

## Tanulmány

# VILÁGHÍRÚ MAGYAR TUDÓSOK\*

## WORLD-FAMOUS HUNGARIAN SCIENTISTS

Hargittai István

az MTA rendes tagja, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
istvan.hargittai@gmail.com

### ÖSSZEFOGLALÁS

A magyar tudós kiválóságok két legismertebb csoportja az ún. „marslakók” és a Nobel-díjasok. A „marslakók” (Kármán Tódor, Szilárd Leó, Wigner Jenő, Neumann János és Teller Ede) egyaránt nagyot alkottak a tudományban és a demokrácia védelmében. A Nobel-díjasok egy-egy területen tettek mérföldköves felfedezést, mint például Szent-Györgyi Albert, Hevesy György, Békésy György, Gábor Dénes, Oláh György, Avram Hershko. Rajtuk kívül sokan mások is híresek, olyan tudósok, mint például Bolyai János, Semmelweis Ignác, Eötvös Loránd, Bartók Béla, Polányi Mihály, Lukács György, Kornai János, Furka Árpád, Lax Péter, Szemerédi Endre, Erdős Pál, Lovász László vagy olyan alkotók, mint Bíró László, Kepes György, Gróf András és Rubik Ernő. Válaszra vár a kérdés, hogy vajon valóban különlegesen sok-e a világhírű magyar tudós. Ha a válasz igen, akkor mi lehet ennek az oka, különös tekintettel arra, hogy a hazai indulás után többségük másutt bontakoztatta ki tehetségét? A tanulság ez lehet: a kisebbségi lét – nagy felhajtóerő.

### ABSTRACT

The two best-known groups of outstanding Hungarian scientists are the so-called Martians of Science and the Nobel laureates. The ‘Martians’ (Theodore von Kármán, Leo Szilard, Eugene P. Wigner, John von Neumann, and Edward Teller) had milestone discoveries in fundamental science and contributed significantly to the defense of the Free World in its struggle against Nazism and Soviet communism. The Nobel laureates, among them Albert Szent-Györgyi, George de Hevesy, George Bekesy, Dennis Gabor, George A. Olah, and Avram Hershko, made important discoveries in their respective fields. There have been further renowned scientists (using the term scientist in an all-embracing fashion, including mathematicians as well as those representing the humanities and social sciences). Examples are János Bolyai, Ignác Semmelweis, Loránd Eötvös, Béla Bartók, Michael Polanyi, George Lukacs, János Kornai, Árpád Furka, Peter Lax, Endre

\* A Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából a Magyar Tudományos Akadémán 2018. november 8-án elhangzott ismeretterjesztő előadás némileg bővített változata az előadáson bemutatott képek nélkül.

Szemerédi, László Lovász, and other creators and inventors such as Laszlo Biro, Gyorgy Kepes, Andy Grove, and Ernő Rubik. There is a question to be answered: have there been an extraordinary large number of world-famous Hungarian scientists, indeed? If the answer is yes, the next questions are: what may be the origin of this phenomenon and do our considerations have to include the fact that most of these luminaries have accomplished their successful careers in emigration? A possible conclusion may be that belonging to a minority provides powerful buoyancy.

**Kulcsszavak:** a tudomány marslakói, magyar Nobel-díjasok, kisebbségi lét, az emigrálás felhajtóereje

**Keywords:** Martians of Science, Hungarian Nobel laureates, belonging to a minority, buoyancy from emigration

## BEVEZETÉS

A magyar tudomány hungarikumai a magyar mezőgazdaság hungarikumaitól abban különböznek, hogy bár mindkettő itthonról indul, a tudományos hungarikumok gyakran csak külföldön fordulnak termőre. A világhír említésével nem pillanatnyi felforrásra, az anekdotikus 15 perces népszerűségekre gondolok, hanem tartós jelenlétre a tudomány képzeletbeli dicsőségsarnokában. Sajnos a „világhírű” jelző pontos tartalma nem definiálható. A tudományban szerzett hírnév jellegét és természetét mulandóságának hangsúlyozásával érthetjük meg a legjobban. Ha Kertész Imre ír egy könyvet, Munkácsy Mihály fest egy képet, és Bartók Béla komponál egy zongoraversenyt, azt senki más nem alkothatta volna meg. Ha nem alkották volna meg, akármeddig várhatunk, soha nem jönnek létre ezek az alkotások. Ha viszont Wigner Jenő nem alkalmazza a szimmetriaelveket az atomfizikában, Hevesy György nem jön rá arra, hogy izotópos mintákkal követhető egy metabolizmus a szervezetben, és Békésy György nem deríti fel a fül csigájában létrejövő ingerület fizikai mechanizmusát, előbb vagy utóbb valaki más megtette volna. Lehet, hogy nem pontosan úgy történt volna a felfedezés, lehet, hogy egycsapásra, vagy éppen sokkal kisebb lépésenként, és lehet, hogy a felfedezés közzététele is másképpen történt volna. Azonban a felfedezés mindenképpen létrejött volna. A tudományos felfedezők közül csak nagyon kevésnek a neve marad meg huzamosan a köztudatban, és azok sem mindig a konkrét tudományos felfedezésért. Albert Einstein nevét sokan emlegetik, de az emlegetők többségének fogalma sincs a relativitáselmületről. Einstein a közbeszéd része, mert szimbolizálja a tudományt és a tudósokat. Kevés más tudós neve szerepel hozzá hasonló gyakorisággal a közbeszédben.

A természettudományok fejlődésében a tudomány épületét inkább egy sokemeletes épületnek tekinthetjük, semmint egy nagy kiterjedésű földszintesnek. Gya-

rapodása inkább vertikális, mint horizontális. A korábbi eredmények beépülnek az alapokba, és az újabb eredmények iránti érdeklődés egyre jobban elfedi a korábbiak iránti érdeklődést. Ezért is nevezik a tudományos felfedezések dicsőségét tiszavirág-életűnek, és ez a tiszavirág-élettartam az elmúlt évtizedekben tovább rövidült. A kutatások felgyorsultak, amit nemcsak a kutatási eszközök hatalmas fejlődése segít, hanem az is, hogy a kommunikálás fénysebességgel történik. Korábban egy-egy témán akár évtizedekig is dolgozhatott valaki, abbahagyhatta, majd visszatérhetett hozzá. Ma, ha a kutatás tárgya valóban érdeklődést vált ki, versengés alakul ki akkor is, ha a résztvevőknek nem volt szándékuk versenyezni. Ez tovább növeli a kutatások sebességét.

Előadásomban nem foglalkozom a címben szereplő „magyar” jelző definiálásával sem. Témám szempontjából magyarnak tekintek minden olyan tudóst, akit általában magyarnak szoktunk tekinteni. Ebben van túlzás. Ugyanakkor ahhoz sem érzek jogot, hogy bárkit kizárjak ebből a körből. Lehet vitatkozni azon, hogy kit tekinthetünk magyarnak, amikor a Nobel-díjasaink számát próbáljuk megállapítani. Ilyen viták nemcsak nálunk vannak, de talán nálunk nagyobb jelentőségűek, mint sok más helyen. Az ok az, hogy nagyon sokan az emigrációt választották, vagy menekülésre kényszerültek, és eredményeiket külföldön érték el. Az identitás kérdésének bizonytalanságára jellemző, hogy ha összehasonlítjuk a Nobel-díjasok számát azzal a számmal, amit akkor kapunk, ha összeadjuk az egyes országok által „elszámolt” Nobel-díjasok számát, a különbség óriási.

Az identitás kérdésével és ennek megfelelően a magyar Nobel-díjasok számának kérdésével csak egyetlen vonatkozásban foglalkozom. Gyakran emlegetjük, hogy milyen sok magyar Nobel-díjas van. Ha ezt a tudomány iránti szeretetből tesszük, az rendben van. Ha ezt azért tesszük, hogy indokoljuk, miért nem kell nagyobb anyagi áldozatot hozni a tudományért, hiszen már így is kiválóak vagyunk, az nincs rendben. Ha a sok magyar Nobel-díjas emlegetésével örömeinket fejezzük ki, az rendben van. Ha ezt azért tesszük, hogy kultúrfőlényt igazoljunk a szomszédos népekkel szemben, az nincs rendben. Ha emlegetjük a sok magyar Nobel-díjast, de nem szólunk arról, miért kellett távozniuk az országból, az sincs rendben. Szóval a magyar Nobel-díjasok egyébként is nehezen meghatározható számának emlegetése nem függetleníthető attól a *szándéktól*, hogy miért emlegetjük őket és azt, hogy sokan vannak.

Az előbbieken említettek adják meg a háttérret ahhoz, amiről ma beszélni fogok, amennyiben egy impresszionista képet vázolok fel a magyar tudós világhírűségekről. Ez a kép ugyanúgy nem lehet teljes, mint ahogy nem lehet mélyre szántó sem, de adhat egy benyomást, és elég provokatív lehet ahhoz, hogy továbbgondolkodásra és érdeklődésre ösztönözzön. Előadásom célját ebben a továbbgondolkodásban és érdeklődésben látom.

Főleg a huszadik századot veszem célba, és bátrabban nyúlok az elmúlt idők tudósaihoz, mint a ma is élőkhöz. Azt is hangsúlyozom, hogy az előadás címé-

nek megfelelően a híresség szempontját előbbre helyezem, mint a felfedezések és a teljesítmény valódi nagyságát. A híresség és a valódi nagyság összhangban kellene hogy legyenek, de a való világban ez nem mindig érvényesül. Tekintsük néhány felfedező-utazó példáját. Kőrösi Csoma Sándor (1784–1842) szeretne volna felfedezni a magyarok őshazáját. Hatalmas utakat tett meg, sokszor gyalog. Tevékenysége során tibetológiával is foglalkozott, és ezen a területen érte el legmaradandóbb és hírnevet hozó eredményeit. Vámbéry Ármin (1832–1913) elsősorban a török világ kulturális emlékeinek felkutatásában ért el elismert eredményeket. Lehet azonban, hogy a leghíresebb magyar utazó-felfedező Almásy László (1895–1951) Afrika-kutató, akinek ismertsége a róla szóló gazdag irodalomnak és főleg *Az angol beteg* című filmnek köszönhető.

### A 19. SZÁZADBÓL

Nagy tudósaink közül három olyat említek meg, akik méltán ismertek a nagyvilágban. Bolyai János (1802–1860) a nem-euklideszi geometria egyik felfedezője, akinek nagyságát a szintén nemzetközileg ismert orosz Nyikolaj Lobacsevszkijéhez szokták hasonlítani. Semmelweis Ignác (1818–1865) nagyságát az angol Joseph Listeréhez mérik, de Semmelweis felfedezése a fertőtlenítés fontosságáról jóval megelőzte az angol tudósét. Lister 1867-ben a *The Lancet* orvosi folyóiratban publikálta Semmelweiséhez hasonló ajánlásait hat dolgozatban. Addigra Semmelweis már halott volt, elmebetegintézetben hunyt el tragikus körülmények között. Magyarországon méltó kultusza van, és ebben az évben születésének 200. évfordulójára emlékezünk. Semmelweis nemzetközi elismerésének egyik apró megnyilvánulása, hogy nevét bevették New Yorkban a manhattani Egészségügyi Központ (Worth street 125.) homlokzatára más híres orvosok neveivel együtt. A Bécsi Egyetemen elhelyezett emléktáblája a Bécsi Egyetem volt professzoraként emlékezik meg róla.

Nemzetközileg elismert fizikus Eötvös Loránd (1848–1919), akinek gravitációs kutatásait gyakran emlegetik Albert Einstein relativitáselméletének előfutáraként. Eötvös Loránd apja, Eötvös József (1813–1871) vallás és közoktatásügyi miniszter, és élete utolsó öt évében egyben az MTA elnöke is, tudatosan terelte a hazai mérnökképzést a tudományosság irányába. Amikor minisztersége alatt létrejött a Budapesti Műszaki Egyetem, hangsúlyozta, hogy a mérnökképzés professzorainak ugyanúgy feladata a kutatás, mint a más területeken működő professzoroknak. Az Országgyűlésnek tett 1870. április 7-i előterjesztésében a következők szerepelnek: „Mióután a műegyetemen a matematikai és természettani tudományok a vizsgálódás épp oly magaslatán és épp oly szabad tudományos módszerrel adatnak elő, mint általában minden tudomány az egyetemen, miután a mérnöki és technikai életpályára épp olyan tudományos képzettséget és képesítettséget kell az illetőnek szereznie a Műegyetemen, mint például a jogi és orvosi

pályákra készülőknek az egyetemen, [...] célszerűnek látom, hogy a törvényben mondassék ki a Műegyetemnek az állam többi egyetemeivel egyenlő állása: és hogy azután az mint egyetemi főtanoda szerveztessék.” (Németh, 2007, 36.)

### MÉRNÖKÖK ÉS FELTALÁLÓK

A Műegyetem számos kiváló, nemzetközileg elismert mérnököt és feltalálót adott. Rubik Ernő bűvös kockája meghódította a világot. Különleges emlékműve a Graphisoft parkban áll. Rubik ma az egyik leghíresebb magyar, azért is, mert alkotását nem annyira bűvös kocka, mint inkább Rubik-kocka néven ismerik világszerte. Más feltalálók szűkebb területeken lettek ismertek, de ugyancsak nemzetközileg értékelt teljesítményt nyújtottak, mint például Bay Zoltán a holdkutatóban itthon és az Egyesült Államokban, Kandó Kálmán a vasútvillamosításban itthon és Olaszországban, és Puskás Tivadar a telefonközponttal Párizsban és Budapesten. A nem mérnök Bíró László József golyóstollát nemcsak itthon és Argentínában használják mind a mai napig, hanem az egész világon. Nemzetközileg nagy feltűnést keltett a Domokos Gábor (1961–) és Várkonyi Péter (1979–) által közösen alkotott „Gömböc”, amely mindaddig az egyetlen olyan ismert homogén test, amely összesen két egyensúlyi ponttal rendelkezik (az egyik stabilis, a másik instabil).

### FIZIKUSOK

Néhány fizikus példája. Tisza László (1907–2009) magyar–amerikai fizikus, a cseppfolyós hélium különleges tulajdonságainak úttörő kutatója Budapesten tanult, majd Lev Landau mellett dolgozott, mielőtt 1941-ben az Egyesült Államokba emigrált, ahol a Massachusetts Institute of Technology professzoraként ment nyugdíjba. Gombás Pál (1909–1971) atomfizikus a fémek statisztikus elméletével foglalkozott. A Műegyetem professzoraként lett öngyilkos. Jánossy Lajos (1912–1978) sokoldalú fizikus és asztrofizikus volt, aki Bécsben és Berlinben tanult, és dublini professzoraként a kozmikus sugárzást kutatta, amikor 1950-ben hazatért. Magas akadémiai tisztségek és aktív politikai szerepvállalás jellemezte tevékenységét. Laurie Brown (1923–) részecskefizikus, majd tudománytörténész magyar bevándorló szülők gyermekeként született New Yorkban, és Richard Feynman volt a doktoránsvezetője a Cornell Egyetemen. A Northwestern Egyetem professor emeritusa. Krausz Ferenc (1962–) az ELTE-n elméleti fizikát, a Műegyetemen villamosmérnökséget tanult. Közel két évtizedig kutatott és volt professzor a Bécsi Egyetemen, mielőtt Münchenben Max Planck intézeti igazgató és a Ludwig Maximilian Egyetem kísérleti fizika professzora lett. Lézertechnológiában tett felfedezéseket, és elsőként valósított meg attoszekundumos ( $10^{-18}$  s) pulzusokat kutatásaiban. A molekulán belüli elektronviselkedést befolyásoló módszert dolgozott ki.

## TOVÁBBI KÜLÖNLEGES TELJESÍTMÉNYEK

A következő öt nevet a különleges teljesítményekért említem meg. A magyar–amerikai Kepes György (1906–2001) 1937-től élt Amerikában, a Massachusetts Institute of Technology dizájn professzoraként új irányokat hozott létre a tervezésben és fotográfiában. Andy Grove (Gróf András, 1936–2016) Budapesten kezdte tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kara vegyész szakán, és az 1956-os forradalmat követően emigrált Amerikába. Tanulmányait a City College-ban folytatta New Yorkban, majd doktorátust szerzett Berkeley-ben. Komputertechnológiában elért eredményei a legismertebbek, az Intel egyik alapítója. Marx György (1925–2002) fizikus és asztrofizikus, tudománytörténész, az Eötvös Loránd Tudományegyetem professzora visszahozta a magyar köztudatba az elszármazott, elüldözött nagy magyar fizikusokat. Barabási Albert-László (1967–) magyar–amerikai fizikus hálózat kutatásai nemzetközileg ismertek. Romániában született, Bukarestben, majd Budapesten, végül Bostonban tanult, és az Egyesült Államokban él, a Northeastern University professzora.

Talán a különleges teljesítmények között is még különlegesebb Polányi Mihály (Michael Polanyi, 1891–1976) magyar–brit tudósé; orvosból lett fizikai kémikus, majd filozófus. Előremutató felfedezéseket tett az adszorpció kutatásában, úttörően fejlesztette tovább a röntgenkrisztallográfiát és legismertebb kémiai felfedezései a reakciók mechanizmusának kutatásában születtek. Pályája egy pontján átnyergelt a filozófiához, és legismertebb műve a *Személyes tudás* című episztemológiai könyv. Kiemelkedő tudósokat mentorált, köztük későbbi Nobel-díjasokat – Wigner Jenőt (Berlinben) és Melvin Calvint (az angliai Manchesterben). Késéssel, de a nemzetközi tudományos közvélemény elismeri többszörös úttörő tevékenységét. Ha valakire, rá érvényes a tudományos felfedező magányossága, amit Robert Frosttal így jellemezhetünk: „Két út vitt át a fák sűrűjén, / S a ritkábban járt lett az enyém”<sup>\*\*</sup>.

## HUMANIÓRÁK ETC.

Előadásomban kis súllyal szerepelnek a nem a természettudományban alkotó tudósok, de hangsúlyozom, hogy a zenetudományban, művészet-történetben, filmtudományban, hebraisztikában, filozófiában, közgazdaságtanban, szociológiában, episztemológiában és számos más területen is vannak világnagyságaink. Bartók Béla nemcsak zeneszerzésben, hanem zenetudósként is világhíres. Emlékművei állnak Londonban, Brüsszelben, New Yorkban és másutt. Még néhány név a nem-

<sup>\*\*</sup> Hárs Ernő fordítása.

zetközileg is jegyzett zenetudósok közül: Kodály Zoltán, Bartha Dénes, Lendvai Ernő, Szabolcsi Bence. Egy-egy névvel szimbolizáljuk a művészettörténetet, Hauser Arnoldéval, a filmesztétikát Balázs Béláéval és a hebraisztikát Komoróczy Gézáéval. A filozófus Lukács György iskolát teremtett olyan képviselőkkel, mint Heller Ágnes. A közgazdaságban nagy nevek Kornai János, Polányi Károly, a szociológiában Mannheim Károly, Szalai Sándor, az ismeretelméletben Polányi Mihály, Lakatos Imre.

### A „MARSLAKÓK”

A „marslakók” azok a kiemelkedő tudósok voltak, akik tudományos pályájukat is alárendelték a szabad világ és benne új hazájuk, az Egyesült Államok védelmének előbb a német nemzetiszocializmussal – náciizmussal –, majd a szovjet kommunizmussal szemben. A „marslakók” elnevezés onnan ered, hogy a Manhattan-tervben feltűnt, hogy sok a magyar résztvevő, és amikor Enrico Fermi ezt megjegyezte, Szilárd Leó azt válaszolta, hogy azok nem is magyarok, hanem a Marsról származnak, és csak álcázásul beszélnek magyarul. Az utóbbi időben volt az elnevezésnek tágabb értelmezése is. Marx György úgy tartotta, hogy a „marslakók” a Nyugaton sikeres hazánkfiai. Ez azonban eufemisztikus értelmezés, és elkeni az eredeti jelentést. Ugyancsak eufemisztikus jellege van annak, amikor a „marslakók” kifejezést a csoport zsidó eredetének álcázására használják. Teller Ede egyértelműen felsorolta az öt „marslakót”, és ez megfelel a fenti meghatározásnak: Kármán Tódor, Szilárd Leó, Wigner Jenő, Neumann János és Teller Ede.

A marslakók az autokrata és antiszemita Magyarországról Németországba emigráltak, majd onnan tovább az Egyesült Államokba. Ismerték egymást, de nem voltak közeli barátok. Kapcsolatukat inkább laza hálózatként lehet jellemezni. Maradandót alkottak a tudományban, de amiért igazán híresek lettek, és bennünket most elsősorban ez érdekel, az a tudományos felfedezések *alkalmazása* volt. Kármán teremtette meg az amerikai légierő tudományos alapjait, de polgári gyakorlati kérdéseket is megoldott, mint amikor felderítette egy híd összeomlásának okait, vagy kidolgozta a leggazdaságosabb erdősávtelepítés módjait. Szilárd jutott el először a maghasadásos jelenségen alapuló atomrobbantás gondolatáig, de újszerű hűtőgépre is volt (Albert Einsteinnel közös) szabadalma, sok minden egyéb mellett. A vegyészmérnök végzettségű Wigner Jenő volt a világ első nukleáris mérnöke, és a nukleáris fegyverek kifejlesztése során neki is sok szabadalma született. Wigner az akkori Clinton Laboratóriumok igazgatójaként (ma Oak Ridge Nemzeti Laboratórium) elsőként adott át radioaktív izotópokat kórházak számára orvosi felhasználásra. Neumann János, akinek szintén volt vegyészmérnöki diplomája, úttörő szerepet játszott a tárolható programokkal működő szá-

mítógép kifejlesztésében, és maga is részt vett számítógép-építésben. Részesen volt az atombomba és a hidrogénbomba kifejlesztésének. Megfigyelőként jelen volt az első atomrobbantáskor, és a robbantás után azonnal a helyszínrre sietett (valószínűleg túl korán, ami egészségét károsan befolyásolhatta). Végül Teller Ede meghatározó munkát végzett a reaktorbiztonság megteremtésében, és egyik legfontosabb tudományos eredménye, a széles körben alkalmazott BET-egyenlet szintén gyakorlati célokat szolgál.

Teller Edét méltán tekinthetjük világhíres tudósnak. Ehhez is kell bizonyos kvalifikáló megjegyzést fűzni. Még akkor is, amikor Teller a legismertebb volt, elsősorban a fegyverkezéssel kapcsolatos tevékenysége és politikai szereplése tette híressé, egyesek szerint hírhedté, és nem a tudományban tett, egyébként szintén jelentős felfedezései. Teller legfontosabb tudományos felfedezései az atomfizikában születtek, de fizikai kémiában tett felfedezései több idézetet hoztak számára, mint az atomfizikaiak. Teller maga is úgy nyilatkozott, hogy ha valamiért Nobel-díjat kellett volna kapnia, az a BET-egyenlet volt. Ezt az egyenletet alkotóiról, Brunauer Istvánról (Stephen Brunauer, 1903–1986), Paul Emmetről (1900–1985) és Tellerről nevezték el. Gázok felületen történő adszorpcióját adja meg, és például felületek meghatározására kiterjedten alkalmazzák. Egy marék talaj teljes felülete akkora, mint egy focipálya. És hogy mennyire fontos a felület nagyságának ismerete? A szénben nagy mennyiségű metángáz van, ami a szén kibányászása során azzal párhuzamosan, ahogy megnő a szénfelület, szabadul ki. Ezért fontos a felület nagyságának meghatározása, mert a kiszabaduló nagy mennyiségű metán robbanáshoz vezethet, és a múltban sok bányásztragédiát okozott.

A „marslakók” tevékenységéről kötetek szólnak, itt most egyetlen kérdést tesz fel. Hogyan alakult ki, hogy prominens szerephez jutottak az amerikai védelemben? Amikor szóba került, hogy bekapcsolódjanak az amerikai háborús felkészülésbe, már minden addig ismert védelmi munkában jócskán dolgoztak jeles fizikusok, matematikusok és kémikusok. Az atomprogram volt az, amely akkor alakult, amikor a „marslakók” részvétele a védelemben felmerült. Részvételük a programban annál is kézenfekvőbb volt, mert kezdeményező szerepet játszottak benne. Akkor még inkább idegennek, mint amerikaiak számítottak, és az atomprogram első bizottságába nem is akarták bevenni őket, mígnem kiderült, hogy nélkülük nem lenne mivel foglalkoznia a bizottságnak.

Ha volt valaha meghatározó szerepe valamiben magyar tudósoknak, akkor az amerikai atomprogramban való részvételük valóban az volt. Ezért is helytelen ennek a szerepnek az alábecslése oly módon, hogy még a valóságosnál is nagyobb szerepet tulajdonítanak a magyar tudósoknak. Arra az anekdotára utalok, amely szerint, amikor az egyik alkalommal az USA Atomenergia Bizottsága ülésezett, és az egyik tag elhagyta az üléstermet, valaki felvetette, hogy most már magyarul folytathatják a megbeszélést. Az anekdota ezzel arra utal, hogy egy kivétellel a bizottság minden tagja magyar volt. A valóságban az Atomenergia Bizottságnak

több évtizedes működése során összesen csak egyszer volt magyar tagja, Neumann János személyében, és az ő működését tragikusan lerövidítette betegsége. A bizottság mellett működő Általános Tanácsadó Testületnek, amely inkább tudósokból állt, inkább lehetett volna több magyar tagja, de annak is egy-egy időszakban legfeljebb egyetlen magyar tagja volt.

A magyar tudósok részvétele az amerikai atomprogramban világhírt hozott számukra, és ezt nem csorbítja sem a politikájuk, sem pedig az a tragikus esemény, hogy a segítségükkel létrehozott atombombákat 1945 augusztusában bevetették. A magyar tudósok teljesítményéről még Japánban, Hirosimában is tisztelettel és elismeréssel nyilatkoztak személyes tapasztalatom szerint. Bármilyen megfontolások szerepelhetnek ma különféle revizionista elképzelésekben, az akkori tények szerint több százezer amerikai és szövetséges katona életét és több millió japán katona és polgár életét mentette meg az, hogy nem került sor a japán szigetek inváziójára.

#### NOBEL-DÍJASOK

A magyar Nobel-díjasokat két csoportban sorolom fel. A felsorolás inkluzív, mindenkit megemlít, aki valamilyen szempontból itt felsorolható.\*\*\*

##### MAGYARORSZÁGI SZÜLETÉSŰ NOBEL-DÍJASOK

Lénárd Fülöp, fizika 1905

Szent-Györgyi Albert, élettan vagy orvostudomány 1937

Hevesy György, kémia 1943

Békésy György, élettan vagy orvostudomány 1961

Wigner Jenő, fizika 1963

Gábor Dénes, fizika 1971

Oláh György, kémia 1994

Kertész Imre, irodalom 2002

Avram Hershko, kémia 2004

Itt most csak egy-egy példát emelek ki, de természetesen minden kitüntetett külön fejezetet érdemelne, viszont megemlítek néhány nem Nobel-díjas tudóst is a teljesebb benyomás kialakítása céljából.

\*\*\* Herta Müller nevét csak azért említem meg, kivételként, mert szerepel az MTESZ székházának falán látható, 2002-ben felavatott márványtáblán: „Nobel-díjasaink a XXI. században”. Semmilyen ok nincs arra, hogy magyar vagy akár magyar származású Nobel-díjasnak tekintsük.

Szent-Györgyi volt az egyetlen tudományos díjazott, aki Budapestről indult el Stockholmba, hogy átvegye a Nobel-díjat, és kutatásainak nagy részét is Magyarországon végezte. A többiek mind választott másik hazájukban éltek a kitüntetés idején. Viszont érdemes azt is számontartani, hogy Békésy György (1899–1972) Nobel-díjas felfedezéséhez vezető kutatásaival már itthon eljegyezte magát. Budapesten született, de gyermekkorát főleg külföldön töltötte – édesapja diplomata volt. Békésy Németországban, Svájcban, Törökországban és itthon tanult, és fizikai doktorátusát a Budapesti Tudományegyetemen szerezte. 1924-től 1946-ig a Magyar Posta kísérleti laboratóriumában kutatott és 1939-től a kísérleti fizika professzora is volt a Tudományegyetemen. 1946-tól élt külföldön, Svédországban, majd az Egyesült Államokban, ahol a Harvard Egyetem, majd a Hawaii Egyetem professzoraként dolgozott. Nobel-díját a fül csigájában létrejövő ingerület fizikai mechanizmusának felderítéséért kapta.

Még pályája kezdeti szakaszában a fül anatómiájának tanulmányozásához az orvostanhallgatók által használt modelleket Békésy nem találta elég részletesnek, ezért Kiss Ferenc anatómiaprofesszortól kapott egy emberi fejet. Egy sebészt kért meg, hogy a fej egyik felét darabolja fel, hogy eljussanak a fület alkotó csontokig. Ekkorra azonban szinte semmi sem maradt, amiből Békésy tájékozódhatott volna. A fej másik felét Békésy maga darabolta szét, és ez a kísérlet már azonosítható csontocskákat eredményezett. Ezek szépsége ragadta meg annyira, hogy egy életre elkötelezte magát a vizsgálatok folytatására. Felfedezései döntő hatással voltak az audiológia és a klinikai gyakorlat továbbfejlődésére.

## ORVOSBIOLÓGUSOK

Szent-Györgyi Albert leghíresebb felfedezése a C-vitamin azonosítása volt az aszkorbinsavval, és ebben meghatározó szerepet játszott egy hungarikum, a szegedi paprika. Szent-Györgyi munkatársai is a nemzetközi kutatói közösség elismert tagjai lettek: Banga Ilona, Straub F. Brunó, Laki Kálmán, Guba Ferenc. Szent-Györgyi csak 1937-es Nobel-díja után lett 1938-ban az MTA rendes tagja, de már előtte is nagy nemzetközi tekintélynek örvendett.

Szent-Györgyi jelenléte is erősítette azt a nemzetközi konferenciát, amelyet Huzella Tivadar (1886–1950) rendezett 1932-ben Budapesten a sejt felfedezésének centenáriuma emlékező. Huzella a szövettan professzora volt, és nemzetközi tekintélyű tudós, aki úttörő szerepet játszott a sejtközötti állomány kutatásában. Mellette indult el a világsiker felé Balázs Endre (1920–2015), aki idővel a hialuronsav fizikai-kémiai módszerekkel történő tisztításával tette elérhetővé ezt a poliszacharidot többféle orvosi és kozmetikai alkalmazásokra. Az alkalmazás egyik első példája volt, amikor egy lesérült milliódolláros versenyló nem sokkal egy nagy verseny előtt nem tudott lábra állni. A tulajdonos és a zsoké több hónapos várakozásra és lassú

gyógyulásra számíthatott. Egyetlen hialuronsav injekció azonban „csodát művelt”. A ló két napon belül lábra állt, és hamarosan folytathatta az edzéseket is, hogy még idejében felkészüljön a versenyre. Ma milliók ízületeit kezelik hialuronsavas készítményekkel, elsősorban térdfájdalmakon segítve, de további ízületek kezelését is fokozatosan engedélyezik. Tíz éven keresztül Balázs Endre volt a New York-i Columbia Egyetem szemészeti intézetének kutatási igazgatója. Ebben az intézetben dolgozta ki Bitó László az ugyancsak világsikert hozó Xalatan cseppeket a glaukóma kezelésére.

Orvosi vonalon még két nevet említek meg, mindkettőhöz világhírű felfedezés tartozik, Kaposi Mór nevéhez a Kaposi-szarkóma, Selye János nevéhez a stressz felismerése.

Szentágotthai János nemcsak nemzetközi sikereket elért agykutató volt, hanem ugyancsak nemzetközileg elismert iskolát teremtett. Ennek az iskolának a hatása is ott volt abban a kitüntetésben, amelyet egy háromtagú magyar tudóscsoport kapott 2011-ben. A dán alapítású ún. Agy-díjjal az első alkalommal kitüntetettek: Buzsáki György a New York Egyetemen, Freund Tamás az MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetében, Somogyi Péter az Oxfordi Egyetemen dolgozik. Buzsáki tanítómestere Grastyán Endre volt.

Kuffler Vilmos (Stephen W. Kuffler, 1913–1980) az idegtudományok nagy úttörője volt, pályájának csúcán a Harvard Egyetem professzora. Tápon született, és Bécsben tanult. Két tanítványa 1981-ben, egy harmadik 2000-ben kapott Nobel-díjat. Ha Kuffler egy évvel tovább él, ma eggyel több Nobel-díjasunk lenne.

Klein György (1925–2016) korának egyik legelismertebb rákkutatója és immunológusa volt. Sokak szerint csak azért nem lett Nobel-díjas, mert évtizedekig fontos szerepet játszott abban, kik kapjanak élettani vagy orvosi Nobel-díjat, és ezzel kizárta önmagát a lehetséges jelöltek közül.

Pető András (1893–1967) nemzetközi híró és nemzetközileg elterjedt módszere reményt ad a mozgásszervi problémáktól szenvedő gyerekeknek és szüleiknek. Tanításait az egész világon követik.

## KÉMİKUSOK

Szakmai körökben méltán tekintik Oláh György kémiai Nobel-díjast híresnek, de ez a híresség szűkebb körökre korlátozódik, mint amilyen például Teller hírneve. Oláh a karbónium-kémia terén elért eredményeiért kapta a Nobel-díjat 1994-ben. Eredetileg azonban híressége onnan eredt, hogy eldöntött egy nagy érdeklődés mellett sok évig húzódo vitát két ismert amerikai kémikus között. Ez a vita arra vonatkozott, hogy egy fontos kémiai reakció milyen mechanizmussal játszódik le. Ismertek voltak a kiindulási anyagok, és ismertek voltak azok a termékek, amelyek a reakció során keletkeztek. A két tudós azon vitatkozott, hogy a kiindulás és a reakció befejezése között mi játszódik le. Olyan volt ez, mintha látnánk a *Ham-*

let nyitó- és zárójelenetét, és ki kellene találnunk, hogy közben mi történik. Nem volt vita arról, hogy miből indul a reakció, és mire jut, mert ezt mind kísérletileg észlelték. Felvetődhet a kérdés, hogy miért fontos azt kideríteni, hogy mi történik közben. Azért fontos, mert ha tudjuk, hogy mi történik közben, akkor képesek lehetünk befolyásolni a történéseket, és olyan más anyagokhoz jutni, amelyekre szükségünk van. Oláhnak sikerült a reakció közti termékeinek élettartamát meghosszabbítani, és ezzel felderíteni azok mibenlétét. Mivel a két vitatkozó ismertsége az egész vitát sok ezer kémikus figyelmének középpontjába állította, a vitát megoldó Oláh is a figyelem középpontjába került. Ez volt a kiindulása az egyébként alig ismert, menekült kémikus hírnevének. Ebből az eredeti munkából fejlesztette tovább Oláh azokat a felfedezéseit, amelyekből egy új kémia született, a reakcióképes szénhidrogének kémiája, és amelyért Nobel-díjat kapott.

Zechmeister László (1889–1972) Győrött járt iskolába, egyetemi tanulmányokat a zürichi ETH-n végzett. Olyan kiválóságok mellett dolgozott, mint a Nobel-díjas Richard Willstätter és a későbbi Nobel-díjas Hevesy György. Nemzetközi hírneve elsősorban a kromatográfias módszerek fejlesztéséből származik. Sokáig a Pécsi Egyetem szerves kémia professzora volt, de 1940-ben az USA-ba távozott, és a California Institute of Technology szerves kémia professzoraként dolgozott nyugdíjazásáig.

Somorjai Gábor (1935–) a felületi kémia úttörő kutatója, akinek mind az elméleti felfedezéseit, mind az alkalmazásokat fontos díjakkal jutalmazták. Amikor 2007-ben Gerhard Ertl kémiai Nobel-díjat kapott a szilárd felületen lejátszódó kémiai folyamatok tanulmányozásáért, a szakmai közösség rosszul fogadta, hogy Somorjai kimaradt az elismerésből.

Szejtli József (1933–2004) vegyészmérnök a ciklodextrin nemzetközileg elismert vezető kutatója alapította meg a ma is virágzó Cyclolab kutatási-fejlesztési laboratóriumot.

Furka Árpád (1931–) szerves kémikus ugyancsak híres tudós, ráadásul tudományos kérdésekben az egyik legeredetibb gondolkodó, akivel valaha is találkozottam. Indulása nehéz volt, a körülményei majdnem megakadályozták abban, hogy egyáltalán elinduljon tudományos pályán. Szakérettségizett, és végül az ELTE szerves kémia professzoraként ment nyugdíjba. Az 1980-as években feltalálta a kombinatorikus kémia módszerét, amely szinte korlátlan számú peptid vagy fehérje egyidejű előállítását teszi lehetővé. A hazai támogatás hiánya is hozzájárult ahhoz, hogy érdemeit csak lassan és nehezen ismerték el. Prioritását egyértelműen biztosította, de eredményének lassú nemzetközi publikálása idején mások szabadalmaztatták az általa leírt módszert. Amikor sikeres „külföldre szakadt” tudósainktól megkérdezik, hogyan alakulhatott volna pályájuk itthon, Furka Árpádét lehetne kontrollkísérletnek tekinteni. Legnagyobb akadály a szakmabeli kollégáinak jobb esetben értetlensége, rosszabb esetben féltékenysége volt.

A Nobel-díjat Alfred Nobel eredeti szándéka és végrendelete szerint egy-egy jól meghatározott felfedezésért adják, amely az emberiséget szolgálja. Ez lehet

nemcsak alkalmazott felfedezés, lehet alapkutatói eredmény is, amely előreviszi a tudományt. Ritka esetben életműért ítélik oda a Nobel-díjat, de ilyen esetben is igyekeznek valamilyen jól körülhatárolható eredményhez vagy felfedezéshez rendelni a kitüntetést. Ilyen életmű jellegű volt Wigner Jenő Nobel-díja 1963-ban.

#### TOVÁBBI NOBEL-DÍJASOK

A következő névsor olyan Nobel-díjasok neveit tartalmazza, akik nem Magyarországon születtek, de legalább egyik szülőjük magyar volt.

Bárány Róbert, élettan vagy orvostudomány 1915

Zsigmondy Richárd, kémia 1925

D. Carleton Gajdusek, élettan vagy orvostudomány 1976

John C. Polanyi, kémia 1986

Eli Wiesel, béke 1986

Előfordul, hogy a díjazott nem azt a felfedezést tartja legfontosabb teljesítményének, amiért a díjat kapta. Erre példa Carleton Gajdusek (1923–2008). Az élettani vagy orvosi Nobel-díjat 1976-ban kapta meg Baruch S. Blumberggel megosztva a fertőző betegségek eredetére és terjedésére vonatkozó új mechanizmusok felfedezéséért. Gajdusek idegrendszeri betegséget fedezett fel, a kurut, Új-Guinea kőkorszaki fejlettségű közösségében. A kuru a kannibalizmus miatt a halott rokonok tetemének elfogyasztása révén terjed. A kór sokban hasonlít világszerte elterjedt demenciás betegségekhez, amelyeket új típusú vírus okoz. Eredményei értékesek voltak a modern orvostudomány számára. Gajdusek viszont legalább annyira értékesnek tartotta azokat a megfigyeléseit, amelyeket akkor tett, amikor először látogatott meg kőkorszaki kultúrájú közösségeket, amelyek persze az ő megjelenésével azonnal meg is változtak. Ezek olyan megfigyelések voltak, mint a csillagászatban egy rejtélyes kozmikus esemény megfigyelése. Egyik sem reprodukálható esemény, tehát kivételes felfedezés, mert a tudományos felfedezésekkel szemben általában követelmény, hogy reprodukálhatók legyenek.

#### MATEMATIKUSOK

A matematikában nincs Nobel-díj, de vannak más magas rangú kitüntetések. Talán a norvég kormány által a Norvég Tudományos Akadémia döntése alapján adományozott Abel-díj van a Nobel-díjhoz legközelebb. Az első Abel-díjat 2003-ban adták ki, és azóta két esetben is magyar matematikus nyerte el, Lax

Péter 2005-ben és Szemerédi Endre 2012-ben. Matematikai Wolf-díjat kapott Erdős Pál (1983), Lax Péter (1984), Lovász László (1999) és 2000-ben a budapesti születésű, részben magyar származású amerikai matematikus, Raoul Bott (1923–2005). (Fizikai Wolf-díjat kapott Telegdi Bálint 1991-ben és kémiai Somorjai Gábor 1998-ban.)

Az örökmozgó Erdős Pál matematikus híressége nem kitüntetéseinek köszönhető. A matematika sok területén dolgozott, és nagyon sok matematikussal volt közös munkája. Az Erdős-szám rangot jelent a matematikusok között. Erdős Erdős-száma 0, azok Erdős-száma 1, akik társszerzői voltak. Az Erdős-szám 2 azoké, akik társszerzők 1-es Erdős-számú matematikussal, és így tovább. Kimutatták, hogy a világ vezető matematikusai általában alacsonyabb Erdős-számmal rendelkeznek, mint azoknak a matematikusoknak a többsége, akikhez egyáltalán rendeltek Erdős-számot (268 ezer ilyen matematikus van). Lax Péter sohasem volt társszerző Erdőssel, de Erdős egyik cikkében lábjegyzet hivatkozik Lax valamelyik eredményére. Lax szerint ennek megfelelően Lax Erdős-száma  $\frac{1}{2}$ , ami egyedülálló. Erdős hírnevét embersége is növelte, könyveket írtak és díjakat neveztek el róla.

Sok más magyar matematikus is híres elsősorban matematikus körökben; íme néhány további név: Fejér Lipót, Fejes Tóth László, Fuchs László, Haar Alfréd, König Gyula, Lánzos Kornél, Rényi Alfréd, Riesz Frigyes, Szegő Gábor, Turán Pál, T. Sós Vera. Pólya György és Péter Rózsa hírnevét sikeres könyvek valószínűleg hosszabb távon biztosítják, mint a matematikát kutatók tudományos felfedezései.

## NŐK

Legalább szimbolikus elismerésként megemlítek négy kiemelkedő női tudóst, már csak azért is, mert a Magyar Tudományos Akadémia rosszul áll a nők tudományos teljesítményének elismerésében. A magyar–amerikai Telkes Mária (1900–1995), fizikus, fizikai kémikus, a napelemek és alkalmazásuk kutatásában tűnt ki. Banga Ilona (1906–1998), biokémikus, az izomfehérjéket kutatta, és tett felfedezéseket. Heller Ágnes (1929–), filozófus, az etika, esztétika és filozófiatörténet kutatója. T. Sós Vera (1930–), matematikus, számelméleti és kombinatorikai kutatásai világszerte elismertek.

## MÁRTÍROK

Megint csak szimbolikus elismerésként, mert ezen a területen is vannak Akadémiánknak adósságai, megemlítek három olyan kutatót, akik már eljutottak határainkon túlnyúló hírnévhez, hogy aztán a zsidóüldözés összetörje reményei-

ket, tudományos ígéretüket, és kioltja az életüket. Richter Gedeon a nemzetközi gyógyszerkutató és gyógyszergyártás jelentős tényezője volt. A Horthy-idők utolsó éveiben megfosztották munkájától, a nyilasok pedig az életétől. Bródy Imre fizikust Max Born a legtehetségesebb fiatal munkatársának tekintette. Auschwitzban végezte. König Dénes matematikus a gráfelmélet úttörője volt, akinek 1936-ban megjelent könyvét még 1990-ben is érdemesnek tartották angolul kiadni. A nyilas hatalomátvétel után öngyilkos lett.

### KÖNYVEK

Néhány olyan könyvet is megemlítek, amelyek túlmennek a speciális tudományos monográfiákon és széles olvasóközönséget értek el (természetesen angol nyelven, akár eredetiben, akár fordításban). Ezek a könyvek szerzőiknek esetenként akár a tudományos felfedezésekkel megszerzett hírnevüknél tartósabb hírnevet biztosíthatnak. A felsoroltak között van két könyv, amelyek szerzői nem tudósok voltak, hanem írók, de az itt említett könyvek ismertté váltak, és a tudományos közösség számára is nagy értéket képviselnek.

Karinthy Frigyes, *Utazás a koponyám körül* (1937). Oliver Sacks, neurológus szerint „az első önéletrajzi elbeszélés, amely agybeli utazásról szól, és továbbra is az egyik legjobb”. A könyv angolul 2008-ban jelent meg.

Arthur Koestler, *Alvajárók* (magyarul 1996, angol eredeti 1959), *Teremtés* (magyarul 1998, angol eredeti 1964).

Polányi Mihály, *Személyes tudás* (magyarul 1994, angol eredeti 1958).

Simonyi Károly, *A fizika kultúrtörténete* (1978).

Szilárd Leó, *A delfinek hangja* (magyarul 2005, angol eredeti 1961).

### TANULSÁGOK?

Az előbbieken, messze a teljesség igénye nélkül sok világhírességet említettem meg, de azért felvetődik a kérdés, hogy indokolt-e külön beszélni világhírű magyar tudósokról? Éleesebben megfogalmazva: több világhírű magyar tudós van-e, mint amennyi világhírű tudós van hasonló helyzetű és nagyságú országokban? Lehetséges, hogy nálunk többen mennek olyan pályákra, amelyek nemzetközileg beválthatók, és a tudomány ebből a szempontból privilegizált. Lehet, hogy ebben szerepet játszik a magyar történelemben gyakori bizonytalan gazdasági és politikai helyzet, amelyben mindent el lehet veszíteni egyik napról a másikra, amikor csak az igazán a miénk, ami bennünk van, ami a tudásunk?

A nagyszámú tudományos tehetség megjelenésében tényező lehet az ország olvasztótégely jellege. A sokféle kultúra találkozása elősegíti a kreativitást. Bár az országon belül nagyfokú az immobilitás, egy jelentős réteget a mobilitás jellemez. Ez a réteg készen áll arra, hogy elhagyja az országot, és másutt érvényesüljön. És ezt sokan meg is teszik. Ez a nemzetközi mobilitás hasznukra van az egyéneknek, és hasznára válik a nemzetközi tudományosságnak is. Hasznára lehetne az országnak is, ha a mozgás kétirányú lenne, de általában nem az, így csak a dicsőségből részesülhetünk olyan mértékben, amilyen mértékben magunknak tekintjük azoknak a teljesítményét, akik elmentek.

Wigner Jenő megjegyezte, hogy az emigráns lét hatalmas mozgósító erő. Wigner a kiváló budapesti középiskolákat is fontos tényezőnek tartotta, de még náluknál is inkább meghatározónak az emigráns létet: „Budapest kiváló középiskolái nagyszerű indítást nyújtottak. Még nagyobb szerepe volt *kényszerű* emigrálásunknak. Emigrálni fájdalmas dolog, de egy tehetséges fiatalra ösztönzőleg hat.” (Hargittai B.–Hargittai I., 2016, 124.)

Az emigráns gyökeret akar eresztetni, érvényesülni akar, és ez az ambíció a siker ígéretét hordozza. A kisebbségi lét a legjobbakra ösztönzőleg hat, *a kisebbségi lét óriási felhajtóerő*. Ehhez nem is kell külföldre menni, és ez a kisebbségi lét az, amit a zsidó értelmiségiek már Magyarországon megtapasztaltak. Amikor külföldre kerültek, könnyebben vették az akadályokat. Ez lehet az oka annak, hogy a fentiekben említett tudósok között olyan sok a zsidó és zsidó származású.

Soktényezős, sokváltozós kérdéssel van dolgunk, ami nem ritka a tudományos kutatásban. A modellalkotás lényege, hogy a sok tényező közül egyet kiválasztunk, azt, amit a legfontosabbnak tartunk, és a többit elhanyagoljuk, legalábbis a modell első változatában. Én ezt a kisebbségi létet választom ki döntő tényezőnek ebben az egyszerűsítő modellben. A kisebbségi létnek is sok tényezője van, és köztük van a nyelvi kisebbségi lét. A magyar nyelv elszigetelt, ami ugyanakkor hatalmas, gyönyörű irodalommal párosul. Lehet ebben a megállapításban elfogultság. Ezen a ponton Szilárd Leót hívom segítségül. Szilárdtól távol állt mindenféle magyarkodás, és felháborította, amikor magyar hátterére hivatkoztak vele kapcsolatban. Világpolgárnak, európainak és csak aztán magyarnak érezte/tartotta magát. Viszont Madách Imre *Az ember tragédiája* című műve volt az, amely számára sok vonatkozásban iránytűt jelentett.

Az okokat, hogy miért van olyan sok világhírű magyar tudós, érdekes és érdeemes vizsgálni, mert tanulságosak. Legalább annyira fontos, hogy itthon is megbecsüljük a tehetségeket, támogassuk a kibontakozásukat. Ez is hozzájárulhat ahhoz, hogy a tudósmobilitás kétirányúvá váljék.

\*\*\*

Az előadás anyagának összeállításában a következők tanácsaira támaszkodtam: Buzsáki György, Fenyvesi Tamás, Heller Ágnes, Radnóti Sándor, Simonovits András, Somorjai Gábor, Spät András, Szász Domokos, Szemerédi Endre és Kepes Anna, Tóth László, Ungvári Tamás, Vámos Tibor, Venetianer Pál, Wiegandt Richárd. A hiányosságokért és az esetleges hibákért csak engem illethet jogos kritika.

#### IRODALOM

- Hargittai B. – Hargittai I. (2016): *A marslakók bölcsessége*. Budapest: Akadémiai Kiadó  
Németh J. (2007): *A Műegyetemtől a világhírig: Képes egyetemtörténet*. Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem