benyújtanom. Az eljárási rend szerint előtte egy előadást kellett tartanom, klasszikusan, táblánál. Írtam a levezetéseket, Gruber pedig egyre hümmögött. Nem tudtam, mi a baj. Egyszer csak megállított: nem kellene a doktorit beadni, mert többet ér, kandidátusit kellene csinálni belőle. Gruber azt javasolta: két publikációt még meg kellene nézni, van-e az enyémben annyi újdonság, hogy a kandidátusi értekezésnek beadható legyen. Csak az egyikről tudtam. A másik egy 1943-ban (abban az évben születtem), Németországban megjelent cikk volt. Senki nem ismerte Magyarországon, sehol hivatkozást nem találtam rá. A háború alatt készült, még a németek is alig hallottak róla, bár, mint kiderült, a NASA (akkor még NACA) lefordította és használta. Egészen döbbenetes élmény volt, hogy a módszerem egyik része egy az egyben azonos volt valakiével, akit nem ismertem, és aki csaknem harminc évvel korábban publikálta azt. Kollégáim próbáltak rábeszélni, hogy kicsiny többletmunkával adjam be mégis kandidátusnak a munkát, én azonban úgy éreztem, hogy nem üti meg azt a szintet. Végül is egyetemi doktorira adtam be és később, egy újabb munkával szereztem meg a kandidátusi címet. Egyébként mestereim nagyszerűségét bizonyítja, hogy Fűz ekkor írt egy könyvet, amiben mintegy 15 oldalon leírta „Somlyódy-módszerként” a kidolgozott, de még nem is publikált eljárást, amit azóta is tanítanak a műegyetemen.

Mindenesetre mögöttem volt ötéves elmélyült számítási, gyári kísérletezési, mérési tapasztalat és az autókódban írott programok. Úgy éreztem, illik ezeket dokumentálni a gyár részére, bár senki nem kérte. Született belőle egy 100 oldalas írásmű, amit nyolc példányban gépeltek le. Amikor befejeztem, hazamentem és éjjel nem tudtam aludni – végiggondoltam, mi is jön ezután. Ismertem másokat, akik 10–20 évvel az egyetem elvégzése után csak rutinmunkát végeznek. Láttam magamat, ahogy ott ülök 15 év múlva is a gyárban és én vagyok a „legokosabb”. Amikor felmondtam, senki nem értette. „Sikeres” fiatal mérnök voltam, az egyetemen is olyannak tartottak, aki a gyakorlatban komoly, megalapozott dolgokat csinál, de egyszerre állásnélkülivé váltam. Nem hívtak senki és semmilyen lehetőségem nem volt. Akkor már tanársegéd voltam félállásban Gruber mellett. Elmeséltem, hogy baj van és szükségem lenne egy állásra. Az egyik kollégám azt mondta, pár hete kerestek a Vizgazdálkodási Kutató Intézetből, a Vitukiból egy fiatal, lehetőség szerint áramlástanhoz értő gépészmérnököt, talán ez nekem való. Bevallom, semmit sem tudtam a Vitukiról. Akivel először beszéltem, a későbbi főnököm, Benedek Pál volt, nagyszerű ember, akkor a Víz- és Szennyvíztisztítási Főosztály vezetője (ebből lett később a Vízminőség-védelmi Intézet). Ismét sokat számított a szerencse. Eredetileg a Hidromechanikai Főosztályra akartak felvenni, de az valahogyan kevésbé érdekelt, viszont Benedek és amit körülötte láttam, annál inkább. Felhívtam Benedeket, hogy lemondjam a felajánlott állást. Másnap visszahívott és azt javasolta menjek hozzá: „Egy év alatt meglátjuk, hogy tetszik-e neked vagy nem, és ha nem, akkor elmész és keresel valami mást. Még mindig nagyon fiatal leszel”. Fejest ugrottam és így lettem „levegősből” „vizes”. Váltásom a folyadékok dinamikája irányából a vízminőség, vízszennyeződés, a környezet irányába majdhogynem automatikusan történt. Elkezdtem szennyező anyagok transzportjával foglalkozni, majd beleköszölni a vízkémiába, a hidrobiológiába, és abba, hogy mi a szennyvíz és mi is történhet benne és vele.

*Tehát a gépészet és áramlástan után kellett tanulnia vízkémiát, mérés technikát is.*

Méréstechnikából és kísérlettervezésből már elég jó képzést kaptam az egyetemen, de nyilván hozzá kellett tanulnom. Megint szerencsém volt, hogy nagyszerű idősebb, együttműködésre kész vegyész és hidrobiológus kollégákkal találkoztam. A velük való beszélgetések alapján jöttem rá, mi mindent nem tudok. A következő tanulás, majd együttműködés lett.

*Nem állhatom meg, hogy közbe ne vágjak. Jó néhány sikeres emberrel beszélgettem már, akik azt hajtogatták, hogy a szerencse segítette őket pályájuk nem egy fordulópontján. Nem gondolja, egyszerűen arról van szó, hogy a „sikeresek” képesek voltak felismerni a lehetőséget, azt meg tudták ragadni?*

Nehéz erre válaszolni. Van, akiben már eleve, fiatal korában létezik a tehetség, ami meghatározza pályáját, ő ezt tudja és tudatosan fejleszti magát. Nem hiszem, hogy benem eleve ilyen mértékű tehetség lett volna, de egyetérték a kérdésével, hogy egyrészt az életben kockáztatni kell, másrészt pedig fel kell ismerni a lehetőségeket, és azok mentén kell tovább haladni. Ez nyilván habitus kérdése, de a sikertelenség szakterületétől is függ: vannak olyan szakmák, ahol kicsi a kereslet, következésképpen a mozgástér is. A hozzáállás nagyon fontos. Ritkán gondolkodom azon, hogy valami miért nem ment. Sokkal inkább a dolgok előremozdítási lehetőségeit mérlelem.

*Mindenesetre képes kockáztatni, hiszen kevesen mondtak volna fel egy olyan helyen, ahol tisztelték és viszonylag fiatalon eljuthatott volna a főmérnökségig.*

Ilyen vágyam soha nem volt, ezzel szemben kétségtelen, hogy kiemelt fizetést kaptam, ami az akkori világban fehér hollónak számított. De visszaugrom még az előző kérdésre.

Azt hiszem, a belső készítés roppant fontos. Az embernek éreznie kell, hogy értelmes feladaton dolgozik, kihívással áll szemben. Említettem már, amikor 29 évesen előrenéztem, megijesztett egy olyan élet képe, amelyben semmi ilyet nem láttam. Ma is azt gondolom, hogy az embernek élete végéig szüksége van kihívásokra.

*Azért ez a felfogás inkább csak a kutató attitűdje.*

A kutatóké biztos, de jó lenne, ha nagyobb mértékben lenne másoké is, ez különösen fontos manapság.

*Tehát 1972-ben belépett a Vitukiba és húsz évvel később főigazgatóként távozott onnan.*

Mentem szépen előre a számléltrán, bár nem igazán klasszikus módon, mert amikor odakerültem, felajánlottak egy osztályvezetői állást, amit nagy ívben elkerültem. Ezzel szemben a 70-es évek közepén kandidátus lettem, mert megint ráakadtam egy érdekes témára.

*Mi volt a témája?*

Szennyező anyagok elkeveredése folyókban és ennek a számítása, ami akkor világszerte élenjáró kutatási területnek számított. Többek között számítógépen modelleztem a Dunának a főváros feletti hazai szakaszát, a mederalakjával, a vízzinttel és a sebességekkel együtt. De a fő kérdés az volt, hogy mi a sorsa a vízbe kerülő szennyező anyagoknak (amelyek például a Vág folyón érkeztek; ma a cianid szennyezés kapcsán elsősorban a Szamost és a Tiszát emlegetjük). Ennek számítására bevezettem az anyagáramvonal fogalmát és egyenleteit. A numerikus megoldást az áramvonalakra épített görbe vonalú koordináta-rendszerben végeztem el. Műszereket fejlesztettem. Sok turbulencia- és nyomjelzős mérést végeztem a kalibráció és validáció érdekében, laboratóriumban, a Rábán és a Dunán. Közben alkalmazott matematikát tanultam estin az ELTE-n. Ezt sosem fejeztem be: a munka, az egyetemi állás, a doktorálás stb. elég leterhelést jelentett. Igazából azonban az alkalmazás kényszere miatt lassúnak tartottam az előrehaladást és nem volt időm hat évet várni. Két év után már tudtam, hogy a matematika milyen területére van szükségem, és azt gondoltam, hatékonyabban járok el, ha saját fejemet követve, jó könyvekre támaszkodva képezem magamat. Mindezeknél fontosabb azonban, hogy megnősültem. Hál'istennek jöttek a gyerekek. Számukra a családi élet nyugodtságát, a háttér és a neveltetést alapvetően a feleségem biztosította.

A kandidátusi értekezésem megírását követően, 1977 körül szerettem volna továbblépni és interdiszciplináris teamet alapítani, vegyészrel, biológussal, mérnökkel és matematikussal. Ha nem is gond nélkül, a terv sikerült. Elsősorban folyók nehézfém-szennyezésével foglalkoztunk. Azután jött az újabb véletlen. Egy konferencián Badenben, azt hiszem 1978-ban, tartottam két előadást. A Bécstől délre, Laxenburgban működő IIASA nevű intézetből megkeresett valaki és meghívott egy látogatásra. Előtte fogalmam sem volt arról, hogy létezik egy ilyen alkalmazott rendszerelméleti kutatóhely. Kiderült, hogy az intézet egyik programja a sekély tavak eutrofizálódásával volt kapcsolatos. A mély tavakról elég sokat tudtak már, de a kis vízmélységűek sokkal rejtélyesebben viselkednek. Tavakkal ugyan soha nem foglalkoztam, de a hidrobiológus kollégáimmal éppen kísérleti programot terveztünk a Balatonra, azzal a céllal, hogy megkíséreljük egyesíteni a mérnöki folyamat-centrikus és a biológusi, gyakran leíró jellegű szemléletet, és eldöntsünk néhány feloldhatatlannak tűnő vitás kérdést. Középe tájt jártam a kísérleti programnak és az ahhoz tartozó modellezési munkának, amikor a IIASA rendezett egy konferenciát, ahol tartottam egy előadást. Rögtön utána, 1979 végén ajánlatot kaptam tőlük, hogy vegyem át a tavas program vezetését. Kérelmemet a Vituki igazgatója teljes mértékben támogatta. Az illetékes hatóságnak viszont az volt az álláspontja, hogy a munkaterv az egy éves ajánlat-

tal szemben három hónap alatt megvalósítható. Ezt nem vállaltam és ragaszkodtam ahhoz is, hogy a családom velem jöhessen (a történet ma már alig hihető). Elkezdődött egy több hónapos huzavona. Amikor már eléggé kellemetlen lett a helyzet, az egyik főosztályvezető behivatott az Országos Vízügyi Hivatalba (OVH) és megígérte, ha benyújtok egy módosított munkatervet, amire a OVH alelnöke ráírhatja, hogy a teljesítés egy évet igényel, akkor kiengednek. A tortúra végén, ha nem is egy időben, a két gyerekkel együtt kiutaztunk, a legkisebb fiam pedig már Bécsben született. Az IIASA akkor egészen különleges szellemiségű intézet volt, sok kiváló tudóssal, ami alapvetően befolyásolta az eléggé tradicionális szemléletű és bezárt országból érkező kutató felfogását.

*A IIASA annyiban is különlegesnek számított, hogy felerészben a szovjetek alapították, voltaképpen az enyhülés, a szovjet–amerikai békülési folyamat egyik lépéseként. Amellett Laxenburg mégis csak majdnem a magyar határnál van, tehát oda viszonylag könnyebben kijuthatott, mint mondjuk Texasba.*

Így van, de azért nem engedték ki könnyen az embert, családom pedig egy évig nem jöhetett haza, mert nem volt „ablak” az útlevelükben. Szakmai szempontból azonban a környezet rendkívül stimuláló volt, ahol közgazdásztól kezdve matematikuson át az ökológusig nagyon sokféle szakemberrel lehetett beszélgetni és együtt dolgozni. Szabad volt bármit kérdezni, butaságokat is – amelyekről később kiderülhetett, hogy nem feltétlenül azok. Az intézet ahelyett, hogy túlfeszítette volna magát, igyekezett minél több olyan embert meghívni, egy-két hétre, egy-két hónapra, akiket érdemesnek látszott bevonnai a kutatásba. Projektvezetőként a legjobbak közül válogathattam, hogy kit akarok meghívni. Az utazási lehetőségeim is alapvetően megváltoztak. Sok helyre eljutottam, így például 1981-ben az USA-ba is, meglátogatva a szakma legnevesebb intézményeit. Óhatatlanul változott, szélesedett a szemléletem és kitárult előttem a világ. Rájöttem, hogy a folyadékok mechanikáján és a transzportfolyamatokon túl vannak gazdasági, jogi, döntéshozói vonatkozások, és a mérnöknek ezeket együtt kell kezelnie.

*Ez az összetett közelítés a vizek esetében különösen fontos.*

Így van, vegyük például a Balatont. Az eutrofizálódás és a tó vízgyűjtő rendszerének szabályozására kidolgoztam egy modellezési közelítést, ami a dekompozíció és aggregáció elvén alapult. Ez lehetővé tette a tudományos megértést, majd ezt követően döntési kérdések elemzését. Első lépésben azt vizsgáltuk, milyen mértékben járul hozzá az algásodás idő- és térbeli változásához, hogy a tavat hol és milyen mértékű terhelés éri a vízgyűjtőről, milyen az áramlás és milyenek az algásodást befolyásoló kémiai és biológiai folyamatok, valamint a sztochasztikus hatások (időjárás, mintavételi bizonytalanság stb.) relatív szerepe. Egy döntéshozót mindez alig érdekli. Ezért a második lépésben a részletes modell alapján egyszerűsítettünk és a szabályozási indikátorokat a döntési változók és a hidrometeorológiai tényezők függvényében fejeztük ki, „optimális” stratégiák fejlesztése érdekében (természetesen oly módon, hogy ellenőrzés céljából biztosítottuk a kommunikációt a többdimenziós áramlási-, transzport- és ökológiai modellel). A specifikus eredmény a Balatonra kidolgozott szabályozási stratégia volt, amely alapjául szolgált a vonatkozó 1983. évi kormányhatározatnak. Az általánosabb eredmény maga a módszer, amelyet azután sokfelé idéztek.

Hazajövetelem után, ha nem is azonnal, 1985-ben – Benedek Pál utódjaként – a Vízművelés-védelmi Intézet igazgatója lettem. Ez akkor egy százfős intézet volt, közülük mintegy negyven kutató, mérnök, vegyész és biológus. 1990-ben a Vituki főigazgatójává léptem elő. A feladatot – családom óvó szavai ellenére – nagy kihívásnak tartottam. A Vituki akkor ötszáz fős, a gazdasági körülmények változása miatt erősen átalakulóban lévő intézmény volt. A kutatók pénzszerzési képessége már a 80-as évek közepén azonos fontosságúvá vált a tudományos teljesítménnyel. 1990-re egyértelművé vált, hogy a hazai

kutatóintézetek jövője alapvetően más lesz, mint korábban. Számomra a kihívást az jelentette, vajon sikerül-e átalakítani egy ilyen nagy, más feltételekhez szokott intézetet, és megmenteni a jövő számára az „értékeket”. Az elképzelésünk az volt, hogy válasszuk szét az intézet különböző jellegű feladatait és tevékenységeit. Tárjuk fel, mi az, ami nemzeti érdek, amit az államnak kell finanszíroznia, milyen kutatásra lesz szükség, és mi az, aminek át kell mennie a piaci jellegű mérnöki tevékenység területére (és persze ezekhez adódott a szükségtelenné váló intézeti infrastruktúra hasznosítása). Úgy gondoltam, a vízrajz, a hidrológiai előrejelzés, az árvízvédelem és a frissen befejezett, a térség legkorszerűbb, nagy műszeres vízminőségi laboratóriuma (mintegy kétmillió dolláros beruházás) feladatai az első kategóriába tartoznak. Sok intézet ment vagy próbált keresztül menni ezen az átalakuláson – köztük akadémiai intézetek is. Elkezdtünk leépíteni, átszervezni és kft.-ket létrehozni. Számos hibát követtünk el. Az akkori jogszabályi keretek között, abban a cseppfolyós világban ez valószínűen elkerülhetetlen volt.

*Turbulens volt a világ és turbulenciában nagyon nehéz folyamatokat irányítani.*

Nemigen tudtuk, mi is egy kft., részvénytársaság, holding, és azt sem, hogy működésük hogyan egyeztethető össze a kutatással és egyéb jellegű tevékenységeinkkel. Majdnem másfél évig dolgoztunk az átalakításon, miközben két minisztériummal voltam kapcsolatban. Állandóan csak ígéreteket kaptunk, hogy majd, majd... Végül azt mondtam, ilyen alapon nem lehet stratégiát fejleszteni. Például, ha megmondják, hogy semminemű támogatást nem kapunk, arra tudunk tervet készíteni, de természetesen ez automatikusan odavezet, hogy a nagy múltú magyar vízügyi kutatás eltűnik, beleértve az alapvető vízrajzi tevékenységet és a hidrológiai előrejelzést is. Én azonban nem akartam ilyen értékek megszűnésének ódiúmat elvállalni. A mostani árvizeknél is láthattuk, elképzelhetetlen, hogy ilyen ne működjen az országban. Biztos, hogy nem voltam túlzottan bölcs a tárgyalások során, de tudtam, valahol határt kell húzni. 1990 őszén bejelentettem tehát a minisztériumoknak, ha féleven belül nem tudunk megállapodni abban, hogy milyen feltételeket biztosítanak az intézet számára, akkor leköszönök. Meg is tettem: lejárt a félév és másnap leköszöntem. Mindenesetre ez nehezebb döntés volt, mint távozásom a Szellőzőművektől.

*Érthető, ifjúkori döntése csak saját magát érintette, a Vitukival kapcsolatos viszont sok más embert is.*

Sokkal öregebb is voltam. Amellett majdnem 20 évet eltöltöttem itt és az érzelmi kötődéseim nagyon erősek voltak. Kutatóprofesszorrá váltam, akkor már akadémikus voltam. 1991 végén újból a IIASA-ba vezetett az utam, ahol a vízzel és a környezettel foglalkozó program vezetését vettem át.

*Közbejött a braziliai intermezzo.*

Ehhez vissza kell ugranunk az időben. Még a 70-es években, alapvetően Benedek révén kerültem be a nemzetközi „vérkeringésbe”. Ezt tovább erősítette munkám a IIASA-ban, és attól kezdve elég sok meghívásom volt, különböző egyetemekre, konferenciákra, előadásokra. Brazíliába a Balatonon keresztül jutottam el. A Balaton eutrofizálódásáról elég sokat publikáltunk, ezeket széles körben ismerték. 1986-ban, egy Rio de Janeiro-i konferencián előadást tartottam, és ott kerestek meg, hogy a fővárosban (Brasiliaban) gondok vannak egy tóval. A fővárost az ötvenes években négy folyó találkozásánál építették, készítettek egy duzzasztást, és ily módon mintegy négyszázmillió köbméteres tározó tó keletkezett. Mielőtt Kubitchek elnök leköszönt volna, nagy csinnadrattával átadták a várost, szép középületekkel. Elkészült a vízellátás és csatornázás rendszere is, de jellemző módon szennyvíztisztításra már nem jutott pénz és idő. Minden szennyvizet tisztítatlanul beleeresztettek a rekreációs célra létesített tóba. Az összes terven, rajzokon, festményeken,

amelyeket láttam, az emberek fürödtek és úsztak benne. Ez volt az elképzelés. Ma repülőgépről viszont az látható jól, hogy úszómedencék ezrei veszik körül a tavat, mert az szennyezettsége miatt fürdésre alkalmatlan. Miután ellátogattam a helyszínre, megkérdezték, segítenék-e előkészíteni egy ENSZ projektet, és ha az sikerül, akkor vezetném-e azt. A probléma roppant érdekes volt, beleértve annak szubtrópusi jellegét is, de arra nem vállalkoztam, hogy főállásban odamenjek dolgozni. Végül „távirányítással” dolgozó projektvezető lettem, évente kétszer-háromszor két-három hetet töltöttem ott. Majdnem ugyanazt a közelítést alkalmaztuk, mint a Balatonra, csak gyorsabban, mert volt miből kiindulnunk és kevesebb idő állt rendelkezésre. Végül a kidolgozott szabályozási stratégia eredményeként két nagy szennyvíztisztító épült, foszfor- és nitrogén-eltávolítással. Utoljára talán három éve jártam ott. Nagymértékű javulás következett be a beavatkozások eredményeként, a tó vízminősége összehasonlíthatatlanul jobb, mint a 80-as években.

*Térjünk vissza 1992-be, amikor egyik napról a másikra lemondott a főigazgatóságról.*

Érdekes helyzet volt, mert egy felelősségteljes állásból és azzal járó kötött életformából sokkal nyugodtabbra mentem át. Kezdtém ajánlatokat is kapni, hívtak a Karlsruhe-i egyetemre, kaptam egy Fulbright-ösztöndíjat, hívtak a Világbankhoz és megkerestek a IIASA-tól. A döntés nem volt könnyű: ott volt a három gyerek, feleségem pedig nagyon szerette a hivatását. Eredetileg vegyész volt, a 80-as évek végén pedig konferenciákat kezdett szervezni, amit nem akart feladni. Lányom és a nagyobbik fiam középiskolás volt, a kisebbik pedig általános iskolás. Végül is úgy éreztük, hogy Ausztria közel van és a IIASA-beli munka érdekesnek ígérkezett. Három évet töltöttem ott. Az időszak családi szempontból roppant nehéz volt. Feleségem otthon dolgozott és ingázott. A harmadik év előtt a nagyobbik fiam – helyesen – azt mondta, hogy ő itthon szeretne érettségizni és hazajön. A kisebbik fiam csatlakozott, a lányom pedig Bécsben kezdett el egyetemre járni. Közben kineveztek a Műegyetemre egyetemi tanárnak, és úgy éreztem, hogy itthon is el kell kezdenem a munkát. Én is ingáztam tehát. A IIASA-ban az elődöm a lengyel Kaczmarek professzor volt, aki az éghajlatváltozással és ennek a vizsgáldalkodási vonatkozásaival foglalkozott. Kézenfekvőnek látszott, hogy a program egyik pilléréként ezt a kutatást folytassuk. A másik pillér Közép-Kelet-Európa átmeneti országainak igényeiből adódott, ahol az egyik alapvető környezeti kérdés az volt (és talán még most is az), hogyan lehet a sok degradált vízgyűjtőt a meglévő gazdasági korlátok között okosan, lépésenként és költség-hatékonyan szabályozni. Az átmenethez szerettünk volna tehát segítséget nyújtani. Két, eléggé általános vízminőségi stratégiai döntéstámogató rendszert dolgoztunk ki és ezeket több vízgyűjtőre alkalmaztuk. A program eredményeként két könyv (és számos cikk) született: az egyik az éghajlatváltozásról, a másik pedig a degradált vízgyűjtők rehabilitációjáról szolt.

Formálisan 1994 végén váltam meg a Vitukitól, és mentem át a Műegyetemre, az akkori vízellátás-csatornázás tanszékre. Utóbbi nevét tavaly változtattuk vízi közmű és környezetmérnöki tanszékre, ami talán érzékelteti az elmúlt öt évben végrehajtott változtatásokat, követve a fejlett nyugati gyakorlatot. Az elmúlt évtizedekben nagymértékben változott a „vizes” szakma. Egyre kevesebbet építünk, nőtt a rekonstrukció szerepe, központi kérdéssé vált a víz szennyezése, a vízminőség és az integrált szemlélet bevezetése. Megjelentek a szakmában vegyészek, hidrobiológusok, közgazdászok és más szakemberek. A szemlélet változását jól tükrözi például, hogy ma már egy szennyvíztisztító medence megépítése rutin feladat, azonban a főmérteket, az üzemeltetést és a gazdaságosságot meghatározó technológiai tervezés, a lejátszódó fizikai, kémiai és mikrobiológiai folyamatok alapján kulcsfontosságúvá vált. Erre a célra, az elmúlt 15 év kutatásai révén korszerű kinetikai modelleket használunk. Hasonló példák sokaságát említhetném. Én az oktatásban ezt a megváltozott szemléletet szeretném követni. Vízminőségi képzés szinte egyáltalán nem volt korábban az Építőmérnöki Karon. Ma már a hallgatók választhatnak olyan szakot, ahol az alapképzésben kapnak környezetvédelmi, hidrobiológiai, vízminőség-szabályozási, környezet-gazdaságtani ismereteket. Ezek messze nem nevezhetők klasszi-

kus építőmérnöki tárgyakkal, viszont nélkülük a szakmánkban már nem lehet megélni. Természetesen számos új tantárgy kidolgozása és indítása vált szükségessé. Emellett az egyetem elhatározta, hogy több kar részvételével elindítja a környezetmérnöki képzést. Az előkészítésben én is elég alaposan kivettem a részemet. A képzés 1999 őszén indult be; az érdeklődés roppant nagy.

*De nem csak oktat, hanem folytatja a kutatást is.*

Valóban, létre tudtam hozni egy tanszéki akadémiai kutatócsoportot, ahová igyekeztem megnyerni a 30–40 éves korosztály néhány erős kutatóját. A „vizes” szakma kutatói utánpótlása sajnos igen vékony. Több hidrológus, biológus, vegyész, matematikus és fiatal ösztöndíjas csatlakozott hozzánk. Az én álmom az oktatás, a kutatás és a mérnöki tanácsadás kombinálása. Úgy vélem, a mi dolgunk az alapvető fontosságú oktatáshoz és a kutatáshoz kapcsolódva elsősorban a magas színvonalú tanácsadás, amit az angol „consultant to the consultant”-nak nevez (a tanácsadók, a mérnökirodák tanácsadója).

*Ez a felfogás azért nem teljesen új: a nagy műegyetemi tradíciókra emlékeztet, különösen a két világháború között.*

Természetesen, sőt, amikor hallgató voltam, a Műegyetem bizonyos területein még létezett ez a tradíció. Emlékszem, neves professzoraimhoz jöttek a „kliensek” és megtiszteltetés volt, ha bizonyos, megoldhatatlannak tűnő feladatokat elvállaltak.

*Kutató, főleg egy kis országban élő kutató nemzetközi kapcsolatok nélkül nem élhet. Most, hogy elsősorban itthon épít új csapatot, alakít ki új munkapályákat, mennyire aktívan tud részt venni a nemzetközi kapcsolatokban?*

Alelnöke vagyok az International Water Association-nak, ami talán a vízzel foglalkozó legnagyobb szervezet a világon, kb. 8000 egyéni taggal, mintegy 150 országból. Példamutatónak tartom, hogy a szervezeten belül a munkát alapvetően alulról jövő kezdeményezések határozzák meg, nincs szigorú hierarchia. Jelenleg mintegy 50 szakmai csoportunk működik, nagymértékben kihasználva a korszerű kommunikáció eszközeit. Szinte mindegyik erősen interdiszciplináris jellegű. A hajtóerő a közös szakmai érdeklődés. A szövetség csak a működési feltételeket biztosítja, a legkülönbözőbb forrásokból (konferenciák, folyóiratok, könyvek stb.) származó bevételt lényegében arra használjuk, hogy ilyen csoportok működését segítsük elő.

*Szóltunk már arról, hogy a víz milyen nagy érték, ami már ott kezdődik, hogy Földünk vízkészletének mindössze 0,6%-a édesvíz és ennek is csupán kis hányada hasznosítható. Ugyanakkor a fejlett országokban – nálunk is – a mérgezőanyagok megtisztított ivóvizet használjuk az ürülék, a szennyvezékek eltávolítására. Milyen megoldást talál majd erre a 21. század vizes szakembere?*

A mérnöki szakma egyik nagy dilemmája a hosszú élettartamú megoldásokra való törekvés és az időben változó igények összeegyeztetése. A vízüklítéses angol véctét a világ egyik legnagyobb innovációjának tartották, most viszont kezdjük felismerni a hátrányait: túlzottan sok szennyvizet kell elvezetni és tisztítani. Bár kívánatos lenne, a változtatás nagyon nehéz. A fejlett világban az elmúlt 20 évben kezdtek olyan öblítő tartályokat alkalmazni, amelyek vízfogyasztása lényegesen kisebb a hagyományosénál. Ma már vannak olyan berendezések, amelyek figyelmeztetik az embert a környezet kimérésére, a víztakarékosságra, és a korábbi 10–15 literrel szemben csak 3–5 litert használnak el egy alkalommal. Ily módon a keletkezett szennyvizek mennyisége csökken. Csakhogy a nyers szennyvíz „sűrűbbé” válik és a tisztítótelepeket nem erre méretezték. Amikor ilyen válto-

zást vezetnek be a rendszer egyik elemén, nem mindig gondolják végig, hogy az a másik részén milyen következményekkel jár. Nem biztos, hogy a végeredmény összességében pozitív lesz. Az elmúlt 10 évben világszerte növekvő számban rendeznek konferenciákat arról, hogyan lehetne a városi vízi infrastruktúra koncepcióját újragondolni, figyelembe véve, hogy a szennyvíztelepek élettartama mintegy 30 év, a csatornahálózatoké pedig 50–100 év. Az infrastruktúra sajátossága, hogy részben „önálló életet él”, nagy az inerciája és nagyon nehéz változtatni. A fejlődő világ sajátossága, hogy próbálja utánozni a gazdag fejlett világot, csak sajnos a pénzügyi erőforrások sokkal szűkösebbek és sosem sikerül a népesedés növekedésével lépést tartani. Úgy tűnik, a megoldás a háztartási vízgazdálkodás szintjén keresendő (a konyhai, fürdőszobai felújításokat 10–15 évenként végezzük el). A szennyezőket itt, a keletkezés helyén kellene megfogni, tisztítani, visszaforgatni és újrafelhasználni (miközben a használati oldalon is eltérő minőségű vizekkel operálunk). Ily módon például a tápelemek, a foszfor és a nitrogén 60–80%-át hasznosítani lehetne és a költséges telepi, harmadlagos tisztítás elkerülhető lenne. Kis települések számára már találhatóak technikailag ígéretes megoldások, de nem biztos, hogy az emberek elfogadják ezeket. Meglévő városok infrastruktúrájának módosítása és módosíthatósága azonban még inkább kérdőjelek sokasága. Azt is érdemes megjegyezni, hogy az analitika fejlődésével egyre többféle szennyező anyagot tudunk kis koncentrációban is detektálni a vízben. Ezzel együtt nőnek az aggályaink, szigorodnak az elvárásaink és a határértékek. Nő a tisztítás megkívánt mértéke és vele párhuzamosan a költségek is, új koncepciók megvalósítása pedig nehezebbé válik. Ilyen körülmények között talán egyedül jó demonstrációs projektek vezethetnek előrelépéshez, amelyek átgondoltan nyúlnak hozzá az összefüggő rendszerek módosításához.

*A modern világ rendszerei hurkoltak, a részrendszerek összefüggenek egymással, tehát mindenképpen egységesen kell(ene) kezelni őket. Ez azonban már átnyúlik a társadalomtudományok szférájába is, de mindenképpen odavezet, hogy egy sor más szakterület eredményeit és felfogását kell használni. Ugyanakkor a jelenlegi oktatási és tudományos rendszerek többnyire a 18–19. században kialakított diszciplínák mentén tagolódnak. Hogyan tud kilépni ebből a hurokból a következő mérnök-generációt felkészítő professzor?*

Az oktatás – szintén nagy inerciájú rendszer – illeszkedése bizony nehéz kérdés. Hasonló a helyzet a tudománnyal is. A világ sok országában még mindig elsősorban a diszciplináris eredményeket ismerik el. Elkezd valaki dolgozni egy adott szakmában és 20–30 évet tölt el azzal, hogy egyre mélyebben kutasson. Eközben gyakran elfelejti az átjárót más tudományterületekre és hogy azt hogyan is kellene okosan csinálni. Ez a megállapítás különösen igaz Magyarországra és egyáltalán a közép- és kelet-európai országokra: mi nagyon tradicionálisak vagyunk. A vízhez visszatérve, a fejlettebb országok nálunk 20–30 évvel korábban kezdtek el vízminőséggel foglalkozni. Magyarországon ezt – ahogyan már említettem – az oktatásban igazán csak a 90-es évek elején-közepén vezettük be (leszámítva az ivó- és a szennyvizet, mert azokhoz minőség nélkül nem nagyon lehet közelíteni). Új szakmák jelentek meg: vízkémiát, hidrobiológiát és ökológiát kezdtünk tanítani. De ha a nyugati, elsősorban angolszász egyetemeket nézzük, látható, hogy ott a tantárgyi kínálat, a hallgató érdeklődésének megfelelő választási lehetőség lényegesen szélesebb, mint nálunk. A kredit rendszer bevezetésével Magyarországon is adottak már ennek a technikai feltételei és a professzorokon múlik, hogy mennyire hajlandók élni vele. Természetesen érdekellentétek léphetnek fel azzal, hogy egy tanár más kurzusra küldje át a hallgatóit, hiszen pénzt veszít. Mégis, remélem, hogy kialakul egy egészséges rendszer. A kérdés nagymértékben függ a hallgatók érdeklődésétől és színvonalától is. Ezzel el is jutottunk oda, hogy nem mindegy, mennyire kelendő, mennyire divatos egy szakma, milyen tehetségu fiatalok jelentkeznek és hogyan tudunk velük bánni.

*Magyarországon – politikai okok miatt – a vízmérnöki szakma egy-másfél évtizeden át a bűnbak szerepét töltötte be és ezáltal csökkent a társadalmi presztízse. Most viszont, az infrastruktúra modernizálása révén, talán változóban van ez a felfogás. Valószínűleg felértékelik a vízmérnöki szakmát az 1999–2000-es nagy árvizek is. De végül is választják-e ezeket a szakmákat a fiatalok, mert például a szűkös jelentkezés miatt matematika, fizika szakra egészen csekély pontszámmal fel lehet venni hallgatókat.*

Matematikában pillanatnyilag roppant rossz a helyzet, hiszen esetenként 80–85 ponttal vesznek fel hallgatókat, miközben 120 a maximum. Nehezen hihető, hogy ők el is végzik az egyetemet – ugyan kivételek mindig vannak – és jó matematikusok válnak belőlük. A vízmérnöki szakma óriási traumán ment keresztül, ami többek között abban is jelentkezett, hogy elveszítettük a hallgatóinkat. Öt évvel ezelőtt a tanszéken jellemzően évente három-négy diplomatervezőnk volt. Jó hír tehát, hogy most 25–30-an vannak, de többet nem is tudunk ellátni. Mi hoz hozzánk hallgatókat? Először is a vízzel kapcsolatos összes gond, ami a korábbinál tudatosabban jelentkezik az országban, az árvíz, a belvíz, az aszály, a cianid szennyezés nyomán. Azután itt vannak az EU-csatlakozásból származó követelmények az ivóvízellátás, a szennyvíztisztítás területén, a velük járó óriási költségekkel együtt. Az emberek érzékelik, hogy a vizet sokkal komolyabban kell venni, de azt is látják, hogy az elhelyezkedési lehetőségek egyre jobbak. A másik fontos tényező, hogy az egyetemeken a hallgatókért harc folyik, ki milyen kurzusokat akar felvenni. Tehát „ügyesnek” is kell lenni, de még fontosabb, hogy érdekes és színvonalas kurzusokat tudjunk ajánlani. Ez viszont jó kollégákat igényel. Nekem szerencsém volt: a meglévő színvonalas csapatot néhány kitűnő oktatóval és kutatóval sikerült erősítenem.

*Befejezésül egy személyes kérdés. Ön rengeteg mindent csinál: oktat, kutat, új tanszéket, új kutatócsapatot épít fel, amellet osztályelnök az Akadémián, tanácsadó, könyveket, tanulmányokat ír. Mik a kedvtelése, amikor mindezt ki akarja pihenni?*

Ez talán eddig a legnehezebb kérdés. Olvasni, zenét hallgatni nagyon szeretek, teniszem, sielek, de az elmúlt tíz évben egyre kevesebb időm maradt a családra és a rendszeres kikapcsolódásra. Ez hiba. Viszonylag új családi hobbink ebben a tekintetben sokat segít: a Balaton-felvidéki öreg házunk és a környezet gyönyörűsége egyre több időt „követel”.

*Szokott-e beszélgetni a barátaival?*

Ritkábban és ez megint rossz. Barátaim a régi barátok. Ahogy idősödik az ember, egyre nehezebben tud újakat szerezni, ugyanakkor valahogy a gyökerek nagyon mélyek. Időnként összetalálkozunk, és bár tíz–húsz éve nem láttuk egymást, ugyanott folytatjuk, ahol legutóbb abbahagytuk.

*Szentgyörgyi Zsuzsa*

### Magyarok hozzájárulása az amerikai kultúrához\*

*Congressional Record*, 1975. szeptember 30.

---

*Az USA képviselőháza jegyzőkönyvének tanúsága szerint az 1975. szeptember 30-i ülésen Frank Norton New York-i képviselő megemlékezett a Magyar Tudományos Akadémia megalapításának 150. évfordulójáról. Most, amikor elérkeztünk a 175.-hez, nem érdektelen felidéznünk, hogyan értékelték 25 éve az USA-ban a magyarok hozzájárulását az amerikai szellemi élet fejlődéséhez. A következőkben idézzük a jegyzőkönyv erről szóló részét magyar fordításban.*

---

Dr. Francis S. Wagner, a Kongresszusi Könyvtár munkatársa elkészített egy kitűnő tanulmányt a magyarok hozzájárulásáról az amerikai kultúrához. Képviselőtársaim tájékoztatására és a jegyzőkönyv számára felolvasom Dr. Wagner tanulmányát – mondotta a bevezetőjében F. Norton képviselő.

Széchenyi István gróf és számos más reformer gondolkodó százötven évvel ezelőtt alapította meg a Magyar Tudományos Akadémiát. Számunkra nagyon figyelemreméltó tény az, hogy a Magyar Akadémia első külföldi kapcsolatát nem a már virágzó

kontinentális európai vagy nagy-britanniai társintézményekkel alakította ki, hanem a Benjamin Franklin alapította Philadelphia központú Amerikai Filozófiai Társasággal. Az amerikai demokrácia alapelvei mellett a franklini Philadelphia intellektuális élete tette a legmélyebb benyomást a korabeli magyarok gondolkodására, amint az ékes-szóloán kifejeződik Bölöni Farkas Sándor akadémikusnak az Újvilágban tett rövid utazásáról (1831. szeptember 4. – november 24.) írt népszerű útinaplójában.

Bölöni Farkas amerikai élményeinek hatására egy másik akadémikus, Nagy Károly (1797–1868), a neves csillagászmatematikus és fizikus, szintén az Egyesült Államokba utazott. evelét írt Philadelphiából 1832. december 25-én az Amerikai Filozófiai Társaság elnökének, Peter Duponceau-nak, amelyben kapcsolatfelvételt kezdeményezett az újonnan alapított Magyar Tudományos Akadémia és az Amerikai Filozófiai Társaság között. Duponceau elnök nagyon gyorsan, már másnap reagált Nagy levelére. Így indult meg 1832-ben egy nagyon gyümölcsöző publikációcsera a két intézmény között. Azóta kölcsönösen előnyös kapcsolatok fejlődtek ki az emberi tudás számos területén az Egyesült Államok és Magyarország között. Az eltelt több mint száz év alatt magyar természet- és társadalomtudósok, műszaki szakemberek, valamint művészek generációi járultak hozzá teljesítményükkel az amerikai művelődéshez.

A magyarok hozzájárulásának mértéke a mi intellektuális életünk fejlődéséhez összefügg a korszak amerikai, magyar és világtörténelmi eseményeivel, az általuk keltett bevándorlási hullámokkal. Pulitzer József (1847–1911), a modern újságírás atyja, egyike az első bevándorlóknak. Először katonaként szolgált új hazáját 1865

---

\* Köszönettel tartozunk Filep László főiskolai tanárnak, aki felhívta a figyelmet erre az érdekes anyagra és egyúttal elvállalta a megemlékezés fordítását is. – A szerk.



United States  
of America

# Congressional Record

PROCEEDINGS AND DEBATES OF THE 94<sup>th</sup> CONGRESS, FIRST SESSION

Vol. 121

WASHINGTON, TUESDAY, SEPTEMBER 30, 1975

No. 145

## HUNGARIAN CONTRIBUTIONS TO AMERICAN CULTURE

### HON. FRANK HORTON

OF NEW YORK  
IN THE HOUSE OF REPRESENTATIVES  
Tuesday, September 30, 1975

Mr. HORTON. Mr. Speaker, this year marks the 160th anniversary of the Hungarian Academy of Sciences—an appropriate time for us to review the contributions of Hungarian-born scientists to the advancement of knowledge in America and indeed worldwide.

Dr. Francis S. Wagner of the Library of Congress has prepared an excellent study of Hungarian contributions to American culture. For the benefit of my colleagues, I insert Dr. Wagner's study at this point in the Record:

HUNGARIAN CONTRIBUTIONS TO AMERICAN CULTURE

János Xántus (1825-1894) was one of several thousand to set foot in America after the abortive Hungarian Revolution of 1848-1849. During his stay in America from 1851 to 1864, Xántus rose from obscurity to international fame as a pioneer in the natural history of the United States; he collected and classified 390 zoological and botanical species—mainly vertebrates—entirely new to science. His collections were deposited for the most part in the Smithsonian Institution but a generous portion was housed in the Hungarian National Museum in Budapest. Xántus made a significant contribution to geography as well by his discovery of 89 islands and shoals between America and Australia. He also dealt extensively with some topics of ethnography, including the life and customs of the American Indians. Having returned to his native Hungary, Xántus organized the renowned Budapest Zoological and Botanical Garden and was named its first director.

Following our Civil War, but especially in the last quarter of the 19th century, the rapid advance of American industry and technology exerted a great impact on the men of science everywhere. During this period Benjamin Franklin was gradually replaced in the foreign image by Thomas A. Edison, perhaps the most prolific inventor of our country and the world. In the absence

of these Hungarian-born scientists worked closely with Enrico Fermi and received the highest honors that science and the United States can bestow and they rank among the architects of the atomic age.

In various branches of the technical sciences noticeable results were obtained by many Hungarian-born American scientists and engineers. Theodore von Karman deserves a special place among them for his significant contributions to the theory of aircraft structures and thermodynamics. Von Kármán's influence was felt throughout the world because of his rare capacity for stimulating international scientific cooperation. One of the giants of modern psychology, Hans Beyer (1907- ) was awarded a Rockefeller research fellowship and was for a time associated with Johns Hopkins University. His revolutionary concept of stress opened up entirely new avenues of treatment for many diseases. This list of pre-World War II scientific luminaries can be closed with the name of John G. Kemeny (1926- ), a noted mathematician and president of Dartmouth College.

Following World War II, a large number of Hungarian scientists, engineers and scholars appeared on the American cultural scene. The level of education of these post-war immigrants was extraordinarily high and physicists and chemists featured prominently

június 7.-ig, később pedig, 1895-től New York megválasztott képviselőjeként a kongresszusban.

Xántus János (1825-1894) az elbukott 1848-49-es magyar forradalom után Amerikában telepedő több ezer emigráns egyike volt. Amerikai tartózkodása alatt (1851 és 1864 között) Xántus az ismeretlenségből nemzetközi hírnévre emelkedett, mint az Egyesült Államok természetrajzának egyik első kutatója. Háromszázkilencven ismeretlen növény- és állatfajt – főként gerinceseket – gyűjtött össze és osztályozott. Gyűjteménye nagy részének a Smithsonian Intézet adott otthont, de tekintélyes mennyiség került a Magyar Nemzeti Múzeumba is. Xántus jelentős eredményeket ért el a földrajzban is: nyolcvankilenc szigetét és zátonyt fedezett fel Amerika és Ausztrália között. Sokat foglalkozott néprajzi kérdésekkel, különösen az amerikai indiánok életével és szokásaival. Szülőhazájába visszatérve létrehozta a budapesti Állat- és Növénykertet, amelynek ő lett az első igazgatója.

Polgárháborúnkat követően, de különösen a XIX. század utolsó negyedében, az amerikai ipar és technológia fejlődése világszerte nagy vonzóerőt gyakorolt a

természettudósokra. Ebben az időszakban a külföldieknek Amerikáról alkotott képében Benjamin Franklin szerepét Thomas A. Edison, országunk és a világ talán legtermékenyebb feltalálója, vette át. A távokzlés területén Puskás Tivadar (1844-1893), aki 1866 és 1877 között Edison társa és európai képviselője volt, megalkotta az első telefonközpontot és feltalálta a telefon-hirmondót.

Edison találmányai és más, az alkalmazott tudományokban elért amerikai eredmények lelkesedést váltottak ki az Óvilág sok országában és új távlatokat nyitottak a technikai haladásban, új, technológia-szemléletű kutatási irányok megindítása révén.

A nagy amerikai technikai fejlődés hatására megváltozott a magyar tudományos kutatás szerkezete, amiből viszont az Egyesült Államok is profitált. Zepernovszky Károly (1853-1942), valamint Bláthy Ottó Titusz (1860-1939) és Déry Miksa (1854-1938) megalkották az első transzformátort 1884 és 1886 között, amely lehetővé tette az elektromos áram nagy távolságokra való átvitelét és elosztását. A sikeres feltaláló mérnökök sorának eredményei, kiegészülve Eötvös Loránd (1848-1919) geofizikai

alapkutatásaival, lehetővé tették a színvonalas fizikus- és mérnökképzés kialakulását a magyar egyetemeken. A geofizikus Eötvös Loránd mérési módszereit az amerikai Dicke fejlesztette tovább. Az Eötvös-törvényt Albert Einstein a relativitáselmélet egyik oszlopának nevezte.

A két világháború között a tudomány számos kiemelkedő alakja hagyta el Magyarországot. Egyikük a kémikus Hevesy György (1885–1966) volt, aki Nobel-díjat kapott a hafnium felfedezéséért. Ebben az időszakban jelentős számú magyar fizikus is emigrált az USA-ba. Közülük a legnevesebben voltak: Lánzos Kornél (1893–),\*\* aki évekig Einstein mellett dolgozott, majd a Manhattan Projektben való részvétel révén lett világhírűvé, akárcsak Szilárd Leó (1898–1964); Wigner Jenő (1902–) az 1963-as fizikai Nobel-díj birtokosa; Teller Ede (1908–) a „hidrogénbomba atyja”; valamint Neumann János (1903–1957), a matematika zsenije, aki 1945-ben a Princetoni Institute for Advanced Study-ban elindított elektronikus számítógép projektigazgatója lett. Ezek a magyar származású tudósok szorosan együttműködtek Enrico Fermivel. Kérdemelték tudományuk és az Egyesült Államok legmagasabb elismeréseit. Az atomkor építői között tartjuk számon őket.

Magyar származású tudósok és mérnökök jelentős eredményeket értek el a technikai tudományok számos területén is. Közülük külön hely illeti meg Kármán Tódort a repülőgép-tervezés elméletének és a termodinamikának a továbbfejlesztéséért. Kármán hatása világszerte lehet érzékelhető ritka képességén keresztül, amelyet a nemzetközi tudományos együttműködés ösztönzésében kifejtett.

A modern pszichológia egyik óriása, Selye János (1907–) Rockefeller kutatói ösztöndíjat kapott és egy ideig a Johns Hopkins egyetemen dolgozott. Az általa

\*\* Az 1975. évi megemlékezés idején az említett tudósok közül még sokan éltek, akik azóta sajnos már eltávoztak. Ezért hiányzik születésük után a második dátum. – A szerk.

bevezetett stressz fogalma új távlatokat nyitott számos betegség gyógyításában. Zárjuk a II. világháború előtti tudós nagyságok sorát Kemény Jánossal (1926–), a neves matematikussal és a Dartmouth College elnökével.

A II. világháború után nagyszámú magyar tudós és művész tűnt fel az amerikai kultúra színterén. A háború utáni bevándorlók képzettsége rendkívül magas színvonalú volt, különösen a fizikusoké és a kémikusoké. Az 1937. évi orvosi és fiziológiai Nobel-díj nyertese, Szent-Györgyi Albert (1893–) 1947-ben emigrált az USA-ba, és a massachusettsi Woods Hole-ban levő Izomkutató és Tengerbiológiai Kutatóintézet igazgatója lett.

A fizikus Békésy György (1899–1972) orvosi Nobel-díjban részesült 1961-ben az emberi belső fül stimulációs mechanizmusa kutatásában elért eredményeiért. Az 1971-es fizikai Nobel-díj nyertesének, Gábor Dénesnek (1900–) legfontosabb publikáció között találjuk a holográfiáról írottakat.

Az 1956-os magyar forradalom bukása magyar értelmiségiek valódi exodusát eredményezte. Legalább 1500 egyetemi vagy főiskolai végzettségű menekült érkezett az USA-ba. Közöttük számos neves társadalom- és természettudós, mérnök, orvos és művész volt található. Néhány évvel ezelőtt az Amerikai és a Magyar Tudományos Akadémia egyezményt kötött, amelynek keretében lehetőség nyílt tudóscserére a két ország között.

Az amerikai kulturális élet magyar hozzájárulásáról szóló rövid áttekintés nem lehetne teljes, ha nem említenénk meg néhány más területet is. Breuer Marcell (1902–) Magyarországról való távozása után korunk egyik legismertebb építésze lett. A humán tudományokban szintén sok neves magyar származású tudós működik, mint Alföldi András (1895–), aki sokáig a Princetoni Institute for Advanced Study munkatársa volt, és a római régészet világszerte elismert szakértője. Liszt Ferenc (1811–1886) régóta az egyik legnépszerűbb zeneszerző Amerikában. A 20. század nemzetközileg elismert zeneszerzői, Bartók Béla (1881–1945), Dohnányi Ernő (1877–1960) és Kodály Zoltán (1882–1967) tovább

gazdagították zenei életünket oktatói és zenészi képességeikkel.

Napjainkban igen sok magyar tevékenykedik az amerikai kulturális és intellektuális életben. Hozzájárulásuk kultúránkhoz és civilizációnkhoz kiemelkedő

jelentőségű 1832-től kezdve, amikor a Magyar Akadémia első külföldi csereprogramját kezdeményezte az Amerikai Filozófiai Társasággal.

Fordította: *Filep László*

## Tisztelt Olvasó!

A Magyar Tudományos Akadémia központi folyóirata, a **MAGYAR TUDOMÁNY** az új évezredben is bemutatja a tudomány helyzetét, legújabb eredményeit, közli a tudományos vitákat, véleményeket.

### Kérjük a 2001. évre is fizesse elő a folyóiratot!

A költségek emelkedését sajnós a fogyasztói árral is kénytelenek vagyunk követni, ezért a **MAGYAR TUDOMÁNY** ára 2001. januártól havi 336,- Ft-ra változik.

Az éves előfizetői díj 4032,- Ft.

#### **Előfizethető:**

A FOK-TA Bt. címén (1134 Budapest, Gidófalvy L. u. 21.)  
a mellékelt csekk befizetésével,

a Posta hírlapüzleteiben,

az MP Rt. Hírlapelőfizetési és Elektronikus Posta  
Igazgatóságánál, 1846 Budapest, Pf. 863.

### Burger Kálmán 1929–2000

---



2000. június 28. Családtagok, rokonok, kollégák, munkatársak, tanítványok és barátok csendben várják a búcsúztatás kezdetét. Ebben a szomorú csendben végig-pereg előttem 51 év számos emléke, olyan emlékek, amelyek Burger Kálmánhoz kapcsolódnak, Burger Kálmánhoz a tanítványhoz, a kollégához, a professzortársához, az akadémiai rangú tudóshoz és nem utolsósorban a barátához.

Az 1949. őszén kezdődött szemeszterben az első éves gyógyszerészhallgatók között, akiknek laboratóriumi gyakorlatát, mint kezdő tanársegéd vezettem, dolgozott egy mozgékony fiatalember, aki már az első hónapokban kitűnt évfolyamtársai közül ér-deklódásával, lényegyet megragadó kérdéseivel és kritikus szellemével. Ez a fiatalember Burger Kálmán volt, akit már harmadéves korában, 1951-ben, demonstratórként magához vett *Schulek*

*Elemér* professzor, az ELTE Szervetlen és Analitikai Kémia tanszékének vezetője. Így letűnt kollégák 32 éven keresztül, addig, ameddig – a JATE rektorának meghívására – 1983-ban – át nem vette a szegedi Szervetlen és Analitikai Kémia tanszék vezetését.

A Schulek-intézetben a negyvenes évek végén és az ötvenes évek elején a fő kutatási terület a halogénkémian alapuló analitikai kémiai módszerek kidolgozása és a hozzájuk kapcsolódó szervetlen kémiai problémák tisztázása volt. Burger Kálmán is ezekbe a kutatásokba kapcsolódott be. Elsősorban az interhalogének (BrCl, ICl, IBr) analitikai kémia alkalmazásának lehetőségeit és ezen vegyületek halogenid- komplexeit tanulmányozta. Ez utóbbi témakör irányította a figyelmét a komplex- (koordinációs) kémia alaposabb megismerése felé, és ennek a tudományágnak vált, az elkövetkezendő évtizedek során, nemzetközileg is elismert művelőjévé. Már munkássága korai éveiben (1954–62) megmutatkozott jó kémiai érzeke és intuitív gondolkodásmódja. Még most is jól emlékszem, a szombat délelőtti tanszéki szemináriumokon tartott, világosan felépített, mindig új és előremutató gondolatokkal teli előadásaira.

Érdeklődése később a halogénkémia területéről a szerves reagensek analitikai kémiai alkalmazása felé fordult, és egy cikksorozatban, majd egy könyvben számolt be ezen a területen végzett kutatási eredményeiről. Őt azonban nemcsak a problémakör analitikai kémia alkalmazása, hanem annak koordinációs kémiai vonatkozásai is egyre jobban érdekelték. 1963-tól jelentek meg olyan munkái, amelyek a különböző átmeneti fémkomplexek egyensúlyi viszonyaival, szerkezeti felépítésével és termikus viselkedésével foglalkoztak. A további években cikksorozatot közöl a egyes ligandumú komplexekről, majd 1974-től az

oldószereknek a komplexegyensúlyokra gyakorolt hatásáról. Ez utóbbi témakörrel könyvet is írt, amelyet magyar, angol és orosz nyelven adtak ki.

Kissé visszaugorva az időben ma már megállapítható, hogy az 1964-es év igen jelentősen bizonyult további tudományos tevékenysége szempontjából. A Bécsben rendezett Nemzetközi Koordinációs Kémiai Konferencián (ICCC) néhány előadás hangzott el, a kémikusok által akkor még kevéssé ismert módszer, a Mössbauer-spektroszkópia koordinációs kémiai alkalmazásáról: Burger Kálmán azonnal meglátta ebben a módszerben rejlő, még kiaknázatlan lehetőségeket, és a konferenciáról hazatérve *Korecz Lászlóval*, majd *Vértes Attilával* együttműködve elindította a hazai kutatásokat. Ennek a módszernek a sokoldalú alkalmazása egész tudományos pályafutása során érdeklődésének középpontjában maradt. Mössbauer-spektroszkópiái munkái közül külön kiemelendőnek tartom a kapilláris Mössbauer-spektroszkópia módszerét, amelyet Vértes Attilával együtt dolgozott ki. Ennek a módszernek a segítségével ugyanis lehetővé vált oldatok vizsgálata is, és ezáltal a Mössbauer-spektroszkópia alkalmazási lehetőségei jelentősen kibővültek. Burger Kálmán a röntgen fotoelektron-spektroszkópiának (ESCA) a koordinációs kémia alkalmazása területén is maradandót alkotott, mivel *E. Fluck* stuttgarti professzorral közösen dolgozták ki a gyorsfagyasztott oldatok ESCA vizsgálatát (1973) és alkalmazták azt szolvatációs folyamatok jellemzésére.

Amikor 1983-ban új munkahelyére került, érdeklődése jelentős mértékben a biokoordinációs kémiai problémák felé fordult. Új munkatársaival elsősorban az átmeneti fémek cukortípusú ligandumokkal alkotott komplexek egyensúlyi viszonyait és szerkezetét vizsgálta, továbbá számos fémion (elsősorban a cinkion) bioligandumokkal alkotott komplexek koordinációs vegyületeit tanulmányozta. Ezen az utóbbi területen végzett munkássága hozzájárult, a ma már önálló tudományágnak számító gyógyászati szervetlen kémia (medicinal inorganic chemistry) fejlődéséhez. A koordinációs vegyületek biológiai rendszerekben betöltött szerepéről 1990-ben szerkesztésében többszerzős könyv jelent meg *Biocoordination Chemistry. Coordination Equilibria in Biologically Active Systems* címmel.

Közel fél évszázados pályafutása során két munkahelyen dolgozott, és mindkét helyen tudományos iskolát teremtett. Tanítványai közül sokan ma már a hazai és a nemzetközi tudományos élet ismert személyiségei és egyetemi tanszékek vezetői, vagy vezető oktatói. Ők azok, akik továbbviszik és új gondolatokkal gazdagítják a tudomány azon területeit, amelyeknek kapuit Burger Kálmán nyitotta meg számukra.

A komplexegyensúlyok vizsgálata és számítása terén sokat tanult a Stockholmi Egyetemen (1962), vendégprofesszorként dolgozott a Stuttgarti Egyetemen (1973), az East Angliai Egyetemen (1977), továbbá egy szemesztert oktatott a Princetoni Egyetemen (1981). Igen sok meghívást kapott konferenciákra, előadások és szemináriumok tartására és ezek kapcsán eljutott Európa legtöbb országába, továbbá az Amerikai Egyesült Államokba, Japánba, Dél Koreába, Izraelbe és Ausztráliába. Ezeket az utakat arra is kihasználta, hogy lehetőséget szerezzen munkatársainak hosszabb-rövidebb tanulmányútra, amelyek során azok új módszereket sajátíthattak el és különböző munkatársokkal ismerkedhettek meg.

Burger Kálmán a hazai egyetemi oktatás területén is kimagaslót alkotott. Egyetemi előadásai felölelték az analitikai kémia minden területét, továbbá a szervetlen kémiát és a koordinációs kémiát. Tankönyvei – elsősorban A mennyiségi analízis alapjai: kémiai és műszeres elemzés, amelynek legújabb kiadása a közelmúltban jelent meg – még sokáig hasznos és értékes segítői lesznek az egyetemi hallgatóknak.

Tudományos-szakmai tevékenysége is igen sokrétű volt. Aktív szerepet játszott a Magyar Tudományos Akadémia és az Oktatási Minisztérium különböző bizottságaiban, az Országos Akkreditációs Bizottságban és a Gyógyyszerész-tudományi Társaságban. Néhány évig a JATE-n rektorhelyettesi teendőket látott el.

Burger Kálmánt 1990-ben az MTA levelező tagjává, majd 3 évvel később rendes tagjává választották és az elkövetkező évek során igen komoly feladatokkal bízták meg. Többek között ő látta el a Kémiai Osztály Doktori Bizottságának elnöki teendőit; ez a tisztség szé-

les körü szakmai felkészültséget, alapos kritikai érzéket és nem utolsósorban ember- és helyzetismeretet is megkívánt. Mint gyógyszerészi diplomával rendelkező akadémiai tag, a Kémiai Osztály ülésein képviselte és igyekezett elismertetni a gyógyszerészi tudományok területén elért kutatási és fejlesztési eredményeket. Tudományos munkásságának és nemzetközi elismert-ségének köszönhetően 1994-ben a nemzetközi tagságú Accademia Peloritana dei Pericolanti levelező tagjai közé választotta. Itthon sokrétű és igen eredményes munkássága elismeréseként számos kitüntetést kapott, köztük 1995-ben Széchenyi-díjat.

Közel hetvenedik évéhez, amikor még mindig fiatalos lelkesedéssel végezte oktatói, kutatói és tudományszervezői munkáját, hirtelen tört rá a betegség, de erős szervezete az első rohammal megbirkózott és hetvenedik születésnapját 1999 novemberében tudományos ülessel és baráti köszöntésekkel tudtuk megünnepelni. Néhány hónap múlva azonban már aggasztó hírek jutottak el hozzánk és 2000. június 8-án a hazai és a nemzetközi tudományos kémia és a hazai felsőoktatás kimagasló személyisége eltávozott közülünk.

Burger Kálmán gazdag örökséget hagyott maga után: a Vele együtt felnövő generáció végigkísérhette a tudomány fejlődésével mindig lépést tartó pályafutását és emlékezhet a Vele való beszélgetésekre és a tartalmas vitákra, a fiatalabb generáció tőle kapta a tudomány szeretetét és a lelkesedést, tanítványai pedig azt az „útravalót”, hogy igazán jelentős eredményeket csak egymás munkájának és törekvéseinek megbecsülésével és megértésével érhetünk el.

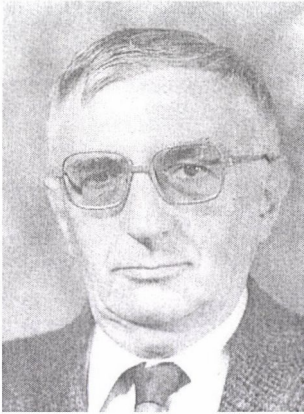
*Kőrös Endre*

## Petrányi Gyula

### 1912–2000

Petrányi Gyula 1912. június 24-én született. Iskoláit Budapesten végezte, a Pázmány Péter Tudományegyetem Orvosi Karán 1936-ban szerzett diplomát. Egyetemi éve alatt az Élettani Intézetben Farkas Géza professzor mellett dolgozott. A diploma megszerzése után az egyetem I. Belklinikájára került, ahol Herzog Ferenc és Rusznyák István professzorok munkatársaként 1950-ig dolgozott. 1940-ben belgyógyászatból, 1946-ban a természetes gyógymódokból tett szakvizsgát. 1948-ban a vérkeringés tárgykörében végzett munkássága alapján a Pázmány Péter Tudományegyetem habilitált magántanára lett. Tudományos és gyógyító munkája mellett rendszeresen részt vett az orvosképzésben, tantermi előadásokat tartott. Az akkori évek tankönyvhiányára felfigyelve Magyar Imrével közösen írta meg a Belgyógyászat alapvonalai című tankönyvet, amely az 1948. évi első kiadásától korszerűsített átdolgozással 1987-ig 13 kiadásban jelent meg. A könyv méltán aratott páratlan sikert, és az országhatáron túli orvosokhoz is eljutott.

1950-ben egyetemi tanárrá nevezték ki és megbízták a Debreceni Orvostudományi Egyetem akkor alakult II. sz. Belklinikájának vezetésével, ahol újító eredményeket ért el a belgyógyászati propedeutika oktatásában. Szerkesztője és szerzője a tankönyvül szolgáló Belgyógyászati propedeutika című könyvnek, amely 1987-ig hét átdolgozott kiadásban



jelent meg. Klinikavezetői munkássága alatt mindvégig törekedett az új gyógyító módszerek és eljárások gyakorlati bevezetésére. Magyarországon elsőként alakított ki a Debreceni Orvostudományi Egyetem Belklinikáján belgyógyászati intenzív osztályt, izotópdiaosztikai és terápiás laboratóriumot, a klinikai telepet kiszolgáló központi laboratóriumot, művese-állomást, endoszkópos laboratóriumot és kromoszóma-laboratóriumot.

1953-ban a Debreceni Orvostudományi Egyetem dékánja, 1967-től az I. sz. Belklinika igazgatója, 1971–1974 között klinikai rektorhelyettes volt. Megalakulásától elnöke volt a Debreceni Orvostudományi Egyetem Etikai Bizottságának.

Tudományos munkássága elismeréseként 1953-ban a TMB megalakulásakor kandidátusi fokozatot kapott, 1964-ben az autoimmun betegségekről szóló disszertációjával az orvostudományok doktora minősítést szerezte meg.

Az Akadémia 1973-ban választotta levelező tagjává, székfoglaló előadását Autoimmun betegségek hatásának elméleti és klinikai vonatkozásai címmel tartotta meg. 1982-ben az Akadémia rendes tagjává választották.

1974-ben a Semmelweis Orvostudományi Egyetem II. sz. Belklinikája és az Országos Belgyógyászati Intézet igazgatójának nevezték ki. Az ETT plénumának éveken át tagja, majd Budapestre visszakérülése után elnöke volt. Alapító, majd vezetőségi tagja volt több magyar tudományos társaságnak. A Magyar Belorvosi Archivum alapító titkára, az Orvosi Hetilap, az Acta Medica Hungarica és az European Journal of Immunology szerkesztőbizottsági tagja volt.

Népes és hírnévben is jeles orvosi iskolát nevelt: munkatársai közül több mint 20 kandidátus, több doktor, egyetemi tanár, illetve akadémikus lett. Tudományos kutatási munkáiról több mint 150 közleményben számolt be, a két népszerű belgyógyászati tankönyvön kívül több monográfiája és könyvfejezete jelent meg. Munkássága elismerését kitüntetései is jelzik: 1948-ban Kiváló (él)munkás, 1975-ben Semmelweis emlékgyűrű, 1978-ban Kiváló orvos, 1982-ben Szocialista Hazáért Érdemrend, 1984-ben a Debreceni Orvostudományi Egyetem díszdoktora, 1989-ben Markusovszky Emlékérem, 1992-ben Népjeléti Minisztérium díszoklevél. 1993-ban Semmelweis jutalomdíj és emlékérem, 1995-ben Széchenyi-díj, 1997-ben pedig a Semmelweis Orvostudományi Egyetemről Professzor emeritus címet kapott.

Nyugdíjazása után a társasági szereplésektől fokozatosan visszavonult, de akadémiai munkája mellett tudományos tanácsadóként a Semmelweis Orvostudományi Egyetem II. Belklinikáján haláláig aktív tevékenységet folytatott.

*Tulassay Zsolt*

## Az évszázad (félreértett) embere

---

Albert Einsteint választotta – ezúttal szokásától eltérően nem az év, hanem – az évszázad emberének a Time című Egyesült Államok-beli magazin, azon kevés nyomtatott sajtótermékek egyike, amelyeknek hatása vetekedik a televízióéval. A lap indokolása szerint évszázadunk a tudomány és a technika minden korábrinál nagyobb fejlődésével írta be magát a történelem annaleseibe, és a legnagyobb hatással erre a tudományos-technikai fejlődésre, az atom és a világegyetem megismerésére „a német-amerikai fizikus” (hogy pontosak legyünk: német születésű, svájci-amerikai állampolgárként elhunyt) volt.

Az, hogy Einstein zseniális tudós volt, olyan közhely és olyan vitathatatlan, hogy szinte szégyen leírni. Óriási hatása volt sok tudósra – de ezen túl a nem szakemberek millióira is. Ennek a hatásnak két oka is volt – talán nem fontossági sorrendben: közéleti szereplése, nyilatkozatai, tisztségvállalásai a pacifista, a cionista mozgalomban, másrészt relativitáselmélete volt az, aminek valóban része volt századunk közgondolkodásának átformálásában.

Csakhogy a relativitáselméletet – a szakembereken, fizikusokon kívül – szinte mindenki félreértette, és így érte el nagy hatását.

Voltak, persze, akik nem értették meg a relativitáselmélet jelentőségét, és voltak, akik tagadták (kisebb részben tudományos, túlnyomórészt „faji” okokból) az elméletet. Az előbbiekk sorába tartozott a Svéd Királyi Akadémia, amely nem a relativitáselméletért ítélte oda Einsteinnak 1922-ben az előző évben ki nem adott fizikai Nobel-díjat.

Nagy hatása az emberek tömegére egy félreértésből adódik: a relativitáselméletet filozófiai elméletnek gondolták, míg maga Einstein mindig tiltakozott az ellen, hogy ő filozófus volna. Egyébként az elméletnek az elnevezése sem Einsteintól származik: Max Planck (a fizikai Nobel-díj kitüntetésétje 1919-ben) adta neki, és Einstein már 1921-ben azt írta egy barátjának: „A 'relativitáselmélet' elnevezésről belátom, hogy szerencsétlen és alkalmat adott filozófiai félreértelmzésekre”. A canterbury érseknek pedig azt mondta: „A relativitás tisztán tudományos kérdés, semmi köze a valláshoz”. Mégis, ő maga is így magyarázta – valószínűleg tréfásan – titkárnőjének, hogy mi a relativitás: „Egy óra a parkpadon egy csinos lány társaságában egy pillanat alatt elszáll, de egy pillanatig ülni a forró kályhán egy órának tűnik”. A titkárnő pedig, aki nem volt fizikus, továbbadta a „magyarázatot” az újságíróknak és más laikusoknak...

A másik ok, amiért Einstein nevét összekapcsolják a 20. század tudományának és technikájának fejlődésével, az atombomba megalkotásával függ össze (amiből azért szerencsére kinőtt az atomenergia békés használata is). Sokszor megírták és elmondták, hogy az atomenergia felszabadítására irányuló munka annak a levélnek a hatására indult meg, amelyet Einstein írt F. D. Roosevelt amerikai elnöknek 1939. augusztus 2-i keltezéssel. Azt már jó ideje tisztázták, hogy ezt Einstein két magyar fizikus: a későbbi Nobel-díjas *Wigner Jenő*, de főleg *Szilárd Leó* rábeszélésére írta – pontosabban a vele való megbeszélés alapján Szilárd írta, és Einstein csak aláírta. De amikor elkészültek az első atombombák (pontosabban físzsós, hasadóanyag-bombák), már távol volt az egésztől, és pár nappal

Hirosimára és Nagaszakira történt ledobásuk után sietett azt nyilatkozni a The New York Times-nak (1945. augusztus 12.): „Én nem dolgoztam az atombombán. Egyáltalán nem dolgoztam rajta.” Nem sokkal később pedig, az Atlantic Monthly című folyóirat 1945. novemberi számában megjelent „Atomic War or Peace” (Atomháború vagy béke) című cikkében így írt: „Nem tartom magam az atomenergia-felhasználás atyjának. Tulajdonképpen nem láttam előre, hogy az én koromban felhasználható lesz. Én csak abban hittem, hogy elméletileg lehetséges.” Azt is leszögezte: „Nem szabad elfelejteni, hogy az atombombát ebben az országban védekezésésként hozták létre, annak elhárítására, hogy a németek használják fel, ha felfedezik.” Végül még élesebben megfogalmazva szerepét az atombomba elkészültében, ezt írta a kétszeres (kémiai és béke-) Nobel-díjas *Linus Pauling*nak: „Egy hibát követtem el életemben – amikor aláírtam azt a levelet Roosevelt elnök úrhoz, támogatva, hogy az atombombát meg kell csinálni. De talán meg lehet ezt bocsátani nekem, hiszen mindannyian úgy éreztük, hogy a németek nagy valószínűséggel ezen a problémán dolgoznak, sikerülhet nekik, és felhasználhatják az atombombát, hogy ők legyenek a felsőbbrendű faj.”

(Az idézetek mind az *Idézetek Einsteinól* című, magyarul is megjelent könyvből származnak, amelyet *Alice Calaprice* szerkesztett, aki a Princeton University Pressnél Einstein összegyűjtött műveinek kiadását szerkeszti.)

Az bizonyos, hogy Einstein a 20. század egyik legfontosabb, legnagyobb hatású embere volt. Zsenialitását nem lehet kétségbe vonni. Mégis, talán szabad megjegyezni valamit. Abban, hogy a 20. század vége felé hogyan gondolkodunk, hogyan látjuk a világot, és hogyan élünk, vagyis hogy ki „az évszázad embere”, Einsteinel többen is osztozhatnak. Az egyik *Sigmund Freud*, a pszichoanalízis – sokat kritizált és mára alkotóan továbbfejlesztett – elméletének és gyakorlatának megalkotója. Nem véletlen, hogy Einstein és Freud ismerték és elismerték egymást, és levelezésük könyvben is megjelent.

A Nobel-díjas *Wigner Jenő*, aki sok tudóst ismert, köztük Einsteint is, többször nyilvánosan elmondta – s e sorok írójának is, amikor első hazalátogatása alkalmával interjút készített vele –, hogy ő *egyetlen* zsenit ismert: *Neumann Jánost*. És minden sovinizmus nélkül elismerhetjük – hiszen Neumann is élete túlnyomó részét külföldön töltötte –, hogy a 20. század legnagyobb változását ő alapozta meg elméletileg és gyakorlatilag is megkezdte, csak korai halála akadályozta meg abban, hogy ő irányítsa tovább. A számítógépekről van szó, a tárolt program elméletéről. Az első, még a második világháború alatt katonai célokra épített (még elektroncsöves) számítógépet ENIAC-nac nevezték – a másodikat a szakemberek (Mivel Neumannt Johnny-nak becézték) JOHNNYAC-nak.

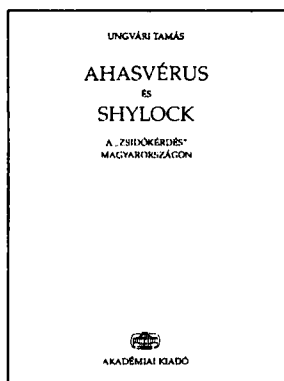
A számítástechnika, az informatika, a személyi számítógépeken át az internetig – mindez (hogy egy, az orosz irodalomból vett híres szólást variáljunk) „Neumann köpenyéből bújt ki”.

Különös, hogy ez már annyira feledésbe merült, hogy nem Neumann lett „az évszázad embere”. De lehet, hogy ő lesz a 21. századé, amelyben ma még beláthatatlan virágba borul az ő vetése.

*Pető Gábor Pál*

## HÁROM KÖNYV EGY TÉMÁRÓL

Megközelítőleg egy időben jelent meg a múlt év végén *Ungvári Tamás* Ahasvérus és Shylock, *Csiki Tamás* Városi zsidóság Északkelet- és Kelet-Magyarországon című műve, valamint a Magyar megfontolások a Soáról című kiadvány. Mindhárom ugyanarról szól, de más módon és megközelítésben. A hazai zsidó történelem jelenik meg bennük, a több évszázados együttélés derűs és keserű időszakai, eseményei.



*Ungvári Tamás* az Akadémiai Kiadónál napvilágot látott monografikus munkája már alcímében – A „zsidókérdés” Magyarországon – magában hordozza a vállalkozás nagyságát. Könyvtárakat írtak már a magyar zsidóságról, mi újat adhat ez a testes könyv korunk érdeklődő olvasójának? Elovlasása után úgy érezzük: nem is keveset. Az egyes fejezetek elméleti alapot nyújtanak a problémakör európai történetéhez és elemzést a befogadó társadalmak eltérő magatartásának okairól. Ez csak bevezető a magyar-zsidó történelem bemutatásához. Rengeteg adat és név sorakozik a lapokon, a fejezeteket követő jegyzetek pontosan dokumentálják a szerző imponáló felkészültségét.

*Esemény- és eszmetörténeti, szociológiai, művelődés- és irodalomtörténeti oldalról* vizsgálja Ungvári Tamás a magyar történelem utolsó két évszázadát. Detektívként indul a címben említett két zsidó típus, Ahasvérus, az örökké bolyongó és Shylock, az uzsorás nyomába. E két alak mintegy jelképezi a zsidókkal szemben táplált előítéleteket. Ez a nyomozás feltárja az elméleteket éppúgy, mint a befogadás és a kirekesztés váltakozását.

A reformkor a magyarosodás igényét hozta zsidók és magyarok részéről egyaránt. Kedvezett ennek a felvilágosodás zsidószemlélete, valamint a magyar zsidóságnak a szabadságharcban való lelkes részvétele. (Ez utóbbiról a könyv nagyon keveset ír!) Kiegészítési törvényünk utolsó paragrafusa megadja az 1849-ben, a forradalom végén egyszer már elnyert egyenjogúságot. Sok példával mutatja be szerző ennek előnyeit a fejlődés, a társadalmi beilleszkedés tekintetében. Persze olvashatunk a hamar megjelenő politikai antiszemizmusról is, amelynek a békebeli Magyarországon nem volt igazán talaja.

Sajnos a vesztt háború, a forradalmak és Trianon elindítják a bűnbakkeresést. Itt bontakozik ki igazán az irodalmi vonulat, a szerző filológiai alaposággal taglalja a kor kulturális és sajtóviszonyait, az egyes személyek és csoportok állásfoglalását. Úgy tűnik, csődöt mondott az asszimiláció, elszabadultak a szenvedélyek. Szabó Dezső munkásságának árnyalt bemutatása különösen jól sikerült. Regénytkörben jelenik meg a zsidókérdés, de olvashatunk Szekfű liberalizmuselméletéről is. Hosszan foglalkozik Németh Lászlóval, és természetesen a politikusok is megszólalnak (Zsilinszky, Teleki Pál, Gömbös Gyula). Jelentős helyet kapnak a legilletékesebbek, a zsidó írók is.

Különösen érdekes az irodalomtámogatás és a mecénások bemutatása.

Hatvany Lajos bőkezűsége a népi irodalom irányában párosul Fenyő Miksa százpengőjével, amelyet Erdélyi Józsefnek küldött a Solymosi Eszter vére című, a tiszzaeszlári várdátat felelevenítő versének a nyilas Virradatban való megjelenésekor. Jóval kevesebbet ír a szerző az üldöztetés időszakáról. Valószínűleg azért, mert a háttérbe szorított zsidó irodalom a háború éveiben elhalkult, befelé fordult, a zsidók saját problémáikkal – akadt bőven – foglalkoztak.

Szinte teljesen hiányzik az 1945 utáni időszak ábrázolása. Néhány aktualizáló célzás és a jelenlegi, a sajtóban megjelenő álláspontok ütköztetése fejezi be a kötetet, amelynek alcímében az 1822–1938 évszám nyújthatna pontos kormeghatározást.

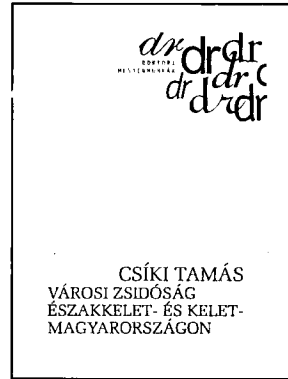
Ungvári Tamás tárgyi tudását élvezetes, olvasmányos stílusában adja át az olvasónak. Nem csak elméleti alapvetést, hanem sokalakos tablót vázol fel, közelebb juttatva az olvasót egy kérdéskörnek, ha nem is a megoldásához, de a megértéséhez.

\*\*

Csiki Tamás könyve egész más jellegű. Nem pályázik irodalmi babérokra, bár adatgazdagsága és alaposága hasonlóságot mutat Ungvári Tamás munkájával. A fiatal kutató szerencsésen ötvözi a gazdasági szemléletet a helytörténeti vonatkozásokkal.

Kötelete a történelmi Magyarország északkeleti és keleti városai: Miskolc, Kassa, Nagyvárad, Szatmárnémeti és Sátorajújhely zsidóságának 19. és 20. századi gazdasági helyzetét és társadalmi fejlődését vizsgálja. Összefüggéseket keres és talál a betelepülés körülményei, a tökefelhalmozás üteme és formái, a felekezeti demográfiai mutatói, urbanizációs szintje, kulturális állapota, az emancipáció, majd az etnikai társadalmi asszimiláció menete, a különböző irányzatok (ortodox, neológ, chaszid) súlya, továbbá a zsidók gazdasági szerepe és társadalmi struktúrája között. Sorra veszi településenként a foglalkozási ágakat, kereskedelmi formákat – különös tekintettel a bankéletre – a társadalmi mobilitás csatornáit és lehetőségeit. Párhuzamosságokat és különbségeket mutat ki az egyes városok vonatkozásában.

Magyar sajátosság, hogy a zsidók eleinte nem a városokban, hanem a földesurak oltalma alatt telepedtek meg. Királyi városokban kevés zsidó lakott, a bányavárosokba egyáltalán nem engedték be őket. Csak a 19. század közepén jelentek meg itt nagyobb számban. Nagyvárad későbbi Váralja kerülete eleinte külön „zsidó város” volt. Gyors a magyarosodás folyamata. Az elcsatolt Kassán 1938-ra megemelkedett a magyar, és csökkent a szlovák anyanyelvűek aránya a zsidók között. Jól követhető a földszerzés, sok a zsidó bérlő.



Helytörténeti értékű a második fejezet: A zsidóság betelepülésének és gazdasági térfoglalásának sajátosságai 1867-ig. Olyan érdekességeket tudunk meg belőle, hogy Miskolcon a görög kereskedőket váltották fel, Nagyváradra kedvezményekkel csábították őket, míg Kassán lehetőleg akadályozták megtelepedésüket. Ipartörténeti jelleget kölcsönöz a kötetnek a zsidó befektetők és gyárosok felsorolása, a zsidó kisipar taglalása.

A vesztett háború, a Tanácsköztársaság majd Trianon nem használt a régió gazdasági életének, így a zsidóságnak sem, noha Nagyvárad jól felhasználta a román államterület gazdasági lehetőségeit. Később Kassa kereskedelmi centrum volta is erősödik. Csiki Tamás a befejezésben összegzi a kötet adatokkal, táblázatokkal szemléltetett mondanivalóját. A rendszeres összehasonlítás, ami a kvantitatív-statisztikai elemzések és a tipizáló-illusztratív módszer ötvözésével egészül ki, arra a következtetésre jut, hogy más-más táji-ökonómiai

feltételek között a zsidóság gazdasági és társadalmi integrációjának, illetve rétegződésének a legkülönbözőbb árnyalatai érvényesültek és módosultak aránylag rövid idő alatt, és ennek alapján eltérő urbanizációs-polgárosodási modellek alakultak ki.

A Miskolci Egyetem és az Osiris Kiadó gondozásában megjelent kötet bő jegyzetanyaga nagyban növeli tudományos értékét.

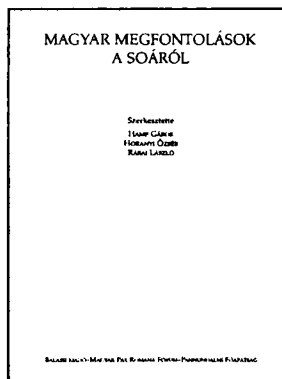
\*\*

1998 novemberében Pannonhalmán tudományos konferenciát rendeztek, amelynek témája az Emlékezünk: megfontolások a Soáról című szentszéki dokumentum alapján a zsidóság második világháborús története magyar vonatkozásainak feltárása volt. Egy évre rá a Balassi Kiadó, a magyar Pax Romana Fórum és Pannonhalmi Főapátság közösen megjelentette a tanácskozási anyagát. A Magyar megfontolások a Soáról című kötetet *Hamp Gábor*, *Horányi Ózseb* és *Rábai László* szerkesztette. Felépítése nem követte teljes egészében a konferencián elhangzottakat, felvettek későbbi írásokat is.

Az első részben bemutatják a vatikáni dokumentumot; a második rész történelmi szempontból vizsgálja a hazai zsidóság helyzetét; a harmadik rész a Soá teológiai problémáit érinti; a negyedikben a párbeszéd és a megértő türelem különféle dimenzióival foglalkozó írások találhatók.

A második részben tíz írásban a zsidók magyarországi történetével foglalkoznak a szerzők. *Haraszi György* a 18. századig tekinti át a témát, sok adatot említve. *Gerő András* a zsidók magyarosodását, *Tökéczki László* a dualizmus zsidókérdését kutatja, *Ferenczi László* a problémákra adottcionista választ. *Gergely Jenő* a katolikus püspöki kar magatartását vizsgálja a vész-korszakban. *Karsai László* a lakosság magatartását elemzi, *Molnár Judit* magáról a deportálásról írt. *Karády Viktor* a környező országokra ad kitekintést, *Csepeli György* szintén közép- és kelet-európai összefüggésben ír a Magyarországon történetekről. Bűnbánat és megbocsátás-teológiai együttműködés, a párbeszéd kérdései jelennek meg az egyházi férfiak (*Schweitzer József*, *Békés Gellért* és mások)

megnyilatkozásaiban. A megindult párbeszéd mindennapjai szólnak hozzánk a Megörökölt türelem című fejezetben. *Schöner Alfréd* emelkedett gondolatai a szörnyű múltra utalnak, *Tamás Bertalan* a párbeszéd jelen állását rögzíti, *Szita Szabolcs* az oktatás fontosságára mutat rá, és a Budapesten működő Holocaust Dokumentációs Központ tevékenységéről szól.



Elméleti sikon az előítéletek pszichológiai és pszichoanalitikus szempontjainak megismerése segítség lehet a leküzdésükben. *Virág Teréz* a túlélők gyógyításáról beszél, *Fejtő Ferenc* és *Erdélyi Ágnes* a tolerancia esélyeiről. *Lengyel László* a vegyes civilizációról, az elitek versengéséről közöl gondolatokat a Holocaust szörnyű némasága hátterével.

Függelékben olvashatók a konferencián elhangzott üdvözlő beszédek, a pannonhalmi főpát, *Várszegi Asztrik* hangsúlyos szavai a testvériség egyedül lehetséges útjáról, valamint a szentszéki dokumentum sajtóvisszhangjából összeállított változás, végül névmutató zárja a könyvet.

Nagy erénye a kötetnek a nyílt szókimondás, az álláspontok ütköztetése. Ez és a benne foglalt adatok szinte nélkülözhetetlenné teszik a tárgyban eligazodni akaró olvasó számára is.

Az ismertett három mű más-más szeletét emeli ki az oly sokat vitatott és tárgyalt kérdéskomplexumnak. Ami közös bennük: a jó szándék, az adatgazdagság és a választott téma tisztelete. Megérdemlik figyelmünket. (*Ungvári Tamás: Ahaszvérus és Shylock. A „zsidókérdés” Magyarorszá-*

gon. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1999. 406 o. – Csiki Tamás: *Városi zsidóság Északkelet- és Kelet-Magyarországon*. Osiris Kiadó, Budapest, 1999. 433 o. – Hamp Gábor, Horányi Özséb, Rábai László:

*Magyar megfontolások a Soáról*. Balassi Kiadó, Budapest–Pannonhalma, 1999. 345 o.)

Róbert Péter

## FIZIKAI TUDOMÁNYOK AZ EZREDFORDULÓN

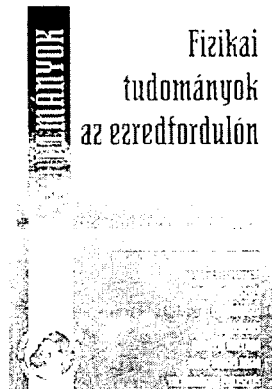
Az Akadémia elnöke, Glatz Ferenc a kötet előszavában (pontosabban: olvasó-szerkesztői jegyzetében) arról elmélkedik, hogy minek a százada is lesz a 21. század. Végül arra a következtetésre jut, hogy a „szintézis százada” lesz, és ebben ugyanúgy szerep jut a genetikának, az ökológiának, mint a fizikának vagy a társadalomtudományoknak. Hogy egy század minek a százada, azt visszafelé is nehéz megmondani – gondoljunk csak arra, hogy mi mindenről elnevezték a 20. századot) de előre bizonytalannal még nehezebb. Mindenesetre érdemes megfontolni ezzel kapcsolatban John Maddoxnak, a *Nature* folyóirat nagy tekintélyű volt főszerkesztőjének erre vonatkozó gondolatait: „... bár lehet találgatni, hogy a tudomány mely területén születnek új ismeretek, a világról szerzett tudásunkat mélyítő felfedezések természetét korántsem lehet tökéletesen megjósolni”.

Nagy Károly, a kötet szerkesztője, bevezetőjében arról szól, hogy századunk – sok más jelentős tudományos eredmény mellett – legjelentősebb, gondolkodásunkat valóban átalakító felfedezései a 20. században a relativitáselmélet és a kvantummechanika. Gondolom, nyugodtan hozzá lehet még tenni a kaoszelméletet is.

Ezután következik a könyvben a fizika aktuális területeinek áttekintése egy-egy fejezetben, mindenekelőtt a *részecskefizikáé* (Csikor Ferenc). Ismeretesen a részecskefizika megszületése, kiválása a magfizikából a 20. század közepére tehető. Ma az ún. standard modell nagy pontossággal leírja a kísérleti adatokat ezen a területen, azonban ez a leírás fenomenológiai jellegű. Bemenő paraméterként kezel számos olyan tény, amelyet értelmeznie kellene. Ilyen pl. az a kérdés, hogy miért három részecskecsalád létezik a természetben, vagy hogy

mi okozza a részecskék tömegét. A jelenlegi modell úgy fogható fel, mint egy általánosabb elmélet viszonylag alacsonyabb energiákon érvényes megjelenési formája.

A magyar elméleti fizikusok, de újabban a kísérletiek is, valóban világszinten álló kutatásokat végeznek ebben a tudományágban. Fő műhelyei az ELTE-n és a KFKI-ban vannak. Magyarok kezdeményezték pl. a nemzetközi neutrínófizikai konferenciák sorozatát (az első Balatonfüreden volt 1972-ben) és a Nemzetközi Neutrínó Bizottságnak ma is magyar elnöke van.



E tudományterületnek a jövőben olyan kérdéseket kell pl. megválaszolnia, mint a világmindenség 90%-át kitevő ún. „sötét anyag” mibenléte vagy az általános relativitáselméletet és a kvantummechanikát összekapcsoló ún. kvantumgravitációs elmélet kidolgozása. A kutatások „melléktermékeként” azután – mint eddig is – számos technika átmegy a gyakorlatba: informatikai világháló, nagy teljesítményű

szupravezető mágnesek kidolgozása, nagy teljesítményű mikrohullámú technika stb.

A következő tudományterület a *magfizika* (Lovas Rezső – Kiss Árpád Zoltán). Ezek a kutatások egyértelműen a 20. század szülöttei, hiszen 100 évvel ezelőtt még az atommag egyáltalán nem is volt ismert. A magfizika ún. mezoszkopikus rendszer, amely bizonyos értelemben közbenső helyet foglal el a kifejezetten kvantummechanikai és a klasszikus rendszerek között.

A mai magfizikai kutatások főleg a valamilyen értelemben különleges magokra vagy magtulajdonságokra vonatkoznak („neutronglória”, „neutronbőr” a neutronok eloszlásánál a magban; erősen deformált magok; szupernehéz elemek, ma a 118-as rendszámú a „rekord”; a stabilitási vonaltól távol eső magok tanulmányozása stb.), részben erős átfedésben vannak más tudományágakkal (asztrófizika, részecskefizika). Alkalmazási területe a biológiától az iparigyakorlatig rendkívül kiterjedt.

A magyar magfizika elhelyezkedése a nemzetközi mezőnyben igen jó, részben elméleti fizikai hagyományai, részben külföldi együttműködései révén. Hazai műhelyei főleg az ATOMKI és a KFKI-RMKI, de több egyetemen is működnek eredményes kutatócsoportok.

Az *atom- és molekulafizika* (Szókefalvi Nagy Zoltán) körülbelül a magfizikával egykorú, bár kis késéssel követte annak kialakulását. Az atomok tanulmányozásának külön hangsúlyt ad, hogy mind a fizikában, mind a kémiában, a biológiában nagy jelentőségűek.

A harmincas években az atomfizika megtorpanni látszott. A „részletek tudományává” vált, ekkor kezdődött a magfizika, majd a részecskefizika diadalútja. Kiderült azonban, hogy az új gondolatok és új technikák az atomfizikában is új távlatokat nyitnak. Külsőleges, de elgondolkasztó jele ennek, hogy mind az 1997-es, mind az 1998-as Nobel-díj lényegében az atomfizika területén elért eredményeket ismerte el.

Az atomi energiaállapotok energiájának kismértékű eltolódása (Lamb-eltolódás) a kvantum-elektrodinamika legmegbízhatóbb próbája, és ezt a nagy rendszámú lefosztott ionok esetében új oldalról lehet vizsgálni. Ez a terület közel van egy másik aktuális

területhez: az atomi ütközések mind mélyebb és teljesebb vizsgálatához. A lézerek és a szinkrotron tökéletesedése egyre hatósabb eszközt ad kezünkbe az atomi energianívók részleteinek vizsgálatához. Hasonlót lehet mondani az iontárológyűrűkről és az ion-, valamint atomcsapdákról. És akkor még nem is szóltunk a széles alkalmazási területről a meteorológiától és asztrófizikán keresztül a biológiáig. Az utóbbi évek egyik szenzációs felfedezése volt különben az ún. Bose-Einstein-kondenzáció, amely elméletileg régen előre jelzett jelenség: megvalósítása lényegében egy makroszkopikus (kb. 0,1 mm) atomi állapotnak, azaz tulajdonképpen egy ilyen nagy atomnak.

A jövőre vonatkozólag tehát nem kell az atomfizikát féltelnünk. Hazánkban sem, ha a megfelelő és még egy kis ország számára sem elérhetetlenül magas pénzügyi támogatást megkapja, mert komoly kísérleti bázisa van, pl. Debrecenben, az ATOMKI-ban, de eredményes elméleti kutatás folyik több egyetemen és kutatóintézetben is. Hagyományokban sincs hiány, főleg az elmélet terén („Gombás-iskola”, „Gáspár-iskola”).

A *lézerfizika és modern optika* (Janszky József) tulajdonképpen az atomfizikából nőtt ki, és nemcsak rendkívül széles körű alkalmazásai, de a teljesítmény növelésére, az igen rövid impulzus-időkre, a hullámhossztartomány választékának bővítésére stb. irányuló intenzív kutatások és eredmények miatt önálló tudományággá vált. A lézerek ma a mindennapi életben (pl. CD lejátszó, vonalkód-leolvasó, orvosi terápia), de a tudományos kutatásban is (kémia, biológia, anyagtudomány) alkalmazásra találának.

A terület ma számos részterületre oszlik: kvantumelektronika, kvantumoptika, elektronoptika és nagy intenzitású optika. Ebben a tudományágban különben – természetéből következően – egy kisebb gazdasági potenciállal rendelkező ország is jó eséllyel folytathat eredményes kutatásokat. Részben ennek, részben a már említett igen széles körű alkalmazásnak tudható be, hogy hazánkban 35 kutatófejlesztő helyen (!) foglalkoznak ilyen témá-

val, elsősorban a Szegedi Egyetemen és az MTA SZFKI-ban.

Kétségtelenül ma a *szilárdtestfizikát* (ideértve a fizikai anyagtudományt is) művelik legtöbben a világon és hazánkban is. (Tompai Kálmán – Beke Dezső). tanulmánya szerint a tekintélyes Physical Reviews Letters-ben egy bizonyos időszakban közölt cikkek 47,6%-a erről a területről került ki, amit összefoglalóan kondenzált anyagok fizikájának szoktak nevezni. (A szerzők alig és csak nagyon mellékesen használják ezt a megjelölést.) Akkor viszont nemcsak a kristályos anyagok, de az amorf állapotban lévő ún. „lágy” szilárdtestek – pl. folyadék-kristályok, üveg – is ehhez a kutatási területéhez tartozik.

A szóban forgó terület módszerei között fontos helyet foglalnak el az atom- és magfizikai módszerek, de a másik oldalról – különösen, ha az anyagtudományt is tekintjük – a kémiával, a biológiával, a műszaki tudományokkal, sőt a földtudománnyal is átfedésben van.

Kutatási irányait, aktuális témáit, amelyek a fémek kutatásától a polimereken keresztül a félvezetőkig és a biokompatibilis anyagokig terjednek, nehéz lenne itt felsorolni. Hazánkban ezek a wolfram, a mágneses anyagok, a kristályok, a félvezetők és fémek vizsgálatával kezdődtek, még a II. világháború előtt. Ma szinte minden témában ott vannak a magyar kutatók jelentős eredményei. Olyan elismert, nemzetközileg kiemelkedő eredmények születtek hazánkban, mint az ún. neutronspin-echo módszer vagy az atomi felbontású röntgen-holográfia (KFKI). A terület „zászlós hajói” különben az MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézete, valamint az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézete, de hozzájuk további egyetemi tanszékek és egyéb kutatóhelyek kapcsolódnak.

A tanulmány a gondok igen részletes felsorolásával zárul. Kétségtelenül igaz a magyar tudomány és ezen belül a kondenzált anyagok kutatásának nehéz helyzete. Az itt rajzolt kép azonban mintha még a valóságosnál is sötétebb lenne. Elfelejtkeznek pl. arról a kétségtelenül jelentős „injekcióról”, amit a nyolcvanas évek elején az egyetemek kaptak.

A *statisztikus fizika* (Kertész János) kezdetei a múlt századba nyúlnak vissza, amikor is a kinetikus gázelmélet sikereire építve megszületett a statisztikus mechanika. Tárgyköre egyre szélesedett – különösen az elmúlt két-három évtizedben – és kezdtek a tudományterületet mind inkább statisztikus fizikának nevezni. A látványos fejlődés egyik oka feltétlenül a számítógépek széles körű és újszerű alkalmazása, de nagy jelentőségük van a modellkísérleteknek is.

Ma ehhez a tudományterülethez tartozik számos, igen eltérő rendszer vizsgálata, illetve a statisztikus fizika módszereit alkalmazzák egymástól nagyon különböző jelenségek értelmezésére. Így a kondenzált anyagok bizonyos fajtái (polimerek, gélek, szemcsés anyagok) viselkedésének megértésénél és általában az ún. nemlineáris rendszerek – amelyeknél a kiváltott hatás nem arányos a kiváltó erővel – tárgyalásánál. Ide számítják a napjainkban annyira előtérbe került ún. kaotikus és önszerveződő rendszereket is. De ezek a módszerek polgárjogot nyertek, továbbá nélkülözhetetlenek a részecskefizikában, az atomfizikában, az asztrofizikában, továbbá a biológiában és az idegrendszer kutatásában is (ideghálózatok, öröklés, öregedés problematikája). Számos kérdés megoldása (pl. az ún. nem egyensúlyi rendszerekkel vagy a turbulenciával kapcsolatban) a jövő feladata.

Hazánkban ilyen kutatások főleg az ELTE-n és az MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézetében folynak, de több más egyetemen és kutatóintézetben is foglalkoznak e tudományterülettel.

A *csillagászat és úrfizika* (Balázs Lajos) szinte a tudomány egész spektrumát igénybe veszi, de azért a legszorosabb kapcsolatban a fizikával van. Ami az aktuális kutatási irányokat illeti, azok igen széles skálán, a Naprendszer kisbolygóitól kezdve a világmindenséggel kapcsolatos kérdések vizsgálatáig terjednek világszerte. Nehéz lenne ezek közül valamit is kiemelni. Azt érdemes mégis külön megemlíteni, hogy míg az emberiség egész története folyamán a megfigyelések az elektromágneses hullámok spektrumának csak egy kis tartományában folytak (látható fény!),

addig ma nemcsak szinte az egész elektromágneses spektrum, de protonok, sőt neutrínók is a csillagközi kutatások „eszközei” lehettek. Nagy jelentősége van a légkörön kívülről történő megfigyeléseknek (Hubble-teleszkóp!).

Hazánkban nagy múltjuk van a csillagászati kutatásoknak, ma fő bázisuk az MTA Csillagászati Kutatóintézete. Szegeden az egyetemnek 1991 óta van csillagvizsgálója. Említés történik az ELTE Csillagászati és Atomfizikai Tanszékén folyó csillagászati kutatásokról is. Az űrfizikai kutatás is több intézményben folyik, nemzetközi együttműködésben a KFKI RMKI-val mint bázisintézetel.

A tematikát illetően a hazai csillagászat hagyományos kutatási területei az ún. változócsillagok vizsgálata (itt és más vizsgálatoknál a módszer a csillagászati fotometria), továbbá a Nap felszíni jelenségeinek nyomon követése és a Naprendszer kis égitestjeinek megfigyelése. Később indultak be, de már így is több évtizedes múltjuk van a Tejútrendszer szerkezetére vonatkozó vizsgálatoknak. Az ELTE TTK elméleti vizsgálatai főleg az univerzum korai állapotának a részecskefizika legújabb eredményeivel történő összekapcsolását célozzák. A napfizikai kutatások Debrecenben, a Napfizikai Observatóriumban folynak sok éve, eredményesen. (A tanulmányban sajnos erről nincs említés. A magyar csillagászatnak sikerült megtalálnia azokat a korszerű témákat, amelyek viszonylag szerény eszközökkel is eredményesen művelhetők.

A jövőben az euroatlanti együttműködés új lehetőségeket kínál: bekapcsolódást a közös nemzetközi programokba (ESO = European Southern Observatory, ESA = European Space Agency).

A *biofizikát* (Ormos Pál) a tanulmány a következőképpen definiálja: „A biofizika mint tudományág az élő természetet vizsgálja a fizika módszereivel, ugyanakkor a biológiai jelenségek lejátszódását szabályozó fizikai törvényeket is tanulmányozza.” Ez utóbbi mutat a biofizika egyik részterülete, az ún. biológiai fizika felé, amelynek komoly eredményeket felmutató kutatási intézménye van hazánkban, az ELTE TTK egyik tanszékén.

A biofizika mai dinamikus fejlődésének több oka is van. Ezek közül kiemelem azt a viharos fejlődést, amely a fizika mérési módszereiben történik (modern fizikai analitika, rendkívül rövid idejű fényimpulzusok, egyre speciálisabb lézerek stb.)

A következőkben felsorolunk néhány aktuális területet, amelyet a könyv részletesebben is ismerttet: biológiai molekulák és biológiai struktúrák vizsgálata, a biológiai energiaátalakítás mechanizmusa, szabályozó mechanizmusok, az idegrendszer működésének alapjai, manipulációk egy részecskevel vagy egy molekulával.

Számos intézmény vesz részt e kutatásokban hazánkban. Mind a budapesti, mind a debreceni, a pécsi, a szegedi egyetemeken megvan a bázisa, de több akadémiai kutatóintézet is jelentős tevékenységet folytat. Ezek közül a Szegedi Biológiai Központot kell kiemelnünk. Debrecenben működik az ország egyetlen PET (pozitron emissziós tomográf) centruma, amellyel nemcsak egyedülálló diagnosztikai vizsgálatokat lehet végezni, de pl. az agykutatásnak is nélkülözhetetlen eszköze.

A részletesen felsorolt kutatási témák a PET felhasználásáról világszerte fő irányiba esnek (művelt kutatások). Közülük megemlítem azokat a vizsgálatokat, amelyekkel különböző szellemi tevékenységek esetén az agy aktív területeit lehet lokalizálni.

A *környezetfizika* (Marx György) együtt, egy tanulmányban szerepel a sugárvédelemmel és a reaktorfizikával. A közvélemény ma érzékeny a környezetszennyezésre, és ez igen pozitív fejlemény, de túlzott a sugárkárosodástól való félelem. Az orvosi röntgenvizsgálattól nem félnek az emberek, de a nukleáris technikától származó, a természetes radioaktív háttérsugárzásnál kisebb sugárdózist már károsnak ítélik. Nagyon fontos ezeknek a kérdéseknek objektív tudományos szemlélete, és a tanulmány részletesen foglalkozik ezzel a problémával.

A sugárvédelemnek egzakt, természet-tudományos alapon kell nyugodnia, nem engedhet érzelmi – politikai –, publicisztikai nyomásnak. A tanulmány példákat hoz konkrét sugárvédelmi vizsgálatokra, ilyenek pl. a dunántúli szénbányák és szén-

erőművek környékén a salakbeton-építkezés sugáregészségügyi hatásai.

A nemzetközi sugárvédelmi kutatás egyik aktuális problémája annak eldöntése, hogy az egészségügyi kockázat az egészen kis dózisoknál is arányos-e a dózis nagyságával (ez az ún. linearitás problémája a kockázat számításánál). E téren, és egyáltalán a sugárvédelemmel és sugárkárosodással, valamint a megfelelő mérés technikával kapcsolatban, nemzetközileg elismert magyar eredmények is vannak. A fenti, linearitással összefüggő kérdés ugyan még nincs véglegesen eldöntve, de várható, hogy a kis dózisoknál egészen új filozófiára kell majd áttérni, amely milliárdos megtagadásokat eredményezhet anélkül, hogy bárki egészségét veszélyeztetné.

A környezetfizika minden más téren is a kvantitatív megközelítést hangsúlyozza, ezt helyezi előtérbe a kockázatok becslésével együtt. A fizikai módszereknek és elveknek itt igen nagy szerep jut. A könyv több konkrét példát említ ezzel kapcsolatban (pl. talajokban neutronfizikai módszerrel mérik az arzén-, kadmium-, higany-, ólom-, nehézfém-szennyezést). A neutronfizikai módszer ilyen irányú alkalmazásaira vonatkozó kutatásokban hazai kutatók több nemzetközi együttműködésben is részt vettek, amerikai, japán intézményekkel együtt végezve az eredményes vizsgálatokat.

A nukleáris reaktort (sajnos a tanulmány is az atomreaktor elnevezést hasz-

nálja) *Szilárd Leó* találta fel, és „reaktor ügyben” *Wigner Jenő* és *Teller Ede* nagy nevek. Teller Ede különben Paksot biztonságosnak találta, és ezt széles körben hirdeti. Ebben a magyar kutatóknak és szakértőknek alapvető szerepük van. Az energiatermelő paksi reaktoron kívül a Budapesti Műszaki Egyetemen oktatóreaktor, az MTA Atomenergia Kutató Intézetében pedig egy világviszonylatban is korszerű kutatóreaktor működik.

Az olvasó megállapíthatja, hogy a fizika azon területei, amelyekről a könyv egyes fejezetei szólnak, szinte mind a 20. században születtek, több nem is az elején. Két kivétel van: a statisztikus fizika és a csillagászat, azonban ezek közül is az elsők közül bontakozott ki az utolsó évtizedekben a „fizika legújabb forradalma”, a kaoszelmélet, a nemlineáris jelenségek vizsgálata, az utóbbi pedig éppen a szóban forgó században ment át történetének legradikálisabb változásán: csak megfigyelő tudományból kísérleti tudománnyá vált (legalábbis részben).

Az egyes tudományterületeknél zárójelben jeleztük a megfelelő tanulmány írójának a nevét, de a munkának a lábjegyzetek tanúsága szerint számos további résztvevője is volt. (*Fizikai tudományok az ezredfordulón. Szerk. Nagy Károly. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2000, 119 o.*)

*Berényi Dénes*

## EGY ORVOSPROFESSZOR VISSZAEMLEKÉZÉSEI

Nem ritka eset, hogy tudós orvosok, életük alkonyán megírják memoárjaikat. Ezek az írások változó színvonalúak, s tartalmuk elsősorban a szakmai olvasókörzönséghez szól, a sok történet is inkább csak a szakembereket érdekli. Stílusuk is hullámzó, kevés köztük az irodalmi igényességgel megírt munka. *Kováts Ferenc* professzor *Völgyből a hegyre* című vékony memoárja ritka kivételnek számít. Belőle nemcsak egy kivételes tehetségű orvos portréja bontakozik ki, hanem egyúttal

kitűnően megfesti a századelőtől a Kádár-éráig terjedő korszak sajátosságait.

Az 1888-ban született Kováts Ferenc Nagyszebenben, ebben az ősi erdélyi városban látta meg a napvilágot. Érzékletesen írja le a kisváros rétegződését, ahol magyarok és szászok között kevés volt az „átjárás”. Megismerhetjük belőle e két etnikum eltérő sajátosságait, s néhány anekdotaszerű történet minden hosszú eszmefuttatásnál élesebben tárja elénk ennek az álmos kisvárosnak a különös

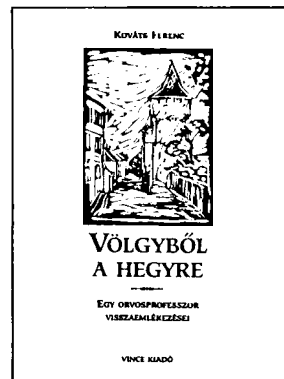
hangulatát. Kováts professzor már fiatal korában szilárdan elhatározta, hogy orvos lesz. Beiratkozott a kolozsvári egyetem orvosi fakultására, amelynek életét ugyancsak nagyon színesen írja le. Bár az akkori híres professorok elsősorban az orvosi olvasóközönség előtt jól ismertek, néhány név a kivülálló olvasónak is ismerősen cseng. (Pl. Apáthy Istváné, akinek hosszú vitája az idegszövet folytonosságáról Ramon Y Cajallal az akkori morfológiai kutatás fókuszában állott.) Számos történet, a kolozsvári élet bemutatása teszi hallatlanul érdekessé az egyetemi éveket.

A doktorrá avatás után munkáját erdélyi falusi körülmények között kezdi meg, s megismerhetjük az I. világháború körüli időket, a nyomort, az elmaradottságot, a tűrhetetlen higiénés viszonyokat, a pályakezdés megannyi nehézségét és szépségét. Az első világháború vége, a menekülés Szegedre minden történeti munkánál élesebben világít rá az akkori helyzetre, Erdély súlyos megpróbáltatásaira. Szegeden igyekszik megkapaszkodni, s sok nehézség árán korszerű tüdőgondozó intézetet hoz létre, nemegyszer a város orvos vezetőinek gáncsoskodása ellenére. Ismételt, elsősorban franciaországi tanulmányútjain megismeri a legújabb diagnosztikus és terápiás lehetőségeket, a kor „pestise”, a tbc felismerése és gyógyítása terén. Ő alkalmazza elsőként itthon sikeresen a beteg tüdőt nyugalomba helyező légmell kezelést, melynek elterjesztése is az ő nevéhez fűződik.

Ebben az időben a legsúlyosabb körkép a tüdőben a tuberkulózis volt, érthető, hogy az ezen betegség elleni harc állott élete középpontjában. Ugyanakkor elsőként írta le a „paprikahasítók betegségét”, melyet a világirodalom is az ő nevéhez kapcsolt. Tudományos munkássága mindinkább ismertté és elismertté vált, így nem csoda, hogy meghívják a Fővárosi Szent János Kórház tüdőbeteg-osztályának élére. Nehéz szívvel mond búcsút Szegednek, ahol korszerű intézetet sikerült kiépíteni, míg a Szent János kórház viszonyai ekkor nem mondhatók éppen ideálisnak. Később ebből az osztályból alakult ki a budapesti Orvosegyetem Tüdőbeteg-klinikája, aminek Kováts professzor volt az

első tanszékvezetője. A klinikán iskolát teremtett, tanítványaiból lettek az ország tudóosztályainak vezetői, elismert klinikusok. 1944-ben jelenteti meg híressé vált könyvét a tüdőgümőkorról.

Kováts professzor istenáldotta művész is volt egy személyben. Kitűnően rajzolt, mintázott, a táblára mindig két kézzel rajzolt, gyorsan, hihetetlen pontossággal. Könyvében a remek illusztrációkat is maga rajzolta. (Úgy látszik, a „művész-gének” a családban öröklődtek, mert fia, a nemrég elhunyt Kováts Ferenc junior, maga is kitűnő tüdőgyógyász, az első Kossuth-díjas orvos, festőnek, grafikusnak, képzőművésznek is elsőrangú.) A recenzensnek alkalmá volt hallgatni a professzort és látni bravúros rajzait a fekete táblán, sőt abban a szerencséjében volt része, hogy szigorlatozhatott is nála!



Kováts Ferenc nagy szeretettel rajzolja meg felesége arcképét, akit fiatal korában ismert meg, s nagyon hosszú közös életük során mindig szilárd támasza volt. Villanásnyi betekintést nyerhetünk családi életébe, a két fiú vázlatos portréját is megrajzolja. Mindkettőből orvos lett!

A professzor könyvét 1965-ben vetette papírra, de az akkori kulturális vezetés nem engedte megjelentetni. Nem világos, hogy miért. Talán mert Erdély állott élete első periódusában a középpontban, s azokban az időkben Transsylvania gyakori emlegetése sem volt igazán kívánatos...

Visszaemlékezéséből kiderül, hogy Kováts professzor nemcsak kitűnő tudós,

remek orvos, tanító, hanem tiszta ember is volt, aki mindenkor az üldözöttek segítségére sietett, nem hátrált meg a hatalom fenyegetéseitől, életveszélyes helyzetekben sem. Egyik politikai kurzusnak sem hódolt be, megmaradt valóban humanista tudósnak. Véleménye mindig egyéni volt. Csak példaképpen említem, hogy a világhírű író, Thomas Mann Varázshegy című művéről szólva elmarasztalja Mannt, mert az a Varázshegy szanatóriumáról szerinte helytelen képet festett, s a vezető főorvost is – úgy véli – indokolatlanul marasztalta el. Kováts szerint ez a leírás az „orvos iránti hálátlanság” tipikus példája. (Az író felesége feküdt ebben a davosi szanatóriumban!)

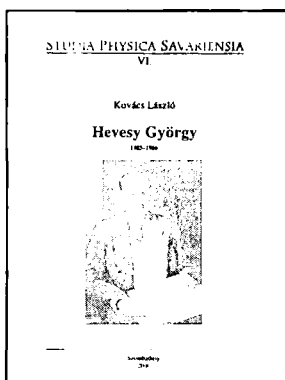
A kötet végül 2000-ben alapítványi támogatással jelent meg, a régi tanítvány és utód, *Hutás Imre* professzor informatív előszavával.

Az olvasó olyan kötetet tart kezében, mely Magyarország, Erdély, a két világháború időszakának zürzavaros háttérében művészi ihletettséggel rajzolja fel egy nem mindennapi tudós, művészember harcait, életét egy gyilkos kór, a tbc elleni harcában. Stílusa eredeti, a tájnyelv számos kifejezését is megismerhetjük belőle, rendkívül érdekes és olvasmányos, nem lehet letenni ... (*Kováts Ferenc: Völgyből a hegyre. Vince Kiadó, Budapest. 2000. 319 o.*)

Halmos Tamás

## HEVESY GYÖRGY 1885–1966

Aligha lehet kétséges, hogy Hevesy György a 20. század egyik legelesebb és legnagyobb hatású természettudósa volt. Életútja maga is rendkívül érdekes és jellegzetesen 20. századi volt. A szombat-helyi Berzsényi Dániel Főiskola *Studia Physica Savariensis* sorozatának VI. darabja ezt mutatja be vázlatosan, számos érdekes illusztrációval, melyek többsége ebben a füzetben kapott először nyilvánosságot.



Mint azt a szerző, *Kovács László*, a Berzsényi Dániel Főiskola tanára, a hazai tudománytörténeti kutatások kiváló művelője az előszóban megfogalmazza, a

munka elsősorban diákok és tanárok számára készült. Nagyon fontos, hogy minél szélesebb körben váljék ismertté a legkiválóbb magyar, illetve magyar születésű tudósok tanulságokban oly bővelkedő élete.

Hevesy életének jelentős eseményeit nyolc országban végzett munkája szerint mutatja be. Ez a vázlatos ismertetés képet ad szerteágazó tevékenységéről, az őt ért hatásokról és az ő rendkívüli szerepéről. Számunkra különösen érdekes a körülmények folytán csak meglehetősen rövid hazai, a Budapesti Tudományegyetemen, illetve az Állatorvosi Főiskolán végzett munkája. Jelentős értéke a kötetnek, hogy bemutatja a teljes, 437 tételre rúgó Hevesy-bibliográfiát, és teljességre törekedve sorolja fel a Hevesy György életéhez és munkásságához kapcsolódó hazai és külföldi emlékhelyeket. Az is a könyv értékei közé tartozik, hogy mintegy angol nyelvű összefoglalóként *Marx György* korábban már megjelent rövid, gondolatgazdag életrajzát szerepelteti. A kötetet Hevesy élete legfontosabb eseményeinek vázlata, ki-tüntetéseinek, tudományos munkássága elismeréseinek hosszú jegyzéke zárja.

Kívánatos lenne, hogy e munka, mint a sorozat többi értékes darabja is, minél nagyobb számban jusson el középiskolai

tanárokhoz és diákokhoz. Abban a reményben, hogy újabb kiadásra is sor kerül, egy-két kritikai megjegyzést teszek, melyeket az újabb kiadás(ok)ban érvényesíteni lehetne.

Nem helyes az életrajzi vázlat megállapítása, mely szerint apja *báró* Hevesy Lajos volt. Bischitz Lajos apja 1895-ben kapott *nemességet*, a nemesi előnevet később családnévként használták. Az anyai ág tényleg bárósi volt: Schossberger Zsigmond 1863-ban magyar nemességet, 1890-ben pedig bárói rangot kapott. Bár Hevesy Györgynek tényleg arisztokratikus volt a megjelenése, de talán nem szerencsés őt *arisztokratának* nevezni.

Kétségtelen értéke a könyvnek, hogy a 9. oldalon térképen mutatja be 12 különösen kiemelkedő magyar természettudós budapesti lakóhelyeit és iskoláit. Nem szerencsés azonban a cím: A magyar „zsenik” lakóhelyei és iskolái Budapesten. Egyrészt a határozott névelő kirekesztő, hiszen még jó néhány kiemelkedő magyar természettudóst lehetett volna felsorolni, pl. Eötvös Lorándot, Polányi Mihályt, Szent-györgyi Albertet. Másrészt a felsorolásban Békésy György és Bay Zoltán esetében egyetemi munkahelyük szerepel iskolaként. (*Kovács László: Hevesy György 1885–1966. Berzsenyi Dániel Főiskola, Szombathely, 2000, 68 o.*)

Beck Mihály

## A TUDÁSALAPÚ GAZDASÁG MÉLYSZERKEZETEI

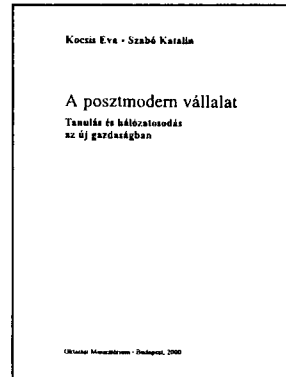
A vállalatgazdasággal, a gazdasági aktorok viselkedésével kapcsolatos kutatások tematikájában úgy tűnik, hogy az utolsó másfél évtizedben valóban alapvető szerkezetváltás zajlott le a világban. A gazdaság reálfolyamatainak átalakulásával párhuzamosan a termelés helyett (vagy legalábbis mellett) a gazdaságelméletek is egyre többféle társadalmi alrendszert vontak be vizsgálatukba. Önálló ágazatok foglalkoztak legalább az ötvenes évektől kezdődően az oktatás, az egészségügy, a kultúra gazdaságtanával és persze még korábbról datálva a háztartással és a háztartáson belüli személyi fogyasztás különböző tényezőivel. E mozgás kétirányú volt. Egyfelől, s a felsoroltak elsősorban erre példák, párhuzamosan azzal, ahogy a társadalmi lét szűkebben vett gazdaságon kívüli intézményei is gazdálkodni kezdtek, nagyobb állami forrásokhoz jutottak, és így viselkedésük komplexitásába a gazdasági szemlélet is beépült, e területeknek is létrejöttek az *ágazati gazdaságtanai*. Ezek persze mindig politika közeliek voltak és elméleteik is többnyire ezen intézményrendszerek reformfolyamataihoz kapcsolódtak. A másik irány a *tudás és/vagy az információ kezelésére* összpontosított. Itt létrejött valamifajta tudásgazdaság is. De mert a tudás a gazdaság egészében is

kiemelt elemmé vált, tulajdonképpen ez a megközelítés a korábbi ágazati gazdaságtanokat keresztbe metszette. A tudás forgalmazásával és gazdasági értelemezésével kapcsolatos elemzések először önmagukban, még nem összefüggő elméletként jelentek meg az egyes területeken (a döntésemélet információs problémáitól az innovációs ügyekig), majd egy második fejlődési fázisban – leginkább az utolsó 15 évben – két szinten általánosabb elméletet, illetve átfogó módszertani gondolkodásmódot is generáltak. Az átfogó teória: az *evolúciós gazdaságelmélet* – melynek amerikai alapítói Nelson és Winter mellett egyre több olyan kiváló európai művelője is akad, mint a holland Soete vagy az olasz Dosi lényegében kívül reked az itt recenzált munkából. A szerzőket itt a másik szint, a vállalatok és a vállalatrendszerek világa érdekli és ebben a műfajban szövegük – amely még egy OMFB szponzorálta projektből nőtt ki – az első magyar nyelvű összefoglalója a *hálózatokról, a tanulóvállalatról* és a *lokális tanulásról* az utolsó időkben születő munkáknak. A szerzők közgazdászok és természetesen közgazdasági művet írtak, de – és ezzel a műfaji határvonalak centézését be is fejezem – a feldolgozott irodalom túlnyomó többsége ugyanilyen erővel iparpolitikai, gazdaság-

szociológiai, rendszerelméleti és kutatás-szervezési területekhez sorolható. Szerencsére azonban a szerzőket ezek az „alszakmai” csoportok nem igazán izgatták. Így a szintézis, vagy legalább is tankönyvi igényű rendszerezés valóban sikerülhetett.

A *tudásalapú gazdaság* alapvető kihívást jelent a konzervatív, illetve hagyományos gazdaságmélet számára, hiszen a tudás ott még nem a gazdasági folyamat lényege, hanem egyfajta társadalmi, vagy vezetéspszichológiai előfeltétele. Az információs gazdaságban a tudás megszerzése azonban a munkafolyamat szerves részévé válik, s beépül a gazdasági folyamat alap-elemei közé. A 80-as évektől kezdve tulajdonképpen erre a szerkezeti átrendeződésre reagál valahogy a gazdaságkutatás is. Erre az időre már egyébként rendelkezésre áll (s azóta a gazdasági és társadalmi vizsgálatoknál is nagyobb sebességgel növekszik) a mesterséges intelligencia kutatása által kínálta eszköztár és elvben a kognitív tudományokból is sok minden átemelhetővé válhat. Eddigi olvasmányaim szerint azonban, bár a mesterséges intelligencia kutatásának és a gazdasági rendszerek vizsgálatának területén számos érintkezési pont már is látható, a kognitív tudományi eszköztár megteremkenyítő hatásáról még kevésbé lehet beszélni. Ennek megfelelően Kocsis és Szabó is mutat be, – ha röviden is, és tulajdonképpen Benedek Gábor segítségével a függelékben – gazdasági neurális hálózatokat. A recenzált szöveg legfontosabb elméleti fejezetének én a 3. részt érzem, ahol bevezetődik az *erőforrás alapú vállalatelmélet*, ahol a gazdasági szervezet középpontja (romantikusan akár lelkének is nevezhetnénk) az alapvető hozzáértés (core competence) lesz. Ennek szerepe épp olyan meghatározó, mint a tranzakciós költségeké a szerződéselméleti vállalatfelfogásban. S ha a szervezet tanul, akkor a vállalat ehhez szervezeti memóriát is létrehoz. Ez nagyjából persze inkább szociológiailag kezelhető elemekből áll: a cégkultúra által közvetített vállalati értékekből, az együttműködő fejlesztő csoportokon belül kialakult kommunikációs formákból stb. Az evolúciós vállalatelméletek, amelyekről a szerzők úgy vélik, hogy azok egyben hozzáértés alapú teóriák,

bemutatják a két alapváltozatot, a szekvenciálisat és a genetikusat, és az evolúciós elmélet fogantatásából is következően jelzik a környezet kimagasló szerepét a szervezeti változások formálásában. Ebben az összefüggésben esik azután szó az evolúciós fészkekről is.



A továbbiakban a tanulóvállalatokkal kapcsolatos irodalom összefoglalására kerül sor. Itt jelenik meg a kötet címadó fogalma, a *posztmodern vállalat* is. Némileg leegyszerűsítve, a szerzők úgy vélik, hogy a hagyományos vállalatok (ahogy a kritikai közgazdaságtan ezt nevezné, az Atlanti Fordizmus szervezetei) bürokratikus formációk. Ezekkel szemben a tudásalapú gazdaság (vagy a poszt-fordista világ) szervezetei tanulószervezetek és posztmodernek, mert osztott információs rendszerrel dolgoznak, relativizálódnak hierarchikus viszonyaik, és a vállalaton belül dolgozók erős elkötelezettségére építve önálló játékosok lehetnek. Ezek s a kapcsolódó elemek meglétével én nem vitatkozom, de a szerzők iránti minden nagyrabecsülésemmel együtt sem vagyok biztos abban, hogy ezek a változási irányok kimerítik a gazdasági posztmodern fogalmát. Ha ezt használni kívánjuk, függetlenül attól, hogy e fogalomhoz szülőhelyén, a kultúraelméletben milyen konnotációk tapadnak, akkor az európai gazdaságokban megfigyelhetőnél sokkal erősebb relativizálódást, sejtyszerűen magukba zárt egységek közötti ad hoc interakciót, stb. tételeznénk fel, mint amennyi most elénk kerül. Arról nem is

beszélék, hogy a bürokratikus és tanuló vállalat itt ideáltípus. A valóságban nyilvánvalóan ezek keveréke fordul elő és pl. gazdaságszociológusként akkor itt engem elsősorban az érdekelhetne, hogy hogyan hatnak a keverék elemei egymásra. Vagyis, hogyan épülnek be tudástermelési elemek a bürokratikus rendbe, illetve, megfordítva, a felpuhuló, vagy részben lebomló hierarchiák mily módon hatnak a tanulásra, s különösen annak radikális formáira: az új előállítására. Ebből következően az a szervezeti tanulóképtelenség, amiről a szerzők is értekeznek, nyilvánvalóan viszonylagos, a vállalatokon belüli egyensúlyok sem teljesen borulnak. Az európai, és különösen a kelet-európai empirikus vizsgálatokból épp e folyamatok befejezetlensége (talán befejezhetetlensége) látható a legjobban.

Nagyon fontos része a dolgozatnak a *tanulás térbeli elemeit*, azok felértékelődését hangsúlyozza. A Szilícium-völgy közismert, sőt csontig lerágott és ráadásul nálunk alkalmazhatatlan és követhetetlen példái mellett a könyv szerencsésen emeli be a magyar szakpolitikai gondolkodásba a legfontosabb és számunkra kulturálisan is értelmezhető európai növekedési pólusokat: Közép-Olaszország középvállalatait, és a Baden-Württembergi térséget.

A kötet második részét a szerzők a *hálózatoknak szentelik*. A hálózatok a szociológiában alapszerkezetek, vizsgálatukkal szakosodott európai és nemzetközi szociológiai társaságok foglalkoznak. Tematikájuk azonban sajnálatosan szegényesen jelenik meg a magyar szakirodalomban (így is jelentős eredményeket ért el e területen

a beért kutatónemzedékben Sik Endre, a fiatalok között Vedres Balázs). Kocsis és Szabó igazán nem ezzel a szociológiai fogantatású hálózattal dolgozik, számára nagyobb részt a gazdasági egységek, vállalatok hálózata kompetencia blokkokra épül (más elméletek itt inkább ipari klaszterekről, vagy technológiai rendszerekről beszélnek). A dolgozat e részében mintha keverednének az elméletek, a szervezési mód leírások és a normatív szerveztfelfogások. Érdekesnek találok a hálózati integráció itt leírt tranzakciós költség-tani magyarázatát és azokat az erőfeszítéseket, ahogy a piac és a hierarchiák összenövését a munka bemutatja. A dolgozat egészéhez képest én egy hajszállal elnagyoltabbnak, vagy leiróbbnak érzem a 8. és 9. részt, ahol a szerzők a magyar anyagot próbálják a kötetbe emelni. A szándék természetesen kikezdhetetlen és gondolom, hogy a megrendelők, az OMFB-s (illetve a később az OM) is erre ösztönözte a szerzőket, de a kutatás ebben a fázisában a magyar példák inkább csak mini esettanulmányokként, egyfajta függelékként jelennek meg a kötetben. A megállapítások igaznak tűnnek, a tények valódiak, de végül is is nincsenek beemelve abba az elegáns rendszerbe, amelyet a könyv felépít. A magyar tanulóvállalatok morfológiája így nyilvánvalóan már egy következő monográfiának képezheti tárgyát. (Kocsis Éva – Szabó Katalin: *A posztmodern vállalat. Tanulás és hálózatosodás az új gazdaságban*. Budapest, Oktatási Minisztérium, 2000. 310 o.)

Tamás Pál

## DROGFOGYASZTÁS ÉS MEGELŐZÉS

Szokatlan könyv jelent meg az Animula Kiadónál. A szerzők mintegy másfél évtized kutatási termését gyűjtötték össze sajátos szakmapolitikai kontextusban. A kötet megrendelői az ifjúságpolitika aktuális vezetői voltak, akik – ritka véletlen – kíváncsiak voltak a kutatók véleményére ifjúságpolitikai koncepciójuk kialakításakor. A szerzők arra a ritka feladatra vállalkoztak,

hogy a drogügy gyakorlati problémáiból kiindulva – empirikus kutatás eredményeinek felhasználásával – kanyarodjanak vissza a gyakorlathoz, magyarán: váltsák „aprópénzre” a tudományt.

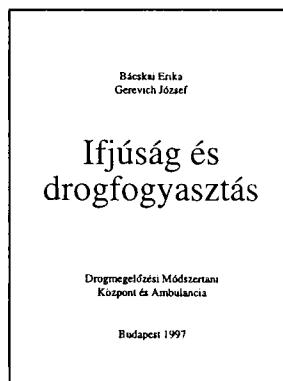
A problémák számbavétele már nem mindennapi kihívást sugall: szinte nincs olyan területe a drogügynek, ahol ne lenne hiány, diszfunkcionalitás, alulfejlettség. A

látletet maga is töredékes, mint egy kora középkori régészeti tárgy, amelyről sokszor nem tudjuk, hová tartozik, mihez illeszkedik. A droghelyzetet tisztázó törekvéseknek eddig egyetlen érdemi felfutásuk, realizálási esélyük volt: a nyolcvanas évek vége, a kilencvenes évek legeleje, amikor a Társadalmi Beilleszkedési Zavarok Kutatási Alirányon belül intézményesen is megjelent a drogtudatás, azaz zöld utat kapott tudományos szinten az addiktológia. Ez azonban csak múló pillanat volt. Az úgynevezett rendszerváltás nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. Ahogy a szerzők fogalmaznak: a drogproblémák növekedésével párhuzamosan a nyolcvanas évek szakmai erjedése leállt, a kormányzat közönye végigvonul a kilencvenes éveken. Azt már a szerzők nem írhatták le, de minden bizonnyal leírnák, ha most kellene összeállítaniuk a könyvet, hogy ennek a közönynek egyfajta „betetőzéseként” jelent meg a drogtudomány jogi szabályozásában bekövetkező, szakmailag megalapozatlan szigorítás.

A szerzők szerencsére nem sokat tördtek a drogtudomány szomorú hazai sorsával. Tették a dolgukat. Ennek eredménye – többek között – ez a könyv, amely jól tükrözi a szakma ellentmondásosságát: hírt ad arról, hogy a drogprobléma intézményes ellátásában érzékelhető balkáni viszonyokkal szemben milyen magas színvonalon jelenik meg az *addiktológiai kutatás*. Ráadásul éppen a legfontosabb kérdéseknél, a *drogfogyasztás kialakulása és megelőzése* terén. Hiszen van-e gyakorlatibb probléma annál, hogy megtudjuk, milyen tényezők hatására alakul ma ki Magyarországon a drogfogyasztás és addikció. Vagy milyen tényezők befolyásolják az ifjúság drogfogyasztási szokásait, különös tekintettel az iskoláskorúakra, hiszen ők azok, akik a legkönnyebben hozzáférhetők a primer megelőzés szemszögéből. A máig egyetlen hazai primér prevenció hatékonyságvizsgálat (modellkísérlet) eredményei élesen hívják fel a figyelmet arra, hogy a megelőzés tudomány, amelyet csak alapos felkészültséggel lehet művelni. Sőt, árthat is, a nem kellően átgondolt programok beindítása hatására a kezdeti célok visszajukra fordulhatnak és súlyosbíthat-

ják a kiindulási problémákat. Nem lehet eleget hangsúlyozni ezt.

A végkövetkeztetések legtöbb pontja megegyezik a Pszichiátriai Szakmai Kollégium ajánlásaival vagy a Magyar Országgyűlés Eseti Drogbizottságának legfőbb megállapításaival (nem véletlen talán, hiszen az egyik szerző mindkét grémiumnak aktív tagja). Ez is azt mutatja, hogy az ellenkező híresztelésekkel szemben, a drogszakma az alapvető kérdésekben közös döntésekhez képes jutni. Egyre nagyobb szükség is van erre, hiszen az addiktológia nagy lehetőség előtt áll, az egyetemi oktatásban felértékelődően van, a szomatikus orvoslás szakemberei szinte jobban „megbecsülik”, mint a pszichiáterek, egyre több házi orvosnak jut eszébe addiktológiai kurzusra járni, hogy a praxisukban nagy számban jelentkező addiktológiai betegek gondozásában minél tájékozottabbak legyenek.



A könyvben *gyógyítás és megelőzés szerves egységben* jelenik meg. Ez látszólag magától értetődő, de távolról sem az, ha közelebről szemügyre vesszük. Ami a két feladatkört és tudományos terrénumot összeköti: mindaz, amit tudunk egy betegségről, felhasználható a megelőzéséhez is. De a megelőzés egészen másfajta tudomány; mások a kiindulási premisszái, a módszertana, eszköztudománya, más az a társadalmi közeg is, ahol zajlik. És más a célcsoport is. Hiszen a megelőzésben elsősorban egészséges emberek (gyermekek) vesznek részt. Ezért meglepő, amikor klini-

kus orvosok magukat a megelőzés szakembereinek kiáltják ki, miközben nincsenek tisztában a megelőzés módszereivel és alapvető ismereteivel. Ugyanígy meglepődünk, amikor iskolai pedagógusok is preventációs szakembereknek gondolják magukat, miközben nem ismerik a betegségek alapvető fogalmait. Ettől nehéz és ezért izgalmas interdiszciplináris terület a megelőzés. Mindez Bácskai és Gerevich könyvéből tökéletesen tükröződik.

Bácskai és Gerevich könyvének tehát az a legfontosabb üzenete, hogy a dropprevenció terén nincs mit szégyenkezünk. A drogszakma – a kedvezőtlen szelek ellenére – elindult a tudományos fejlődés

útján. Most már a szelek kedvező változásán múlik, sikerül-e a drogügy valamennyi területén is felzárkóznunk Európához. Van teendő bőven. Gondoljunk csak a mákkérdésre: a máktermesztés szabályozatlanságaira, vagy a kétpólusú nemzeti drogstratégiára (az egyik póluson egy szociálisan érzékeny, emberközpontú keresletcsökkentő program, a másikon „Európa legszigorúbb jogi szabályozása”), amelynek tükrében a két pólus eredőjeként megoldatlan problémák tömegét látjuk. (Bácskai Erika – Gerevich József: *Iffúság és drogfogyasztás. Animula, Budapest, 1998. 104 o.*)

Csorba József

## ESZTÉTIKAI ALAPISMERETEK

Régóta nélkülözzük az esztétikai alapítást összegző új tankönyvet. Amíg esztétikai tárgyú monográfiák, értekezések megjelentek nálunk, addig oktatói alapvetésként, a képzés funkcióját is vállalni óhajtó összefoglalásra bizony ritka az elszánás, elvéve bukkanhatunk ilyen produkciókra.

Most *Kedves Tamás* bocsátotta útjára azt a kötetet, amelyet rokonszenves, de túlzottan önkorlátozó módon mint *összeállító* egyez. Ezen esetben tudniillik, mint valamiféle compendium tető alá hozója, kellő és jogos magabiztossággal írja, szerkeszti egybe mondanivalóját. Igaz ugyan, hogy reveláló értékű meglátások-megállapítások nincsenek a kötetben – ez a műfaj sajátosságából is adódik –, ám *túlnyomóan* pedáns, jól argumentált magyarázatok annál inkább.

A kötet tartalmának tagolása önmagában külön reflexiót érdemelne: itt csak annyit, hogy didaktikailag indokolható, áttekinthetőségénél fogva is elegendő *Kedves Tamás* megoldása. A 19 fejezet hatásosan komponált, a 20. az irodalomjegyzéket adja. Eddigi dicséretem konkretizálása kedvéért hozom fel példának a Jungot (14. o.), az esztétikai nevelés komplex jellegét (52. o.), a Kant munkálkodását (160. o.) illető frappáns summázatot.

Tankönyvről írok; ez esetben nem az újszerűség, a novum keresése a fontos, hanem a *közérthetőség* és a *megbízhatóság*. Az előbbivel nincs gondom, az utóbbival annál inkább. Hely hiányában csak néhányat ragadok ki a kifogásolható megoldások közül.



1. Amikor *Kedves Tamás* Marx „Gazdasági-filozófiai kéziratok”-ját mutatja be, épp a lényeggel marad adós. Itt ugyanis az *elidegenedés* értelmezése apropóján Marx – tervezett, ám soha nem realizált esztétikai értekezésének fundamentumaként – eljut odáig, hogy alapvető emberi specifikum-

ként tartja számon: az ember a szépség törvényei szerint is alakít azáltal, hogy képes az inherens mérték alkalmazására. Ennek az állításnak a taglalása nélkül egészen egyszerűen értelmetlen a kéziratok érintése. (166. o.) Ha nem is értelmetlen, de elképesztően egyszólamú a 175. oldalon kezdődő Lukács-interpretáció. „Az esztétikum sajátossága” mellett az ontológiát megíró Lukácsot is magunk előtt láthatjuk, ám nélkülözniük kell „A heidelbergi művészetfilozófia és esztétika” szerzőjét, ami bizony elégedetlenséggel tölti el az olvasót.

2. Az egyébként még sorolható konceptuális kifogásoknál *jóval nagyobb számban* regisztrálhatóak a pontatlan, rossz *utalások*. Közülük is csak kettő: a 189. oldalon Szóke Pétert mint „A zene három rétege” című opusz szerzőjét nevezi meg, helytelenül, hiszen ő valójában – mint a 394. oldalon olvasható – egyebek mellett „A zene eredete és három világa” című értekezést tudhatja a magáénak.

A 184. oldalon Sartre munkásságából kiemelésre kerül többek között a „Zárt ajtók” is. Sartre 1944-ben közzétett „Huis clos”-ja szó szerint valóban „Zárt ajtók”, nálunk azonban – nem véletlenül – „Zárt tárgyalás” címmel fordították le, s ekképpen is hivatkoznak rá.

Kicsinységnek tetszhetnek e tévedések, ám oktatási anyagról lévén szó, az ilyen – s hangsúlyozom: tömegesen előforduló – hibák megengedhetetlenek.

Konceptuális kérdések okán a szerzőt illik faggatni, e második esetben azonban – úgy ítélem meg a szerző melléfogásaiban osztoznak a bírálók is. Jól tenné a Nemzeti Tankönyvkiadó, ha a vélhetően sorra kerülő további kiadások előtt nagyobb figyelmet követelne a lektoroktól – saját neve és presztízse óvása érdekében is.

3. A harmadik kritika-kör kissé szubjektív. Kedves Tamás imponáló bibliográfiával zárja munkáját. Ez természetesen nem teljes és sajnos nem is konzekvens. Nem következetes például abban, hogy egy-egy külföldi szerző nevének kiejtését feltünteti-e, vagy sem. (A 148. oldalon szereplő Buffon helyes artikulációját megtudjuk, ám Battaeux nevének adekvát kiejtését – 149. o. – sűrű homály rejti.) Visszatérve a felhasznált irodalom listájához: kicsinyes dolognak tűnhet bibliográfiai kiegészítés ötletével előállni. Mivel azonban egyértelmű számomra az egyik legbővebb forrás mellőzése, ki kell térnem rá. Kis Tamás szerkesztésében látott napvilágot a Kossuth Könyvkiadó jóvoltából – 1977-ben harmadik kiadásában – a Marxista-leninista esztétika mint tankönyv. Ennek általános és ágazati esztétikai fejezeteivel – szerencsére jócskán él Kedves is. Csak reményemnek adok hangot, amidőn abban bízom: feledékenységé mellőztette vele az említett kötet feltüntetését, s nem egy bornírtan szégyenlős kordivat miatt nélkülözzük a korrekt utalást...

A bírált kötet általános és záró méltatásaként – jöllehet a recenzió terjedelmi megoszlása mást sugallhat – hangsúlyozom: Kedves Tamás komoly, megbecsülést érdemlő, esztétikát oktató tanárok és azt hallgató diákok számára egyaránt igen hasznos munkát végzett. A jelzett hibatípusok (és persze a típusokba sorolható egyes hibák) zöme nem kizárólag az övé. S e tény felveti – miként már korábban kitértem rá – a kiadó s az általa felkért bírálók felelősségét. (*Kedves Tamás: Esztétika. Esztétikai és zeneesztétikai alapismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999. 394 o.*)

Balogh Tibor

## LENGYEL HADAK EGY DUNAI VÁR FALAINÁL

Esztergom az ünnepi hagyományt tetőzve, a török alóli második visszavételének 250. évfordulóján az újjárendezett vízivárosi Duna-parton sokakkal közös összefogásból *Sobieski János* lengyel király győzelme emlékére obeliszket állíttatott. A 300. jubileumon pedig tudományos konferencia kíséretében felújította az emlékmű környezetét és díszeit. A város szinte örökletes színhelye lett a két nemzet sokféle történelmi szálból szövődött közösségvállalása ünnepi és mindennapos alkalmainak.

A közös történelmi igény helyi szolgáltatásait szívesen idézik fel az alkalmakat. Így tettek *Sobieski* halála harmadik centenáriuma: régvolt jelenlétére a Megyei Levéltár újabb történet-konferenciát rendezett. A tanulmányokká érlelt előadásokból egy szépen formált, kétnyelvű *Sobieski*-emlékkönyv jelent meg, mintegy dokumentálva a hagyományozódó közösségvállalást.

Az eddig ismerteknél (így a helyi *Villányi Szaniszló*, *Némethy Lajos* könyveinél) az 1993-as, majd az 1996-os konferencia előadói annyival többet nyújtanak, hogy elmélyültebben tanulmányozták a meglévő forrásanyagot, amely közben jelentős mértékben bővült lengyel nyelvűekkel, korszerűsödtek az „egész és rész” vonatkozásai. Utóbb már lengyel történetesek is előadtak a konferencián – kettő közülük magyarul.

A két nemzet barátkozása jeles és máig termékenyítő forrásokkal és feldolgozásokkal rendelkezik. És bár a művelődés- és irodalomtörténeti feltáró munka a gazdagabb, a „historikusok” remek sorából mégis illő *Divéky Adorján*, *Csapláros István*, *Kertész János*, akár *Angyal Endre* és mások e tárgyú működését említenünk. Büntudattal mellőzve a lengyel irodalom és élet e honi szerelmesei, például *Kerényi Grácia* nevét. Nemzedékemben a „kapcsolattörténet” szellemi alapozását *Hopp Lajos* munkássága, kiemelkedően *Kovács Endre* művei végezték el. *Kovács István* írásai erre az alapra „épültek”. Köztük a Hamuban csillogó gyémánt (1988), amelyben magyarul talán a legkörültekintőbb „*Sobieski*-portré” olvasható. Meglepett, hogy önálló könyv csupán az ugyancsak tevékeny

királynéről (*Maria Kazimiera*) jelent meg itt, *Tadeusz Zelenski* műve harmincöt év előtt.

A feleségével sűrűn levelező férjnek így még az „emlékkönyve” után is adósa maradunk. Bár tartozásunkból az említettek sokat leróttak.

Sorsainkat akár a földrajzi helyzet meghatározó volta alakítja, állandó kereszteszések között. A gyakorta közös ellenségek, az ellenükre álmódott „perszonálunió” vágyálmai, olykor megvalósulása a szorosabb kapcsolatok idején, akár a trónok körül. Összegzésként mégis gyanítható, hogy egy, a közép-európai történetet mérlegelő, virtuális eredménykönyv „remények és kudarcok” fejezetében azonosan előkelő helyezés illethetné a párhuzamos történet nem kevés korszakát, ugyanígy „a homályos átláthatóság” címszava alatt. A csalóka barátok és több pogány közt öröklődő, a Nemesi Köztársaság sejmjének „*liberum veto*ójával” folyamatosan küszködő, a hit védelmére a római kúria és a jezsuiták által következetesen üzött törökverő király rövidke Duna-táji jelenlétének értékelése is a fenti címszavak alá sorolható.

Az itt töltött hónapokban számára az osztrákok gögteljes gyanúja, *Thököly Imre* nehezen követhető, alig értelmezhető pályafordulásai, leginkább hadseregének épen tartása jelentett köznapi gondokat, kevésbé talán a Bécs alól elkergetett török hadak mozgásai. A „nagypolitika” furfangos ingoványja, a latolgatás mérlege gondolkodásától távolabb állhatott. *Carl von Clausewitz* a lényegre tapintón sorolja őt „minden idők legnagyobb hadvezérei” közé. *Sobieski* eleme inkább a hadvezetés.

Esztergom jó okból hálás neki. Tehette volna *Thököly* fejedelem is, aki „a királyi vezér, a felszabadító háború kezdeményezője” körül félreértéseket, számára gondot teremt. Meglepő, hogy végül rendre megfogadta pártfogója tanácsait, így a változó mértékű bizalmat nem veszítette el. A túrelmes stratégia tudta: neki elsősorban hatalmas seregét kell a lehetőségek szerint épségben hazamenteni. A mégis bekövetkezettéknél nagyobb kalandokra nem vállalkozhatott. Nem kevés tanulságokat hoztak a visszatérés viszontagságai. Ezeket *Krakköba*

írt levelei tanúsítják, jelentős konklúziói itt olvashatók. A *Petneki Áron* által közölt személyes híradásokra (Forrás – 1980/8.) a konferencián több előadó jó okkal hivatkozott. Közben elmélyült alapossgal foglalkoztak a körülményekkel, ezek következményeivel, a további tanulságokkal is.

Az emlékülést kezdeményező *Csombor Erzsébet* bevezetőjében a helyi „Sobieski-hagyomány” történetét és eseményeit idézi fel. *Kovács István* összefoglaló értékű megnyitóját után *Szekely György* elemzi a per-szonálunió és a közös királyválasztó tervek és megvalósulások történetét a két nemzet korábbi időszakából.

*Peter Brucek* értékes összefoglalójában a magyarok oldalán a korábbi Ausztria elleni lengyel katonai segítségnyújtások sorozatára emlékezik, a kortársi iratanyagból *Várnai Dorota* „a Lengyel János király” e táji értékeléseiből mutat fel véleményeket. *Apafi Mihály* és kancellárja, *Teleki Mihály* levelezése mellett kiemelt forrása a fortélyos *Absolon Dániel*, aki előbb Apafi diplomatája, majd Thököly titkára és kancellárja, utóbb pedig a Felvidék, majd Erdély tragédiája idején I. Lipót császár megbízásából Antonio Caraffa hadititkára volt. Életútját *Szilágyi Sándor* követte nyomon.

A gyűjtemény középpontjában két hosszabb, példásan dokumentált tanulmány áll. Esztergom megvételének részletes hadikronikáját *Szakács Lajos* adja és értékeli a kor stratégiai szokásainak szakszerű ismeretében és mesteri fokon.

*Pálmány Béla* „a dicsőséges hadjárat elfelejtett befejezését” követi nyomon.

Mindaddig ez volt a felszabadító hadjárat legkevésbé ismert fejezete: Füleek meghódolása, Szécsény visszavétele, az apadó reményű „vesszőfutás”, közben a politikai gyanúsítások és ellentétek fokozódása, az út mentén élők kifosztottságából és bizalmatlanságából eredő szenvedés átélt és okozott viszontagságai. Sobieski legfényesebb ekkori haditette végül az lett, hogy a sereg másfél hónap válságos hányatottsága után, még a keményebb tél előtt hazakerült. Esztergom alól október 31-én indultak, és december 13-án Lublónál érték el a lengyel határvidék településeit.

Béctől Krakkóig sok minden alakította a király és a sereg csalódottságát, valójában csupán Esztergom hálája szolgálhat elégtételeül. A korábbi, nemritkán hamis csillogásoktól mentes horizont épülése, egy levegősebb tisztánlátás mindkét oldalon – legfőképpen ezt szolgálta a két konferencia, majd a gyűjtemény tudományossága, a Sobieski emlékkönyv két nyelvűsége, egyben a kölcsönös szándékok is. Az „esztergomi fókusz” ebben a folyamatban emlékezetes szerepe volt és maradt, az eddigi eredmény a korábbiaknál megbízhatóbb, kölcsönös értékű távlatokat teremt. (*Sobieski- emlékkönyv. Sobieski III. János lengyel király halálának 300. évfordulója alkalmából rendezett konferencia anyaga. – Komárom-Esztergom Megyei Önkormányzat Levéltára Évkönyvei 5. Esztergom, 1999.149. o.*)

*Bodri Ferenc*

## HUSZONEGY TUDÓS A HUSZONEGYEDIK SZÁZADRÓL

Figyelemfelkeltő cím, felcsigázza az érdeklődést. Hiszen a tudósoktól várhatjuk leginkább, hogy fellebbenthetik a fátyol egy csücskét a titokzatos jövőről. Márpedig ki ne lenne kíváncsi rá? S kivált akkor, ha az előszó jelzi, hogy a következő interjúkat adó „jósok” az elmúlt év nyarán fővárosunkban rendezett nagy találkozó, a Tudomány Világkonferenciája csaknem kétezer résztvevőjének, a tudományos elit legjava képviselőinek soraiból lépnek

elénk. Némi csalódással állapíthatjuk meg azután, hogy a véletlenszerűen kiválasztott huszonegy tudós közül csak néhányan elégitik ki várakozásunkat.

Az interjúalanyok közül többnyire a biológia-genetika művelői nyilatkoznak a *tudományterületükön várható fejlődésről*. A Nobel-díjas *Werner Arber* szerint a mikrobiológia és a genetika hovatovább eléri azt a szintet, hogy megérthessük az evolúció molekuláris alapjait; így a valósághoz kö-

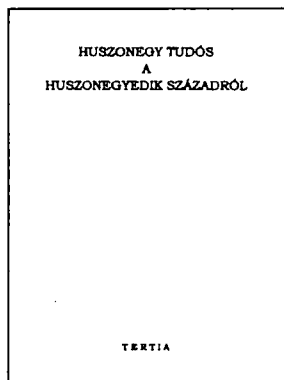
zelibb képünk lesz arról, hogy miként „működik” a természet. A génebeszet atyja, az ugyancsak Nobel-díjas *Paul Berg* feltételezi, hogy öt éven belül ismerni fogjuk azokat a géneket, amelyek a különböző betegségekért felelősek; ez a célja a Genom Programnak, amelynek ő az elnöke. A következő tíz évben pedig – mondja – a genom igazi értelmére derül fény, s megtudjuk, hogyan határozza meg a genetikai állomány az agy „huzalozását”. „Néhányan úgy gondolják, soha nem fogjuk megérteni saját tudatunkat; én hiszem, hogy erre is képesek leszünk.” *Maurizio Iaccarino* nápolyi tudós úgy véli, a neurobiológia lesz a jövő legizgalmasabb tudománya, lehetővé válik majd, hogy ártalmatlan eszközökkel, a mágneses rezonancia révén kiderítsék, hol helyezkednek el az agyban a speciális funkciók.

*Falus András* professzor, a SOTE genetikai intézetének vezetője meg van győződve arról, hogy „az egyedüli örök embert nem lehet klónozni, csak teremteni, Isten pedig – amikor jónak látja – megállítja az embert jogtalan trónbitorló tevékenységében”. Itt a jövőkép a vallásos hittel vegyül. Éles viták folynak ebben a kérdésben, és nemcsak ilyen meggondolásból. *Kroó Norbert*, az MTA főtitkára elképzelhetőnek tartja, hogy a klónozás és a génebeszet körüli viharok ugyanolyan negatív tendenciákat váltanak ki a biológiában, mint a környezetvédelem és a nukleáris fenyegetettség a fizikában. „Tehát egyáltalán nem biztos, hogy a jelenlegi fejlődés töretlen tendencia, noha a tudomány belső logikája ezt diktálná” – állítja.

A prognózisok bizonytalanságát hangsúlyozza *Hubert Markl*, a Max Planck Társaság elnöke is. Arról beszél, hogy bár tudásunk szüntelen gyarapodik, paradox módon egyre nehezebb a jövőbe látni. Bolygónkon ugyanis a bioszféra olyan komplex rendszert alkot, amelynek elemei állandó kölcsönhatásban állnak egymással, egy nem lineáris, dinamikus változási folyamat közepette. A matematika azonban előrelátó útjelző lehet. *Lovász László*, a Yale Egyetem Wolf-díjas professzora szerint a racionális absztrakció egyre fontosabb szerephez jut a világ megismerésében, az úgynevezett diszkrét matematikában nagy

haladást vár belátható időn belül. *Gordos Géza*, a távközlés professzora, a beszéd-funkciók mesterséges megvalósításának elismert tekintélye rövid távra határozottabb véleményt kockáztat meg saját szakterületéről: a következő öt év a beszédtechnológia óriási előrelépését hozza, ennek nyomában pedig gyökeres változás remélhető az ember-gép kapcsolatában, az irányítás verbálisan történhet majd, felszabadul a kéz és a szem.

Más diszciplínák képviselői csak mellékesen beszélnek a jövőről, adósok maradnak a kötet cím ígérétének beváltásával. Annál gazdagabb képet adnak valamennyien *életükről, pályafutásukról*, tudományos kudarcaikról és sikereikről. Plasztikus portrék rajzolódnak ki az interjúkból.



*Paul Berg* például orvos szeretett volna lenni, két könyv azonban, *Sinclair Lewis* *Arrowsmith* című regénye és *Paul de Kruif* *Mikrobavadások*ja a kutatás felé terelte érdeklődését. Emlékezik tanárára, *Miss Wolfera*, aki remek pedagógusként irányította első lépteit. Egy másik kiválóság, *Aaron Klug*, a Royal Society Nobel-díjas elnöke szintén a *Mikrobavadásoktól* kapta az indítást a tudományos pályára. *Lovász László* szülei előfizettek a Középiskolai Matematikai Lapokra, s mindjárt az első számban megragadta a kisdíák képzeletét *Erdős Pálnak* az elemi geometriáról szóló cikke – ez lett a „veszte”. *Gordos Gézá*t szintúgy már kiskorában lenyűgözte az egyszeregy tiszta, világos logikája. *Falus András*t – mint *Paul Berget* – az orvosi pálya vonzotta; később a *Straub F. Brunó*

vezette Biokémiai Intézet szakkörében megismerkedett a molekuláris biológia akkor kitáruló izgalmas világával, s ez az élmény határozta meg további útját. Az 1976-ban orvosi Nobel-díjjal kitüntetett *Carleton D. Gajdusek* gyermekkori emlékei között tartja számon az otthoni magyar „konyhaköltevények” izeit, a fertőző betegségek kialakulásának és terjedésének mechanizmusát felfedező tudós anyja ugyanis magyar származású volt.

Helyenként különös sorsok, drámai élethelyzetek tárulnak fel a kötet oldalain. *Jane Lubchenko* ukrán születésű, amerikai tengerbiológus elmeséli, hogy nagyapja a Titanicon akart volna az Újvilágba utazni. Megváltotta a jegyét, ám a Londonba induló moszkvai gyorsot lekészte, s így a következő hajóval kelt át az óceánon; ez a szerencsés véletlen mentette meg életét, másképp ő, az unoka sem lenne a világon. *Szergej Kapica* fizikustól megtudjuk, a szovjet vezetés hogyan csábította haza édesapját, a világhírű Nobel-díjas fizikust, hogy aztán ne engedjék többé külföldre. Szoros megfigyelés alatt tartották, megfosztották intézetigazgatói állásától, mert szolidaritást vállalt az üldözött tudósokkal, a többi között Andrej Szaharovval. Meglepő kettős pályakezdésről vall *Rybach László*, aki 1956-ban letartóztatása elől menekült Svájcba. Már soproni tanulmányai közben járt zeneiskolába, ekkor adták elő első zeneművét is, azután a zürichi, majd a baseli zeneakadémián karmesteri diplomát szerzett, egylejűleg a zürichi műegyetemen a földtudományokban képezte magát. Franciaországban karmesterversenyt nyert, dirigenként sok helyütt megfordult, és mindeközben nemzetközi rangú geofizikus lett.

Többen is elárulják, hogy „szenvedély-betegek” a kutatás szenvedélyének rabjai, s munkájuk hasonlíthatatlan örömmel tölti el őket. Az elhivatottság szép példáját mondja el Jane Lubchenko. Férje is, ő is főállású egyetemi oktatók voltak, s gyermekre vágytak. Más házaspárok esetében ilyenkor a férfi megtartja tanszéki állását, s az asszonyra marad a házi tűzhely. Ők azonban mindketten szerették munkájukat, s a boldog családi kört sem akarták nélkülözni. Kerestek tehát egy olyan egye-

temet, amely hajlandó kipróbálni az általuk „feltalált” új modellt. Az oregoni állami egyetemen ketten kaptak egy tanszéki állást, amit két fél munkaidőre osztottak fel egymás között. Így mindketten taníthattak, folytathatták a kutatást, s maradt idejük a gyermekekre is. Szenvedélyes hivatástudatot tükröz Gajdusek professzor „mániája” is: naplót vezet, s ebben feljegyez mindent, ami eszébe jut, hogy felszínre hozza az esetleg álomvilágban kicsirázott ötleteket, eljuttasson velük, latolgassa, megfogalmazza őket. Nem érdekli, hogy feljegyzéseit elolvassa-e valaha valaki, s az sem, hogy netán ellentmondásba keveredik önmagával vagy nevétségessé válik. Ezek a spontán papírra vetett írások végül is nagy segítséget jelentettek kutatásaiban, inspirálták, jó irányba kalauzolták, mások számára is megvilágították elképzeléseit és tapasztalatait. Már mintegy negyven kötetet publikált belőlük.

Rokonszenvet ébreszt valamennyi interjúalany közös jellemzője, a *társadalom iránt érzett roppant felelősségtudat*. A Nobel-díjas *Sherwood Rowland*, aki felfedezte a szórópalackokban alkalmazott freon ózonpusztító hatását, fáradhatatlan küzdelmet folytatott, míg a hivatalos fórumokat rádöbbsentette az ebből származó szörnyű veszélyre – „megakadályozta bolygónk öngyilkosságát”. *M. S. Swaminathan* professzor, az indiai „zöld forradalom” vezető alakja a gazdag és a szegény országok közötti szakadék mélyülésére mutat rá, szerinte gazdasági, műszaki és tudás-apartheiddel lépünk be az új évszázadba. Ez az álláspontja *Atta-Ur-Rahman* pakisztáni professzornak, az UNESCO tudományos díja 1999. évi kitüntetettjének is, s a Világbank negatív szerepét kárhoztatja az elmaradott országok tudományos fejlesztésében, elsősorban a szakemberek képzésében.

Az egyik fejezetben *Láng István* akadémikus, a világtalálkozó szervezőbizottságának magyar elnöke összegzi a konferencia sokirányú, számszerűen kifejezhetetlen hasznát, tudományos és tudománydiplomáciai jelentőségét, *Pataki Pál*, az UNESCO végrehajtó bizottságának elnöke pedig előszavában történelmi eseménynek nevezi a budapesti tanácskozást, az itt elfogadott

nyilatkozatot és cselekvési keretprogramot. Szerinte ez az interjúkötet is fontos hozzá-  
dés a konferenciának, olyan „mellékter-  
mék”, amely kedvezően befolyásolhatja a  
tudományról és a tudósokról kialakult  
közfelfogást. Az elfogulatlan recenzens is  
erre a véleményre jut a könyv átböngészése  
után, nagyra értékeli a megszólaló tudósok  
lebilincselően színes, tanulságos megnyi-  
latkozásait s az interjúkat készítő szerzők  
felkészültségéről és céltudatos témavezetés-  
ről tanúskodó munkáját.

Mindazonáltal nem hallgatja el, hogy a  
szerkesztés nyilvánvaló gondjai sem indo-  
kolnak bizonyos aránytalanságokat. Például:  
a nyilatkozók többsége biológus,  
genetikus, sok tudományág viszont nem  
jut szóhoz, a társadalomtudományokat  
egyetlen tudós képviseli, *Glatz Ferenc*, ő is  
csak mintegy „ráadásként” a bevezető

írásával. A huszonegy megkérdéztett között  
nyolc a magyar vagy magyar származású  
tudós, s ez az arány a házigazdai „előjogok-  
ra” tekintettel is túlzás. Szemet szűr to-  
vábbá, hogy nem nagyjából azonos „súly-  
csoportba” tartozó személyek portréi köve-  
tik egymást. Lehetséges, hogy hasznos lett  
volna a gazdasági élet reprezentánsait is  
meghívni a konferenciára, nem szerencsés  
azonban egyedüliként egy üzletembert  
besorolni a bemutatottak mellé, noha  
megfontolandó gondolatokat vet fel. S végül  
egy bosszantó hibáról: Szent-Györgyi Al-  
bert nevét illendő helyesen leírni (105.,  
200. o.). (*Huszonegy tudós a huszonegyedik  
századról. Szerkesztette: Erdélyi András.  
Tertia Kiadó, 1999. 235 o.*)

*Nyárády Gábor*

## CONTENTS

<i>Rudolf Czelnai</i> : Congratulations to the Hungarian Learned Society . . .	1305
<i>Ádám Török</i> : Is the 20 <sup>th</sup> position of Hungarian science on the (imaginary) world ranking list a realistic one? . . . . .	1307
<i>Eörs Szathmáry</i> : The origin of the hereditary information . . . . .	1329
<i>István Schön</i> : The role of freemasonry in the foundation of the first national institutions of Hungary . . . . .	1339
<i>István Klinghammer</i> : What kind of species is in fact a cartographer? . . .	1352

### Tendencies in scientific research

The Forum of External Members of the Academy ( <i>Dénes Berényi</i> ) . . .	1360
<i>Balázs Gulyás</i> : The imperative of tendencies in the research of (natural) sciences . . . . .	1360
<i>Péter Kende</i> : Actual trends in social science . . . . .	1365
<i>Vince Pozsgay</i> : A most important objective – the integration of traditional disciplines . . . . .	1370

### The road we have covered

The presidential opening address of Baron Roland Eötvös (Introduced by <i>Attila Meskó</i> ) . . . . .	1375
--	------

### Hungarian medicine

<i>Ádám Demeter</i> : Application possibilities of NMR spectroscopy in drug design . . . . .	1380
--	------

### Interview

„My dream is the combination of education and research with engineering consulting...” <i>László Somlyódi</i> interviewed by <i>Zsuzsa Szentgyörgyi</i> . . . . .	1390
---	------

### Outlook

American commemoration about the foundation of the Hungarian Academy ( <i>László Filep</i> ) . . . . .	1401
--	------

<b>Book reviews</b> . . . . .	1411
-------------------------------	------

A kiadásért felelős az Akaprint Kft. ügyvezetője  
Nyomdai munkák: Akaprint Kft. 24499  
Felelős vezető: Freier László  
Szerkesztőségvezető: Hernádi Miklós  
Megjelent: 11,2 (A/5) iv terjedelemben  
HU ISSN 0025-0325