

# Természet Világa

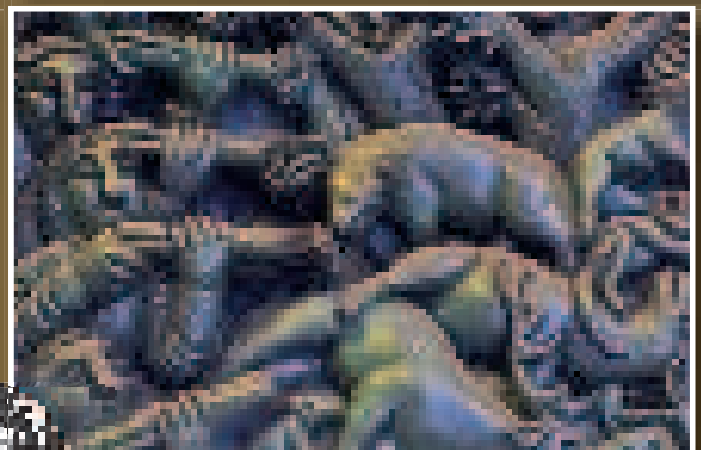
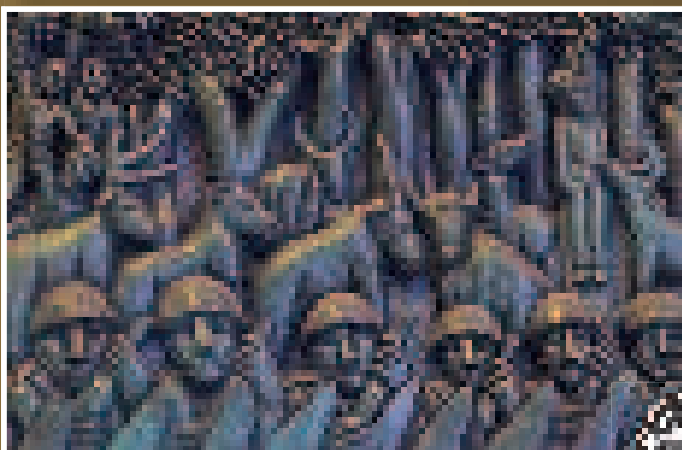
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY -

147. évf. 4. sz.

- 2016. ÁPRILIS

ÁRA: 690 Ft

Előfizetőknek: 650 Ft



- NEW YORKBAN A TUDOMÁNY
- A KROMOSZÓMATÖRÉSEK JELZÉSEI
- VÁROSKLÍMA, GLOBÁLIS ÉGHAJLAT

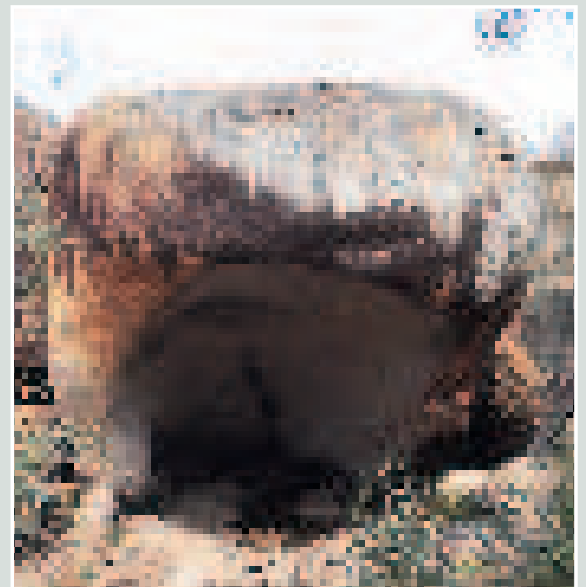
- KÓROS FEJLŐDÉS
- WEINBERG ÉS A VILÁG
- SZALAJKA FÁTYLA

■ 25 ÉVES A TERMÉSZET VILÁGA TEHETSÉGGONDOZÓ MISSZIÓJA

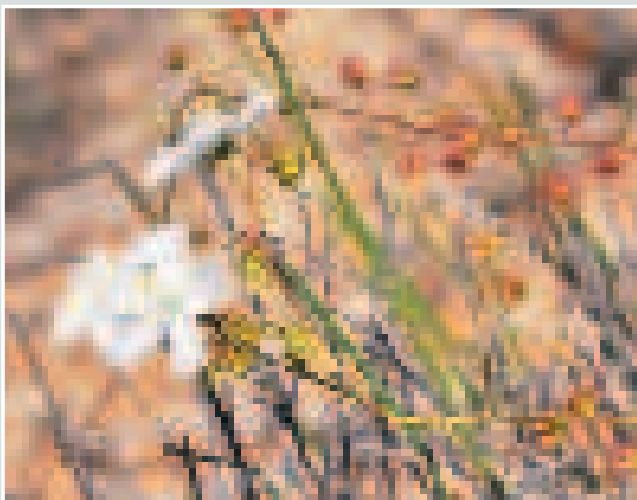
# A nyugat-ausztráliai Hullámszikla, a „Wave Rock” és környéke természeti értékei



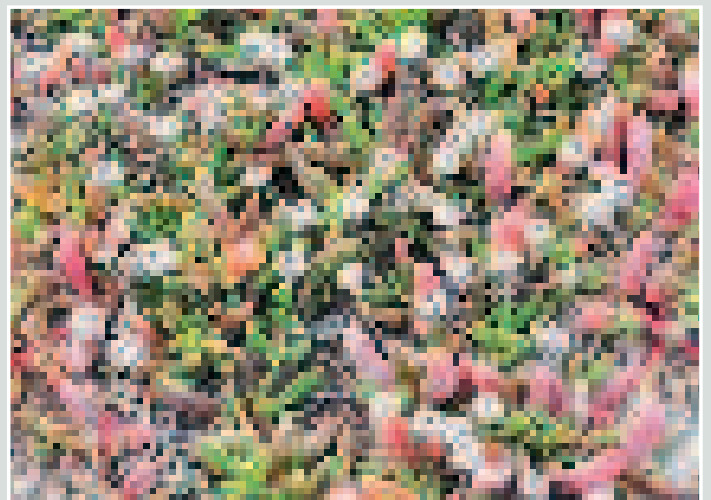
A Wave Rock 110 m hosszú és 14 m magas sziklaalakzata ijestően emelkedik a látogatók fölé



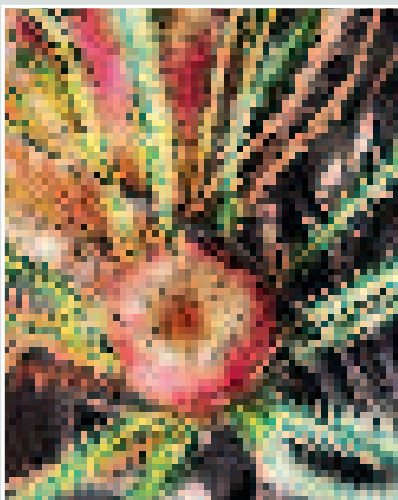
A Hyden Rock különleges gránitsziklaalakzata, a „Víziló Ásítása”



A más fajokra fölkapaszzkodó rovarfogó növény, a *Drosera macrantha*



A *Disphyma crassifolium* a szikes területek pozsgás növénye



A *Dryandra lindleyana* a tölevélrózsája közepén hozza a virágzatát



A rovarfogó *Drosera bulbosa* levelei gyakran vörös színűek

# Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ  
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben  
SZILY KALMÁN  
KIRÁLYI MAGYAR  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY  
147. ÉVFOLYAMA



2016. 4. sz. ÁPRILIS  
Magyar Örökség-díjas és  
Millenniumi Díjas folyóirat



Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap és  
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával.  
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai  
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



A kiadvány a Magyar Tudományos  
Akadémia támogatásával készült.

Főszerkesztő:  
STAAR GYULA  
Szerkesztőség:  
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.  
Telefon: 327-8962, fax: 327-8969  
Levélcím: 1444 Budapest 8., Pf. 256  
E-mail-cím: termvil@titnet.hu  
Internet: www.termesztvilaga.hu

Felelős kiadó:  
PIRÓTH ESZTER  
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja  
a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat  
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.  
Telefon: 327-8900

Nyomatás:  
iPress Center Central Europe Zrt.

Felelős vezető:  
Lakatos Viktor  
igazgatósági tag

INDEX25 807  
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:  
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat  
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.  
Telefon: 327-8950  
e-mail: titlap@telc.hu

Előfizethető:  
Magyar Posta Zrt. Hírlap üzletág  
06-80-444-444  
hirlapelofizetes@posta.hu  
eshop.posta.hu

Előfizetésben terjeszti: Magyar Posta Zrt.  
Árusításban megvásárolható a Lapker Zrt. árusítóhelyein

Előfizetési díj:  
fél évre 3600 Ft, egy évre 7200 Ft

# TARTALOM

<b>Csaba György:</b> Teratológia – 2016. Korszerűen a kóros fejlődésről.....	146
<i>E számunk szerzői</i> .....	149
<b>Hargittai István–Hargittai Magdolna:</b> New York-i séták a tudomány körül.....	150
<b>Dank Viktor:</b> Az Algyő környéki olajmező felfedezése. Második rész.....	156
Algyőre mentem volna.....	160
Miről mesélnek a kromoszómatorések?	
Beszélgetés <b>Székvölgyi Lóránt</b> molekuláris biológussal. <b>Dombi Margit</b> interjúja.....	161
A tudománytörténet „első három perce” ( <b>Both Előd</b> összeállítása).....	165
A városklímától a globális éghajlatig.	
Beszélgetés a 75 éves <b>Probáld Ferenc</b> professzorral. <b>Jankó Ferenc</b> interjúja.....	169
<b>Turcsányi Gábor–Turcsányiné Siller Irén:</b> „Hullámlovaglás” a Wave Rock sziklán.....	173
<i>HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSÉGEK</i> .....	177
<b>Lehotsky Ákos–Haidegger Tamás–Róna Péter–Szilágyi László–Wéber György:</b>	
Hogyan mossunk kezet 150 évvel Semmelweis után?.....	180
<b>Szili István:</b> A holland aranykor festőinek természetábrázolása. Első rész.....	182
<b>Bencze Gyula:</b> Miért nem lett a taxisofőr Nobel-díjas? ( <i>OLVASÓNAPLÓ</i> ).....	185
<b>Ladányi László:</b> Ilona selyme, Szalajka fátyla.....	186
<b>Rezsabek Nándor:</b> Ógyalláról Szamoára. Otto Tetens csillagász emlékezete.....	188
<i>ORVOSSZEMMEL (Matos Lajos rovata)</i> .....	189
<i>FOLYÓIRATSZEMLE</i> .....	190
<i>KÖNYVSZEMLE</i> .....	192

*Címképünk:* Hat tábla Peter Gourfain „A Föld sorsa” című 24 részes tablójából  
(© *Hargittai*)

*Borítólapunk második oldalán:* A nyugat-ausztráliai Hullámszikla, a „Wave Rock” és környéke természeti értékei (*Turcsányi Gábor* és *Turcsányiné Siller Irén* felvételei)  
*Borítólapunk harmadik oldalán:* Tudósok, művészek, felfedezők domborművei New Yorkban (© *Hargittai*)

*Borítólapunk negyedik oldalán:* 25 éves a Természet Világa Diák pályázata – Forrásvidékeink

*Mellékletünk:* A XXV. Természet–Tudomány Diák pályázat díjátadó ünnepsége. Dvoráček Ágoston: Gondolatok az évfordulón. A XXV. Természet–Tudomány Diák pályázat kitüntetett tanárai. Emlékműnk alkotója: Madarassy István. A díjazott diákokat felkészítő tanárok (1992-től 2016-ig). Diák pályázatunk Rotary-díjas tanárai. A legeredményesebb felkészítő tanárok és iskoláik. Felejtethetetlen díjátadóink. Diák pályázatunk díjalapító támogatói

## SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ,  
BAUER GYÖZÖ, BENCZE GYULA, BOTH ELŐD, CZELNAI RUDOLF,  
CSABA GYÖRGY, CSÁSZÁR ÁKOS, DÜRR JÁNOS, GÁBOS ZOLTÁN,  
HORVÁTH GÁBOR, KECSKEMÉTI TIBOR, KORDOS LÁSZLÓ,  
LOVÁSZ LÁSZLÓ, NYIKOS LAJOS, PAP LÁSZLÓ,  
PATKÓS ANDRÁS, PINTÉR TEODOR PÉTER, RESZLER ÁKOS,  
SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI, SZATHMÁRY EÖRS,  
SZERÉNYI GÁBOR, VIDA GÁBOR, WESZELY TIBOR

Főszerkesztő: STAAR GYULA

Szerkesztők:  
KAPITÁNY KATALIN (yka@titnet.hu, 327–8960)  
NÉMETH GÉZA (n.geza@titnet.hu, 327–8961)

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Titkárságvezető:  
HORVÁTH KRISZTINA

CSABA GYÖRGY  
Teratológia – 2016

# Korszerűen a kóros fejlődésről

Az ember kialakulása a megtermékenyített petesejtéből, a zigótából genetikai program szerint történik, ami az anyai és apai gének együttműködésén alapul. Amennyiben a genetikai program hibátlan, elvileg egészséges újszülött jön a világra. Az ivarsejtek azonban hozhatnak magukkal hibákat is, melyek az egyedfejlődés alatt kifejthetik hatásukat, de érhetik károsodások a géneket a fejlődés alatt is. Ezen túl, nem genetikai (például sugár, mechanikai) eredetű károsodások is befolyásolhatják a fejlődő szerveket és szervrendszereket, amelyek szintén alaki (morfológiai) változásokként jelennek meg. Az első esetben a rendellenesség örökletes, a másik két esetben viszont szerzett, de amennyiben alaki változások okoz, akkor már a születéskor észrevehető. Ezért a múlt század közepéig fejlődési rendellenességnek csak azt tartották, ami külsejében torz volt [1]. Az ilyen elváltozásokkal foglalkozó tudomány a *teratológia* (teratos görögül szörny). Nem véletlen, hogy ekkoriban az anyák első kérdése a szülés után az volt, hogy az újszülöttnek megvan-e mindene, és ha igen, az normális-e?

A korai embrionális periódusban a zigóták mintegy 70%-a elhal, a megmaradó 30%-ból lesz magzat, és ezek 3–4%-a általában kórosan fejlődött. Ahogy a méhen belüli diagnosztika fejlődött, elsősorban az ultrahang alkalmazásával, úgy lettek egyre kíváncsibbakra a kismamák magzatukra, mert már jóval korábban felfedezhetővé váltak a nagyobb embrionális, illetve magzati rendellenességek, mint azelőtt. Ez egyidejűleg megteremtette, ha azok gyógyítását csak ritkán is, hogy korai időszakban eltávolítsák őket. Emellett minél több teratogén faktort ismertek fel, annál inkább el tudták ezeket kerülni, tehát a morfológiai rendellenességgel született bábik száma jelentősen csökkent.

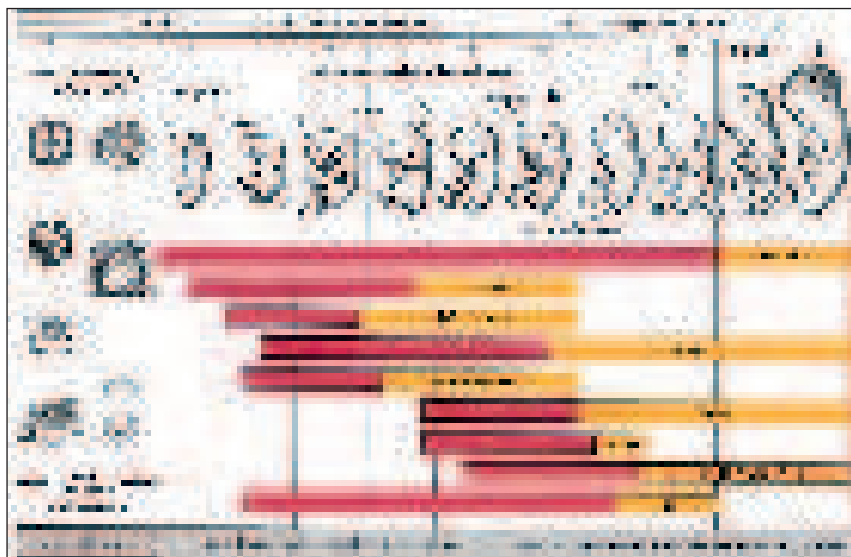
## Funkcionális teratogénitás

A múlt század hetvenes éveiben ismerték fel, hogy nemcsak alaki, hanem működéssel kapcsolatos (funkcionális) teratogénitás is létezik [2]. Ez azt jelenti, hogy az újszülött teljesen egészséges-

nek látszik, mégis magában hordoz olyan elváltozásokat, amelyek már születéskor, vagy később funkcionális károsodásban nyilvánulnak meg. Okozói szintén az egyedfejlődés alatt hatnak, de ennek inkább későbbi szakaszában, és nem azonosak azokkal a teratogénnel, melyek a morfológiai elváltozásokért felelősek. Így a teratogén fogalom kettévált: vannak a klasszikus *morfológiai teratogének* és a *funkcionális teratogének*. Mivel egyre

egyedfejlődés alatti károsodásra visszavezetni.

A morfológiai rendellenességek rendszerint az embrionális periódusban, tehát a terhesség első három hónapjában keletkeznek, mert a szervek telepei ekkor alakulnak ki. Egy 70 000 esetet feldolgozó vizsgálatból derült ki, hogy ezek jelentős része multifaktoriális, közel 30%-a genetikai (monogénes, kromoszómális) eredetű, míg 43%-ának oka ismeret-



1. ábra. Az embrió (1–3 hónap) és a magzat (4–9 hónap) érzékenysége teratogén faktorokra. A korai időszakban dominál a morfológiai, míg később a funkcionális teratogénitás

több funkcionális teratogént ismernek fel, egyesek hajlamosak feltételezni, hogy a felnőttkori betegségek igen jelentős részének ezek az okozói, vagy legalábbis ezek teremtik meg az alapokat, amin ezek a betegségek, illetve jelenségek fellépnek [3,4]. Ez természetesen nem vonatkozik a fertőző betegségekre (például kanyaróra vagy influenzára), de az anyagcserebetegségekre (például 2-es típusú diabéteszre, elhízásra) igen. Emellett kiváltói lehetnek tanulási és memória, valamint magatartási zavaroknak, esetleg pszichés, valamint keringési betegségeknek. Bizonyos immunitási és allergiás betegségek is keletkezhetnek funkcionális teratogén alapon, és egyre több betegséget tudnak

len. Ismert teratogén tényezők (például rubeola vagy gyógyszerek) mindössze 4%-ot okoznak, de egyes anyai betegségek (például diabétesz) jelentősen megnövelik a morfológiai rendellenességek (szív és gerinc) kockázatát. Minél előrehaladottabb a terhesség, annál kisebb a valószínűsége és a súlyossága az alaki rendellenességnek (1–3. ábra). Ez nem mondható el a funkcionális rendellenességekről, melyek kialakulása egy fejlettebb struktúrához kapcsolódik, a funkcionális teratogének tehát kifejezettebben hatnak a terhesség második felében. Ez azt jelenti, szemben korábbi elképzeléseinkkel, hogy a kóros fejlődés veszélye nem szűnik meg a terhesség előrehaladtával,

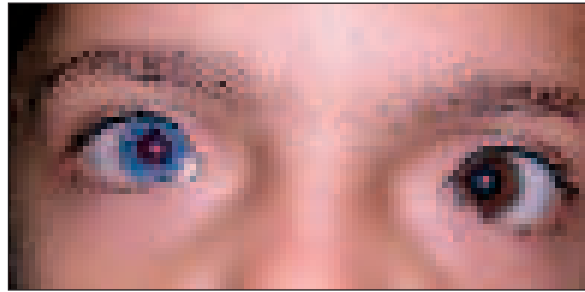
csak a morfológiaiaké, míg a funkcionális teratogenitás veszélye fennáll. Ennek hatása azonban nem a születéskor, hanem később, akár az egész élet folyamán megmutatkozhat. Ezek a megfigyelések alapjaiban döntenek meg azt a tévhitet, hogy a terhesség késői időszakában már kóros fejlődéstől nem kell tartani, és nem kell kerülni bizonyos faktorokat. Mindez természetesen felveti azt a kérdést is, hogy mikor van az a pont, amikor a kóros fejlődés lehetősége lezárul.

Az egyedfejlődés alatt az egyes szervrendszerek kialakulása nem egyidőben történik. Amikor egyes szervtelepek kifejlődése már lezajlott, vagy a fejlődés túl van a csúcson, más szervek éppen csak fejlődésük elején tartanak és a születésig be sem fejezik azt. A központi idegrendszer és az érzékszervek fejlődése jóval a születés után tetőzik, hasonló a helyzet az ivari apparátus, illetve az immunrendszer kialakulásakor is. Ráadásul vannak olyan rendszereink, melyekben a sejtek fejlődése folyamatos, az egész élet alatt tart, mint ahogy ez történik a véresejtképzés esetében. Ezen túlmenően, a szervezetben vannak potenciáikat megtartott úgynevezett őssejtek is, melyekből minden lehet, az egész szervezetet kivéve. Ezek a sejtek funkcionális teratogénekre való érzékenységüket megtartották, tehát bárkikor hajlamosak lehetnek kóros átalakulásra. Mégis vannak bizonyos pontok, melyek határt szabnak az idegen behatásoknak, vagy éppen ellenkezőleg, megkövetelik azok fellépését. Ezek közül a legfontosabbnak maga a születés látszik.

### A perinatális hormonális imprinting

A magzat születésekor kikerül védett környezetéből, az anyaméhből, ugyanakkor megszabadul (függetlenné válik) az anyai szabályozó (hormonális) hatásoktól. Ez egyidejűleg azt is jelenti, hogy ki van téve a környezet behatásainak, ki kell alakítania az ezek ellen való védekezését, miközben beállítódik a saját hormonális szabályozása. Az endokrin rendszer hormonjai (jelei) és receptorai (jelfogói) egymáshoz kell, hogy idomuljanak, mert az élet teljességében való kiegyensúlyozott együttműködésük alapvető fontosságú. Ez a perinatális hormonális imprinting időszaka, mely életre szólóan határozza meg a humorális szabályozást. A receptorokra ekkor kezdenek hatni a hormonok (bevésődés=imprinting) és tartósan ennek megfelelően állítodnak be [5,6]. A problémát az okozza, hogy a receptorok ebben az időszakban becsaphatók, és ez életre szóló károsodásukat válthatja ki. Ugyancsak ez történik, ha nincs imprinting.

A hormonok vagy a sejtek felszínén lévő, vagy a sejt belsejében lévő receptorokon hatnak. Az előbbi hormonok aminosav vagy fehérje típusúak, az



2. ábra. Egy ritka és nem zavaró morfológiai rendellenesség: két színű szemek

utóbbiak szteroidok. Kivételt képeznek a pajzsmirigy hormonjai: a tiroxin és a trijód-tironin, melyek aminosav-származék létükre sejten belül kapcsolódnak receptorhoz. A hormonok között vannak olyanok, melyek családokat alkotnak, ilyenek a szteroidok, vagy az agyalapi mirigy hormonjai. Ha ezek közül a születés körüli (perinatális) periódusban valamelyik túlsúlyba kerül, idegen receptorhoz kapcsolódhat, például a nemzeti apparátust befolyásoló gonadotropin a pajzsmirigy serkentő hormon receptorához, ami hibás imprintinget hoz létre, életre szóló hatással. Ugyanígy, a szteroid receptorcsalád egyik tagjához hibásan kapcsolódó idegen szteroid hormon vagy pajzsmirigy hormon életre szólóan csökkentheti a receptor-hormon kötést. Ez funkcionális változást hoz létre, ami a sejt válasz-készségének eltérő voltában, azaz a sejt (szerv) eltérő működésében nyilvánul meg. A genetikai program azonban oda hat, hogy az említett túlsúly ne jöjjön létre. A körülmények azonban korunkban ritkán normálisak.

A receptorokhoz nemcsak a rokon hormonok kapcsolódhatnak, hanem a szervezetbe a beállítódási kapun bejutó hormonszerű szintetikus molekulák is. A célhormonnal való találkozásra váró éretlen receptor ilyenkor még nem tud különbséget tenni a célhormon és a hormonszerű molekula között, így utóbbival is kapcsolódik, és létrejön a hibás imprinting. Ez életre szólóan megváltoztatja a receptor kötési képességét, ami funkcionális zavarokhoz vezet. Modern korunkban a fejlett országokban az újszülött környezetében idegen, hormonszerű molekulák tömege található a levegőben, az ivóvízben, a táplálékban, a legkülönbözőbb tárgyakban, és nem utolsósorban a gyógyszerekben. Az autók kipufogó gázaiban és a dohányfüstben jelenlévő benzpirén a szteroid receptorokhoz kapcsolódik, és megzavarja a szte-

roid hormonok (kortizon, ösztrogének, androgének) kötődését (imprintingjét). Hasonló hatású az ösztrogén receptorhoz kötődő bisfenol, amely gyakorlatilag minden műanyagból készült tárgyban jelen van (plasticizer), így azokban is, amelyekben a csecsemő tápláléka készül, vagy a cumiban, amit a szájában tart. A növényvédő szerekben jelenlévő vinklozolin az androgén receptorokhoz kapcsolódik, miközben nyomokban a megmosott növényeken/ben is megtalálható. A növények közül szteroidokban legdúsabb a szója, mely izoflavonokat (fitoszteroidokat), genisteint és daidzeint tartalmaz, melyek ugyancsak kötődnek a szteroid receptorokhoz, és olyan koncentrációban vannak jelen a szóját tartalmazó bébiéltelt fogyasztó csecsemő vérében, mintha napi 5 fogamzásgátló tablettát venne be. Az említett molekulák többsége korunkban elkerülhetetlen és hatásukkal számolnunk kell.

Talán az említetteknél is jelentősebb mértékben találkozunk a fejlődő receptorok hormonokkal és hormonszerű anyagokkal orvosi beavatkozások következményeként. A terhes nő szervezetének és a benne lévő magzat fejlődésének védelme ugyanis igényli a vitaminokkal való kellő ellátottságot, melyet rendszerint tablettás kezeléssel biztosítunk. A vitaminok között azonban vannak olyanok, melyeknek csak a neve vitamin, a valóságban a szteroid receptorcsalád egyes tagjaihoz kapcsolódnak, tehát hormonok. Ezek az A- és a D-vitamin, amelyeket, mint szintetikus molekulákat, a terhesség alatt szednek a kismamákkal, így az a magzatba is bekerül. De van egy olyan hormon is, az oxitocin, melyet egyre növekvő mértékben használnak a szülés megindítására (van olyan fejlett ország, ahol a szülések több mint felében alkalmazzák) [7], ami szintén hibás imprintinget vált ki az oxitocin receptoron, egyelőre még csak állatkísérletekben felmért káros következményekkel [8]. Az anya szívproblémáira szedett digitális szintén nem közömbös a szteroid receptorok számára, és számos más, az anya kezelésében felhasznált szteroid jellegű gyógyszer sem.

### A hibás imprinting funkcionális teratogén

A korántsem teljes és vázlatos felsorolásból világosan látható, hogy a perinatális korban a magzat és a csecsemő tömén-

telen imprintáló, azaz hibás imprintinget kiváltani képes molekulával kerül kapcsolatba. A hibás imprinting tömeges fellépésével tehát számolnunk kell, a kérdés csak az, hogy ennek következményei mennyiben tekinthetők fejlődési rendellenességeknek [9].

Egyértelmű, hogy az imprinting a hormonreceptorok fejlődése alatt történik, ebből a szempontból vizsgálva a hibás imprinting eredménye fejlődési rendellenesség. Ha a fejlődési rendellenesség meghatározásánál a morfológiai rendellenességekből indulunk ki, akkor is megállapíthatjuk, hogy ott sincs meghatározva, mi az a mérték, aminek alapján fejlődési rendellenességről beszélhetünk. Nincsenek kétségeink, hogy egy gerinchasadék, vagy nyúlajak (4. ábra) ebbe a kategóriába tartozik, és még az is megmondható, hogy átlagosan mennyi fordul elő egy adott populációban. De mi a helyzet például a festékes anyajegyekkel? Gyakorlatilag nincs olyan ember, akin ne fordulnának elő, pedig ez egyértelműen a bőr fejlődésének rendellenessége, ami ha nem fajul el, nem okoz zavart (5. ábra). A hibás imprinting is besorolható ebbe a kategóriába: az esetek többségében mindaddig nem okoz problémát, amíg a



4. ábra. Az ajakhasadék (nyúlajak) nem ritka morfológiai rendellenesség. Sebészetiileg korrigálható

is fel kell adni, hogy a fejlődési rendellenességek csak a méhen belüli életben keletkeznek. Ez ugyanis csak a morfológiai rendellenességekre igaz, a funkcionális teratogenitásra és annak hibás imprinting formájára nem, sőt még az is lehet, hogy a morfológiaikra is csak részben igaz. A daganatképződés ugyanis lehet a morfológiai rendellenesség megjelenésének egy formája, mint azt az ősidők óta ismert vegyes daganat, a teratóma is mutatja. Márpedig a hibás hormonális imprinting késői következménye lehet daganatképződés is.

Mivel a hormonális imprinting a folyamatosan fejlődést felmutató szervekben (például a csontvelőben), vagy az összejtekéből történő differenciálódás alkalmával az egész élet folyamán megtörténhet, fejlődési rendellenesség értékű elváltozások

keletkezhetnek életünkben bármikor. Ilyenkor azonban rendszerint már nem fejlődési rendellenességről, hanem daganatról (leukémiáról stb.) beszélünk.

### Mit hoz a jövő?

Ha a fejlődési rendellenesség génhiba alapján lép fel, akkor két eset lehetséges: a hibás gén már a megtermékenyítéskor jelen volt, tehát öröklődött, vagy a méhen belüli fejlődés közben keletkezett mutáció. Az első esetben a génhiba az utódgenerációkra továbbadódik, a második esetben csak akkor, ha a mutáció az ivarsejtekben történt. A nem genetikai (teratogén faktorok által okozott vagy sérüléses) fejlődési hiba nem

adódik tovább. Az állatkísérletek eredményei szerint a hibás hormonális imprinting az utódgenerációkra átadódik [6, 9, 10], legalábbis a harmadik utódgenerációban hatása még megfigyelhető és az öröklődést emberi megfigyelések is alátámasztják. Ez felveti azt a súlyos problémát, hogy a hibás imprinting mint funkcionális teratogenitás nemcsak azért szaporodik, mert egyre több a mesterséges imprinter, hanem azért is, mert egymásra halmozódik, tehát a

következő generációkban már az öröklötten hibásan imprintáltakra rakodik rá az amúgy is növekvő számú imprinter hatása. Ez a súlyosabb következményeket nem tekintve azzal is járhat, hogy bizonyos gyógyszerek hatása és dózisa generációnként eltérővé válhat. Mint súlyosabb következmény léphet fel (vagy már fel is lépett) egyes populációk, vagy szinte az egész emberiség egyes paramétereinek megváltozása, például a fejlett országokban a női emlő fejlődésének és az első menstruáció időpontjának előre hozódása a szteroidok tömeges fogyasztása (szója!) miatt, vagy a nemi magatartásban bekövetkező változások fokozott mértékű megjelenése [11] stb. Ebben az esetben ezeket a jeleket már nem is tekintjük betegségnek, tudomásul vesszük, hogy a ma (holnap) embere ilyen, ez válik

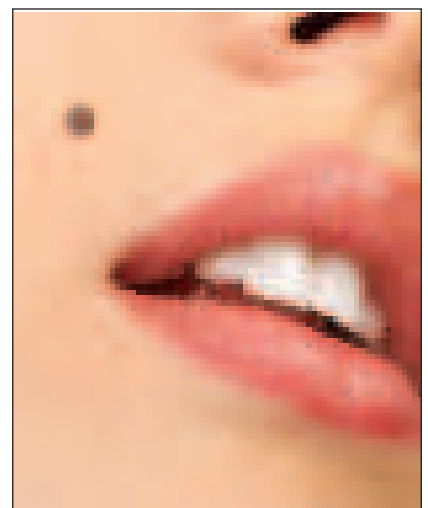
5. ábra. Barna pötty az arcon (nevus pigmentosus), ez a legenyhébb, de leggyakoribb morfológiai fejlődési rendellenesség. Olyan, mint az egykor divatos erotikus szépségtapasz



3. ábra. Egy súlyos morfológiai rendellenesség: kislány két arccal. Indiában 2008-ban született, és azt hitték, hogy Durga istennő reinkarnációja, így imádták és áldásáért könyörögtek

szervezet olyan megterhelés alá nem kerül, amit nem lehet megoldani a normális receptor-hormon kapcsolat hiányában. A hibás hormonális imprinting tehát olyan fejlődési rendellenességet vált ki, amely rendszerint csak akkor fejeződik ki, ha egyéb faktorok (például hormonális változások a pubertásban és a klimaxban, vegyi tényezők, jelentős idegrendszeri vagy fizikai megterhelések stb.) is hozzájárulnak, előhívják vagy lehetővé teszik a megjelenését.

Már a funkcionális teratogenitás felismerésekor fel kellett adnunk azt a nézetet, hogy a fejlődési rendellenesség észrevehető a megszületés alkalmával. Ha a hibás imprintinget funkcionális teratogénnek tekintjük – és annak kell elismernünk –, akkor azt a nézetet





**6. ábra.** Ha az ipari termékeket funkcionális teratogenitás miatt kivonnák a piacról, az hatalmas mértékben csökkentené a profitot, tehát folyik a küzdelem a hatás lekicsinylésével is

tankönyvi adattá. Nem biztos azonban, hogy ez az ember ugyanolyan egészséges lesz és ugyanolyan lesz az ellenálló képessége, mint elődeinek.

A kóros fejlődés szemléletében tehát egyre inkább előtérbe kerül a funkcionális teratogenitás, ami szükségessé teszi a funkcionális teratogének, illetve imprinterek felismerését éppúgy, mint lehetőség szerinti elkerülését. Ez azonban nem olyan egyszerű, mert környezetünkben éppúgy, mint ételünkben, egyre több a mesterséges komponens. Ezeket sok mindenre vizsgálják, csak éppen funkcionális teratogenitásra nem, ami bizonyos mértékig érthető, figyelembe véve, hogy az hosszú idővel az expozíció után is és bármiben megmutatkozhat. Ehhez járul, hogy a vegyipar, beleértve a gyógyszeripart is, az eddig ismeretlen funkcionális teratogének és imprinterek özönét állítja elő, melyek alapján kényelmünket és gyógyulásunkat, azaz jólétünket szolgálják [12], tehát a tőlük való elhárítás nem várható, mint ahogy az eddig funkcionális teratogénként felismertek többsége is használatban maradt (6. ábra). Ezért tudomásul kell vennünk, hogy a funkcionális teratogenitás szaporodásával ennek árát már fizetjük is, de a kései utódgenerációk még inkább megfizetik majd.

## Irodalom

- [1] Törő I., Csaba Gy.: Az ember normális és patológiai fejlődése. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1964.
- [2] Dörner G.: Environment- and gene-dependent human ontogenesis, sociogenesis and phylogenesis. *Neuroend Lett* 2004, 25, 164-168.
- [3] Newbold RR.: Developmental exposure to endocrine-disrupting chemicals programs for reproductive tract alterations and obesity later in life. *Am J Clin Nutr* 2011, 94, 1939S-1942S.
- [4] Vieau D.: Perinatal nutritional programming of health and metabolic adult disease. *World J Diabetes* 2011, 2, 133-136
- [5] Csaba G.: Phylogeny and ontogeny of hormone receptors: the selection theory of receptor formation and hormonal imprinting. *Biol Rev Camb Philos Soc* 1980, 55, 47-63.
- [6] Csaba G.: Hormonal imprinting: phylogeny, diseases and possible role in present-day human evolution. *Cell Biochem Funct* 2008, 26, 1-10.
- [7] Belghiti J, Culm B, Keyem G, Blondel B, Deneux-Tharoux C.: Oxytocin administration during labor. Results from the 2010 French National Perinatal Survey. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 2013, 42, 662-670.
- [8] Carter CS.: Developmental consequences of oxytocin. *Physiol Behav* 2003, 79, 383-397.
- [9] Csaba G.: A fejlődési rendellenesség fogalmának ártérmezése: a hibás perinatális imprinting jelentősége. *Orv Hetil* 2015, 156, 1120-1127.
- [10] Tekes K, Gyenge, M, Hantos M, Csaba G.: Transgenerational hormonal imprinting caused by vitamin A and vitamin D treatment of newborn rats. Alterations in the biogenic amine contents of the adult brain. *Brain Dev* 2009, 31, 666-670.
- [11] Csaba G, Karabélyos C.: Effect of single neonatal treatment with the soy bean phytoestrogen, genistein on the sexual behavior of adult rats. *Acta Physiol Hung* 2002, 89, 463-470.
- [12] Csaba G.: Thoughts on the cultural evolution of man. *Developmental imprinting and transgenerational effect. Riv Biol* 2007, 100, 461-474.

## E számunk szerzői:

DR. BENCZE GYULA, a fizikai tudomány doktora, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest; DR. BOTH ELŐD csillagász, Budapest; DR. CSABA GYÖRGY professor emeritus, Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest; DR. DANK VIKTOR geológus, a földtudomány doktora, az egykori Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt kutatási vezérigazgató-helyettese, Budapest; DOMBI MARGIT tudományos újságíró, Debrecen; LEHOTSKY ÁKOS PhD-hallgató, okleveles egészségügyi mérnök, Semmelweis Egyetem Budapest; DR. HAIDEGGER TAMÁS orvos-biológiai mérnök, Óbudai Egyetem, Budapest; DR. HARGITTAI ISTVÁN vegyész, akadémikus, egyetemi tanár, Budapest; DR. HARGITTAI MAGDOLNA vegyész, akadémikus, egyetemi tanár, Budapest; DR. JANKÓ FERENC geográfus, egyetemi docens, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron; KOÓSZ ISTVÁN könyvtáros, ELTE Kőrösi Csoma Sándor Kollégium Könyvtára, Budapest; LADÁNYI LÁSZLÓ geográfus, Budapest; DR. MATOS LAJOS szivgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; REZSABEK NÁNDOR csillagásztörténész, Budapest; RÓNA PÉTER informatikus mérnök, ügyvezető igazgató, Hand-in-Scan Kft., Budapest; DR. TURCSÁNYI GÁBOR Pro Natura díjas botanikus, növényökológus, a Szent István Egyetem természetvédelmi alapszakának ny. vezetője, Budapest; TURCSÁNYINÉ DR. SILLER IRÉN, mikológus, a SZIE Állatorvos-tudományi Karának docense, a Magyar Mikológiai Társaság titkára, Budapest; DR. SZILÁGYI LÁSZLÓ egyetemi tanár, Sapientia Egyetem, Marosvásárhely, Románia; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; DR. WÉBER GYÖRGY egyetemi tanár, Semmelweis Egyetem Kísérletes és Sebészeti Műtéttani Intézet, Budapest.

## Májusi számunk tartalmából:

*Venetianer Pál:* Természetes és mesterséges öngyilkosság az élővilágban  
*Lente Gábor:* Shakespeare és a természettudomány  
*Komlóssy György:* A geológus és kalapácsa egyszer csak megnyugszik  
*Puskás Gellért:* Az év rovára: a mezei tücsök  
*Pongor Sándor–Juhász János–Ligeti Balázs:* Háború és béke a baktériumoknál  
*Harangi Szabolcs:* Tűzhányó-hírek  
*Babinszki Edit:* A Velencei-hegység gránitja  
*Gögl Gergő–Nyitrai László–Reményi Attila:* A sejtes élet és halál urai

HARGITTAI ISTVÁN–HARGITTAI MAGDOLNA

# New York-i séták a tudomány körül

*Tisztelgéssel a 2016-ban 90-éves  
Lax Péter magyar származású, világhírű,  
Abel-díjas New York-i matematikusnak.*

**N**emrég megjelent *Budapesti séták a tudomány körül* című könyvünk (Akadémiai Kiadó 2015)<sup>1</sup> fogadtatása folytatásra ösztönzött bennünket és következő városnak New Yorkot választottuk.<sup>2</sup> Ezek a könyvek elsősorban a tudománnyal és a tudósokkal kapcsolatos látható emlékműveket, szobrokat, emléktáblákat, nevezetes épületeket mutatják be. E téren nagy a szubjektivitás szerepe mind az emlékműállításban, mind a könyv anyagának kiválasztásában. Ezért egy ilyen könyv alapján nem lehetne objektív tudománytörténetet összeállítani, de még így is sokat megtudhatunk belőlük egy város és a tudomány kapcsolatáról.

New York elsősorban a kereskedelmi és pénzügyi világ központjaként ismert. Ugyanakkor ez a város a világ egyik legfontosabb tudományos központja, nemzetközileg vezető kutatóintézetekkel és egyetemekkel és olyan középiskolákkal, amelyekből sok későbbi Nobel-díjas került ki. Ez utóbbi azért is érdekes, mert sokan azt hangsúlyozzák, hogy Amerika importálja a kiváló tudósokat, ami szintén igaz, de saját nevelésű tudósai legalább annyira hozzájárulnak az ország vezető helyzetéhez a tudományos világban.

A bevándorlás jelentőségét azonban hangsúlyozni kell. Manhattan déli csúcsában, a Battery Parkban áll „A bevándorlók” című szobor. Ahogy a New York-i emlékművek túlnyomó többsége, ez is egyéni kezdeményezésre és szponzorálással, és nem állami (adófizetői) pénzből jött létre. Ebben az esetben egy bevándorló-leszármazott állított emléket bevándorló szüleinek. Az emlékmű azonban minden bevándorlóra vonatkozik, aki a New York-i kikötőbe érkezvén jutott Amerikába.

Budapest és New York tudományos világa között van egy, a mi szempontunkból szomorú antiszimmetrikus kapcsolat. A Magyarországról elüldözött zsidó és nem

csak zsidó tudósok szinte mindegyike New Yorkon keresztül lépett Amerikába. Az alábbiakban hangsúlyosan, de nem kizárólagosan New York tudománnyal kapcsolatos emlékeinek magyar vonatkozásairól is szó lesz. Bemutatunk példákat multikultu-

át Nobel-díjakat. Theodore Roosevelt volt az első amerikai díjazott, 1906-ban kapott Nobel-békedíjat. Albert A. Michelson volt az első amerikai, akit tudományos Nobel-díjjal tüntettek ki, ez volt az 1907-es fizikai Nobel-díj.



„A bevándorlók”, Luis A. Sanguino alkotása, 1983-ban állították fel. A bevándorlók sokszínűségére utal, hogy szerepel rajta kelet-európai zsidó, felszabadított afrikai rabszolga, lelkész és kétkezi munkás is

rális hozzáállásra, kiváló középiskolákra és olyan intézményekre, amelyek épületét a nemzetközi tudományos és művészeti élet nagyságainak emlékművei díszítik.

New York City a város hivatalos neve, de csak New Yorkként szokták emlegetni. Eredetileg Manhattant hívták New Yorknak, de amikor 1898-ban az öt addig önálló város egyesült, ez lett az egésznek a neve. Az egykori öt város ma New York öt kerülete, továbbra is meglehetősen nagy autonómiával: Manhattan, Brooklyn, Bronx, Queens és Staten Island.

## Nobel-díjasok

A Nobel-díjat öt kategóriában ítélik oda: fizika, kémia, élettan vagy orvostudomány, irodalom és béke. Először 1901-ben adtak

Minden amerikai Nobel-díjas nevét feltünteti az obeliszk és a névsort minden évben kiegészítik az új díjazottak nevével. 2015 decemberében már 330 fölött volt az amerikai Nobel-díjasok száma. Az obeliszk felsorolja a Svéd Állami Bank által alapított Nobel-emlékdíj kitüntetettjeit is, akik 1969 óta a közgazdaságtanban elért eredményeiért részesülnek ebben a kitüntetésben.

A Nobel-díj különleges tekintélye több forrásból származik. Régi díj és a kezdetektől nemzetközi. A díjat nem a legnagyobb tudósok kapják, hanem azok, akik valamilyen felfedezéssel nagy szolgálatot tettek az emberiségnek. Tehát még egy viszonylag ismeretlen kutató is megkaphatja, ha tesz valami nagy felfedezést. Az országok, városok és intézmények egyaránt a legnagyobb büszkeséggel tartják számon Nobel-díjasaikat.

<sup>1</sup> Az eredeti angol nyelvű változat: I. Hargittai and M. Hargittai, *Budapest Scientific: A Guidebook* (Oxford, UK: Oxford University Press, 2015).

<sup>2</sup> I. Hargittai and M. Hargittai, *New York Scientific: A Culture of Inquiry, Knowledge, and Learning* (Oxford, UK: Oxford University Press, várható megjelenés 2016).





**A Nobel Obeliszk (Sivert Lindblom alkotása, 2003) az Amerikai Természettudományi Múzeum mögött a Theodore Roosevelt Parkban áll. Megörökíti Alfred Nobel domborműves portróját és felsorolja az összes amerikai Nobel-díjas nevét évenkénti beosztásban**

Bonyolult és tisztázhatatlan kérdés, hogy ki „számolhat el” egy Nobel-díjast. Ahol született, ahol kutatott és jutott a felfedezésre, vagy ahol akkor élt és dolgozott, amikor odaítélték a díjat? Ennek megfelelően gyakran előfordul, hogy több ország, több város és több intézmény is magáénak vallhatja és vallja is ugyanazt a Nobel-díjast. Így történik meg, hogy a különböző kimutatások szerint sokkal több Nobel-díjast tartanak számon, mint ahány valójában létezik.

A Nobel-díjak száma nem lehet a tudományos színvonal abszolút mércéje, de könnyen követhető, széles körben ismert és egy-egy tudományterületen alkalmas általános benyomás kialakítására. Sokat elmond például az amerikai tudomány huszadik századi alakulásáról, hogy a század első hat évében egyetlen tudományos kategóriában sem volt amerikai Nobel-díj, míg a század utolsó hat évében nem volt olyan év, amikor legalább egy amerikai ne kapott volna tudományos Nobel-díjat.

Természetesen a Nobel Obeliszkbe bevették azoknak az amerikai Nobel-díjasoknak a nevét is, akik Magyarországról származtak, így például az 1963-as fizikai Nobel-díjas *Wigner Jenő*t, az 1961-es orvosi Nobel-díjas *Békésy György*t, vagy az 1994-es kémiai Nobel-díjas *Oláh György*t. Ezeknek a kutatóknak a tevékenysége nem kapcsolódik New Yorkhoz, hanem Wigner esetében Princetont, Békésy esetében a Harvardhoz és Oláh esetében Dél-Kaliforniahoz.

### A Manhattan-terv előkészítése

A Manhattan-terv előkészítéseként a Columbia Egyetemen végzett el alapvető magfizikai kísérleteket *Szilárd Leó* és *Enrico Fermi*. A fizika a Columbián már az

1930-as években is nemzetközileg elismert volt és már a II. világháborút megelőző időkben is vonzotta a tehetségeket.

1938 decemberétől a Pupin Hall rövid ideig azoknak az erőfeszítéseknek a központja volt, amelyekkel ki akarták deríteni, hogy a maghasadás felfedezése lehetőséget ad-e atombomba előállítására. Enrico Fermi Rómában tett nukleáris fizikai felfedezéseiért 1938 decemberében Nobel-díjat vett át Stockholmban. Ezután nem tért vissza a fasiszta Olaszországba, hanem családjával együtt Amerikába hajózott és a Pupin Hallban folytatta pályafutását.

Szilárd Leó ebben az időben ugyancsak a Columbia Egyetemen dolgozott. Oktatói kinevezése nem volt, de George B. Pegram tanszékvezető lehetővé tette, hogy kísérleteit a tanszéken végezhesse.

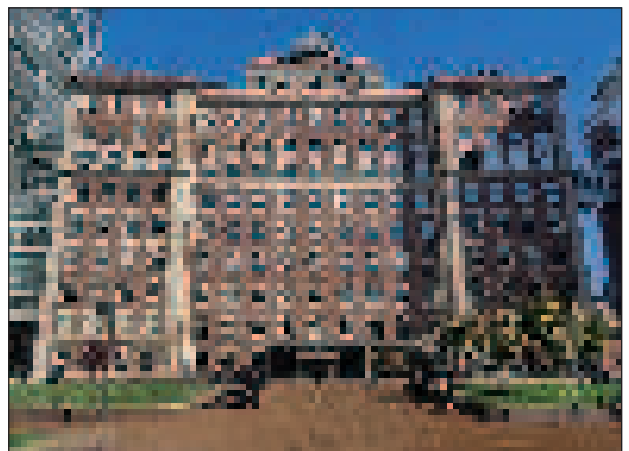
Szilárd a közeli King's Crown szállodában lakott és a Fermi család is itt szállt meg, amíg lakást kerestek. Szilárd és Fermi már korábbról ismerték egymást és 1939 januárjában örömmel találkoztak újra.

Fermi főleg a Pupin Hall legfelső emeletén, Szilárd főleg az alagsorban végezte kísérleteit. Ebben az időben már tudták, hogy az urán U-235 izotópjá alkalmas a maghasadásra. A kérdés most az volt, hogy egyetlen neutron hatására bekövetkező maghasadás során statisztikailag keletkezik-e több mint egy újabb neutron, amely tovább viszi, néhanem megsokszorozottan viszi tovább a reakciót. Fermi és Szilárd mindketten azt ál-

lapították meg, hogy statisztikailag valóban több, mint egy neutron keletkezik. Ez nemcsak azt jelentette, hogy a nukleáris láncreakció lehetséges, hanem azt is, hogy kellő mennyiségű U-235 jelenlétében (ez a kritikus tömeg) a láncreakció robbanáshoz vezet.

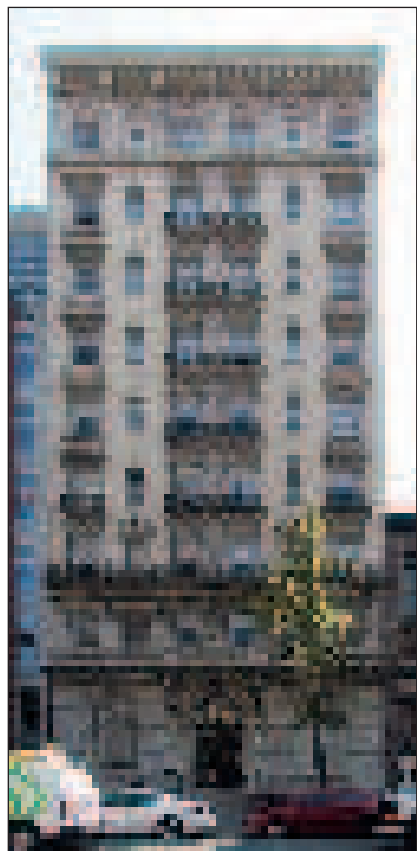
Alapvetően fontos felfedezés volt, hogy az urán neutronbombázásos reakciójában megtalálták a neutronokat, de ez nem csak Ferminek és Szilárdnak sikerült. Frederick Joliot-Curie és munkatársai ugyanebben az időben Párizsban ugyan-

erre a megállapításra jutottak. Szilárdnak a Columbia-időszakban volt még egy döntő hozzájárulása az amerikai atomprogram sikeréhez és ebben ő volt az egyetlen, akit ezért elismerés illet. A kutatók kerestek egy ún. moderátort, amely alkalmas arra, hogy lelassítsa a neutronokat anélkül, hogy megállítaná a maghasadás láncreakcióját. Egyetértés volt abban, hogy erre a szén lenne alkalmas és az amerikai és a német kísérletekben grafitot alkalmaztak moderátornak. Az általában hozzáférhető grafit azonban tartalmaz bórszennyezős-



**A Columbia Egyetem legendás fizika tanszékének otthona, a Pupin Hall, ahol Szilárd Leónak és Enrico Ferminek a Manhattan-tervet előkészítő kísérletei folytak**

ami az előállítás során kerül a grafitba. Az akár csak nyomokban jelenlevő bór elnyeli a neutronokat, tehát alkalmatlanná teszi a grafitot arra a feladatra, amire alkalmazni akarták. Szilárd ezért még a legjobb kereskedelmi forgalomban kapható grafitot sem tartotta elég jónak arra, hogy moderátorként alkalmazza. A hasonló német kísérletek valóban sikertelenek voltak. Szilárd viszont talált egy céget, amely képes volt



A korábbi King's Crown Hotel – ma társasház – a 116. utcában

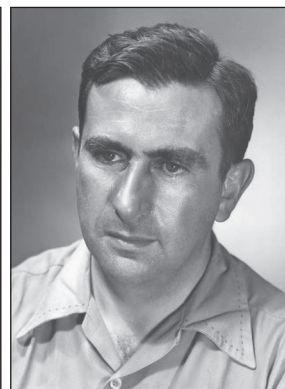
bórmentes grafitot előállítani, ami megmentette az amerikai programot.

Fermi és Szilárd temperamentuma anynyira különbözött, hogy szükség volt valakire, aki közvetíteni tudott közöttük. Ezt a szerepet Teller Ede látta el, akit ekkoriban neveztek ki a Columbia fizika tanszékére.

Szilárd a Columbián töltött ideje alatt szervezte meg a híres Einstein-levelet, amellyel Albert Einstein felhívta Rooseveltnél a figyelmét egy esetleges német atombomba veszélyére. Javasolta, hogy az amerikai kormányzat és a tudósok között kapcsolatot intézményesítsenek a megfelelő kommunikáció céljából. Einstein tájékoztatta az elnököt a Columbia Pupin Halljában folyó kísérletekről. Roosevelt idővel ennek nyomán indította el a Manhattan-tervet, amelynek keretében aztán a Columbián dolgozó atomfizikusok áttelepültek a Chicago Egyetemre.

A Columbia Egyetemen azonban a Manhattan-terv befejezéséig végig folytak a projekttel kapcsolatos munkák. A kémiai Nobel-díjas Harold Urey és munkatársai foglalkoztak az izotópválasztással. A későbbi fizikai Nobel-díjas Maria Goeppert Mayer és diákjai Teller Ede javaslatára végeztek a Manhattan-terv számára számításokat a Columbia Egyetemen.

Maga a Manhattan-terv elnevezés onnan származott, hogy a projekt központja ere-



Enrico Fermi (az Oak Ridge National Laboratory szívességéből), Szilárd Leó (Ed Westcott felvétele, az USA Energiaügyi Minisztériuma Fotószolgálatának szívességéből) és Teller Ede (a Los Alamos National Laboratory szívességéből)

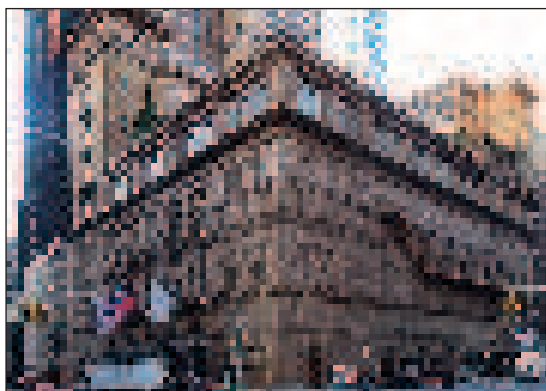
detileg, 1942 júniusától egy évig, valóban Manhattanben volt a Broadway 270-es szám alatti épületben. A hivatalos név „Manhattan Engineer District” (Manhattan Mérnöki Kerület) volt. A projekt növekedésével azonban a központ elkerült az eredeti helyszínről, de Manhattan így is végig fontos szerepet játszott és a városban több helyen is folyt az atombomba-programmal kapcsolatos munka.

### Bartók Béla utolsó lakhelye és utolsó koncertje

Bartók Béla, aki nemcsak zeneszerző és előadóművész volt, hanem tudós profesz-

### Munkácsy és Wallenberg a Közkönyvtárban

A Közkönyvtár 1897 és 1912 között épült fel. A központi helyzetű Astor csarnok lépcsőjén felfelé haladva a McGraw körcsarnokba jutunk, amelyet négy nagyobb és két kisebb falfestmény díszít. A művész Edward Laning a szavak rögzítésének történetét meséli el. Laning 1938 és 1942 között alkotta meg ezeket a falfestményeket annak a programnak a keretében, amelyet Franklin D. Roosevelt elnök „New Deal” politikájának nyomán hirdettek meg. A nagy gazdasági válság idején ez a politika teremtett munkát sokmillió munkanélküli amerikai számára. Ezek között voltak



Carnegie Hall (William B. Tuthill építész, 1891)

szor is, utolsó éveiben New Yorkban élt, kutatott és alkotott. Utolsó koncertjét a híres Carnegie Hallban tartotta 1943. január 21-én. A New York Philharmonic Symphony zenekar első alkalommal mutatta be Bartók új szerzeményét „Versenymű két zongorára és zenekarra” címmel. Bartók és felesége, Pásztor Ditta játszott a két zongorán, Reiner Frigyes vezényelt. Bartók utolsó lakhelyének falán, a bejáratnál domborműves mellszobra és emléktábla tiszteleg a ház egykori világhíres lakójának.



Bartók Béla emlékműve utolsó New York-i lakhelyének bejáratánál, az 57. utcában, néhány saroknyira a Carnegie Halltól

a művészek is, akik így megbízásokhoz jutottak és maradandó alkotásokat hoztak létre.

Az Edna Barnes Salomon olvasóterem a McGraw körcsarnokból nyílik és sok festmény mellett Munkácsy Mihály és Raoul Wallenberg mellszobra díszíti. Munkácsy világhíresség, de nem tudjuk, kinek a kezdeményezésére állították fel mell-



A New York-i Közkönyvtár központjának főbejárata az 5. sugárúton

szobrát a New York-i Közkönyvtárban. Wallenberg svéd üzletember és diplomata volt a magyarországi Holokauszt idején, 1944-ben sok ezer zsidó életét mentette meg. Budapest felszabadulásakor, 1945 januárjában, a szovjetek letartóztatták és sorát azóta homály övezi. Az Egyesült Államok 1984-ben tiszteletbeli állampolgárságot adományozott Wallenbergnek. A svéd embermentő volt a második, akit ebben a megtiszteltetésben részesítettek (az első az egykori brit miniszterelnök, Winston Churchill volt 1963-ban).

### Középiskolák

Amikor a későbbi Abel-díjas matematikus, *Lax Péter* családjával 1941-ben Amerikába emigrált, a híres Stuyvesant Gimnázium tanulója lett. Mivel előtte Pesten a Mintagim-

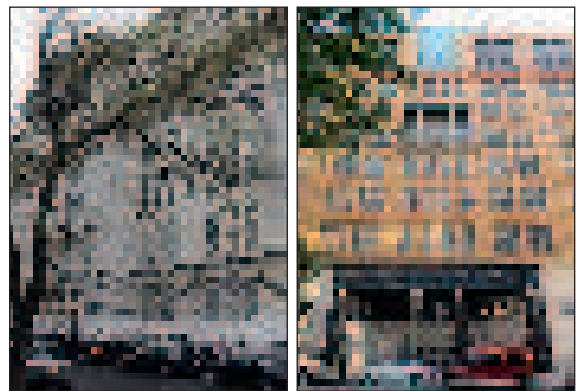
náziumba járt (a mai Trefort Gimnázium elődje), érdekes és egyedülálló összehasonlítást tudott tenni a két kiváló középiskola között. Az összehasonlításra vonatkozó kérdésünkre ezt mondta: „Nem is annyira ezt a két iskolát érdemes egymással összehasonlítani, mint inkább a magyar gimnázium és az amerikai középiskola légkörét. A gimnáziumban nagyon jó tanuló voltam, de a tanárok szinte paralizáltak. Kedvesek voltak, mégis féltünk tőlük. Amerikában a tanárainkat a barátainknak tekintettük.” Mégis –

vetettük közbe – „a magyar középiskolából is kiváló emberek kerülnek ki. Lehet, hogy ezek az iskolák nem kellemesek, de azért hatékonyak? Lax, hosszú hallgatás után, így reagált: „Lehetséges. Egyik barátom, Otto Neugebauer, félig viccesen hasonlította össze az amerikai és az európai oktatást. Azt mondta, hogy az amerikai oktatásra hagyományosan a pragmatizmus jellemző, ami azt hivatott elérni, hogy az iskola az életre készítsen fel. Neugebauer szerint azonban az európai iskolák ezt sokkal jobban csinálják, mert egyértelművé teszik, hogy ki az ellen-

ség – a tanárok –, és lehet, hogy ez az oka a hatékonyságuknak. A diáknak meg kellett harcolnia a túlélésért.”<sup>3</sup>

*Lax Péter* (1926) Abel-díjas matematikus egyetemi tanulmányait végig a New York Egyetemen végezte és teljes életpályáját ezen az egyetemen töltötte, ma is aktív. Szerinte az utóbbi évtizedekben a matematikában is megváltoztak a kutatási körülmények. A kutatók száma megnőtt, bár a kiválóságok száma alig változott. Pályafutása kezdetén, ha egy téma megragadta, sokáig nyugodtan foglalkozhatott vele, semmi sem siettette. Ma minden felgyorsult, éppen a nagyobb létszám miatt is, és már nehezen elképzelhető, hogy valaki kiválaszt magának egy témát és azzal marad egész pályafutása alatt. Laxot nem zavarja a megváltozott helyzet, mert sohasem ragadt le egy-egy témánál és másnak is ajánlja, hogy ne ragaszkodjanak egyetlen témához. Azzal is tisztában van azonban, hogy ez a kutatói temperamentum függvénye.

Az iskola eredeti helyszíne Manhattan Stuyvesanttal azonosított negyedében volt,



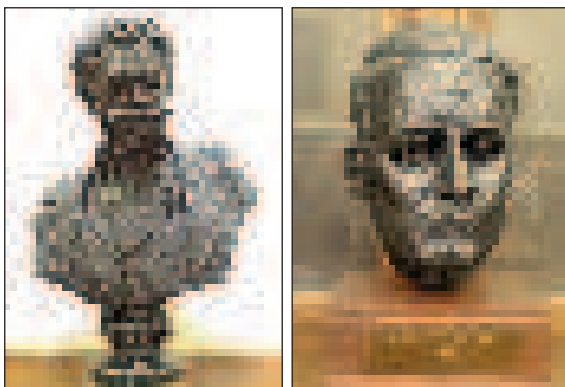
A korábbi Stuyvesant Középiskola Manhattan keleti oldalán. Az épületben ma is iskolák működnek Az új Stuyvesant Középiskola Manhattan nyugati szélén, a Tribeca kerületben

innen származott a neve. Peter Stuyvesant (1612–1672) volt a New Amsterdam nevű holland kolónia utolsó vezetője, mielőtt New Amsterdam 1664-ben New Yorkká változott. Stuyvesant tevékenységének nyomai ma is ott vannak a városban. Így például Stuyvesant a bennszülőttek elleni védekezésül felhúzatott egy falat a mai Wall Street helyén.

A Stuyvesant-iskola első színhelyén az oktatás 1904-ben indult el Manhattan keleti oldalán, és innen költöztek 1907-ben egy másik közeli helyre, ugyanabban a kerületben, amit Stuyvesant Történelmi Negyedként tartanak számon. Az iskola 1992-ben került a jelenlegi helyére a Tribeca kerületbe, amely Manhattan nyugati szélén van. (A Tribeca név a ne-

3 Hargittai I., „Az utolsó hajó Lisszabonból: Beszélgetés Lax Péterrel.” *Magyar Tudomány* 2007, 1466-1479, az idézett szöveg a 1468-69. oldalon található.

### Munkácsy Mihály (Louis Ernest Barrias) és Raoul Wallenberg (Lotte Stavisky, 1983) mellszobra a McGraw körcsarnokból nyúló Edna Barnes Salomon olvasóteremben





Lax Péter 2007-ben a New York Egyetem Richard Courant Matematikai Intézetében

gyed földrajzi helyére utal – *Triangle Below Canal*.) A Stuyvesant Középiskola jó példa arra, hogy Amerikában is létezik hagyománytiszteltet: az iskola a Stuyvesant nevet mind a mai napig megtartotta.

A Stuyvesant egykori diákjai közül eddig hárman kaptak Nobel-díjat: Joshua Lederberg és Richard Axel orvosit és Roald Hoffmann kémiai. Számos New York-i középiskolának vannak Nobel-díjasai.<sup>4</sup>

A Wikipedia kimutatása szerint a középiskolák Nobel-díjasainak száma szerinti sorrendben az első öt helyet New York-i középiskolák foglalják el, de több további New York-i középiskola is előkelő helyen áll. A New York-i iskolák honlapjai nem nagyon dicsekszenek Nobel-díjasaikkal, talán azért, hogy ne tűnjenek elitistának. Néhány példa ezek közül az iskolák közül (a közigazdasági Nobel-emlékdíjat nem vettük figyelembe). A Bronx Tudományos Középiskola volt tanulói közül eddig nyolc kapott Nobel-díjat, heten fizikai és egy kémiai. A James Madison (Brooklyn) 3, az Abraham Lincoln (Brooklyn) 3, a Far Rockaway (Queens) 3, a Townsend Harris (Queens) 2, a Brooklyn Műszaki 2, az Erasmus (Brooklyn), 2 későbbi Nobel-díjast mondhat magáénak és a sort lehetne folytatni.

### Multikulturális katedrálisok

Az Isteni Szent János Katedrális Manhattan nyugati részén, az Amsterdam sugárúton van. A világ egyik legnagyobb temploma, a XIX. század végén kezdték építeni, de még nem fejezték be, ám a megépült részeket az újak építésével párhuzamosan már tatarozzák. Ez a katedrális nem ökumenikus templom, kifejezetten episzkopális, de nem tűnik olyannak, amelyik elhatárolná magát a többi vallástól. Így például az zsidó Albert Einsteinnek és a hindu Mahatma Gandhinak is van szobra ebben a templomban.

4 [https://en.wikipedia.org/wiki/Nobel\\_Prize\\_laureates\\_by\\_secondary\\_school\\_affiliation](https://en.wikipedia.org/wiki/Nobel_Prize_laureates_by_secondary_school_affiliation) (2016. január 27).

A Katedrális különféle történeti és a jelenkort érintő témának is helyt ad, mint amilyen például az aggodás a környezetért.

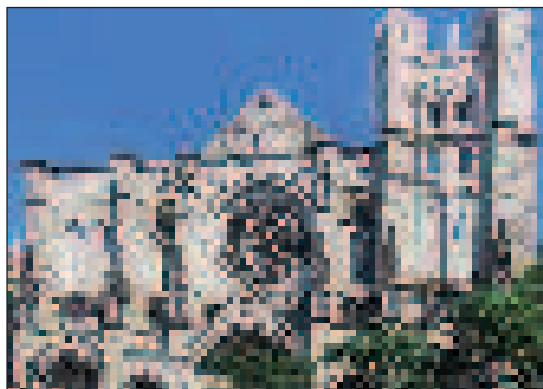
Az 1929-ben felépült Riverside Templom ökumenikus, közel a Hudson-folyóhoz és a Columbia Egyetem kampuszához.

A templom nyugati kapuját díszítő szobrok közül sokat híres tudósokról mintázták meg. Néhány nevet felsorolunk: Arkhimédész, Charles Darwin, Albert Einstein, Ralph Waldo Emerson, Eukleidész, Michael Faraday, Galileo Galilei, Johannes Kepler, Isaac Newton, Louis Pasteur és Pitagorasz. Ein-

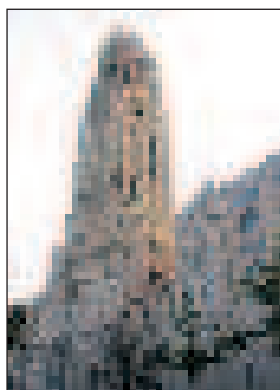
orvosok, orvosbiológusok és más természettudósok közül, amerikaiak és nem-amerikaiak, köztük olyan nagyságok, mint Ehrlich, Harvey, Hippokratész, Jenner, Koch, Lister, Loeuwenhoek, Paracelsus, Pasteur és Semmelweis.

Két nagy német tudósnak állít emléket mellszobor Manhattanben. Johann Wolfgang von Goethe szobra a Bryant Parkban, Alexander von Humboldt szobra a Central Park West út és a 77. utca kereszteződésénél áll, szemben a Természettudományi Múzeummal.

Goethe nemcsak író volt és politikus, hanem jelentős tudós is. Tanulmányozta a növények és rovarok metamorfózisát és eredményei megelőlegezték Darwinnak a közös eredetre vonatkozó tanításait. Goethe műszereket is szerkesztett és gazdag ásványgyűjteménye is volt. A



Az Isteni Szent János Katedrális és Chris Pellettieri XX. századot jelképező alkotásában Martin Luther King, Jr., Albert Einstein, Susan B. Anthony és Mahatma Gandhi szobra a Katedrálisban



A Riverside Templom, a templom nyugati kapuja és az Einstein-szobor

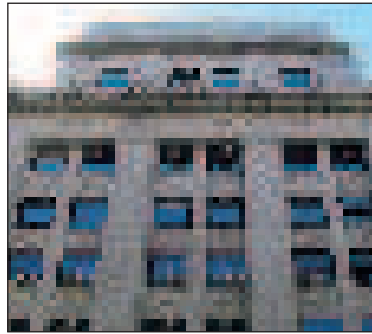
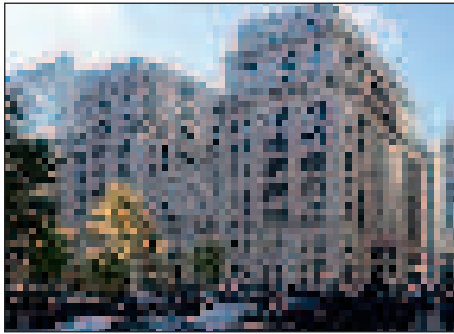
stein volt az egyetlen, akit még életében ért ez a tisztelet és meg is látogatta a templomot.

### Nemzetköziség

A városi egészségügyi központ homlokzatán látható sok név, mind az emberiség történetében szereplő legnagyobb

színekről szóló monográfiája a legfontosabb tudományos műve. A Gramercy Park 14-15. szám alatti Tilden ház homlokzatán Shakespeare, Milton, Dante és Franklin domborművével együtt Goethe-ét is ott találjuk.

Alexander von Humboldt porosz-német felfedező, természetbúvár, kémikus és a modern földrajztudomány megalapítója volt.



Az Egészségközpont a Lafayette utcáról nézve és a baloldali szárny külön is, amelyen látható Samuel Bard, Semmelweis Ignác és Henry Welch neve

Brooklyn történelmével és a brooklyni nagy változatossággal jellemezhető közösségek történelmével foglalkozik. Könyvtárat, levéltárat és múzeumot is működtet.

Manhattanben a 2. Sugárúton a St. Mark tér és a 9. utca közötti épületben valamikor beteggondozó működött. Számunkra itt az épület díszítései érdekesek. William Schickel tervei szerint építették 1883–1884-ben. Az épületet kilenc ókori és közel kortárs orvos és tudós domborműve díszíti. Ugyancsak Schickel tervezte a hasonló stílusú szomszédos épületet, amely elsőként épült Manhattanben kifejezetten nyilvános könyvtárnak, ez volt az Ottendorfer Könyvtár.



**Balra:** Johann Wolfgang von Goethe mellszobra (Karl Fischer, 1832) a Bryant parkban. **Jobbra:** Alexander von Humboldt szobra (Gustaf Blaeser, 1869) a Central Park nyugati szélén a 77. utcánál



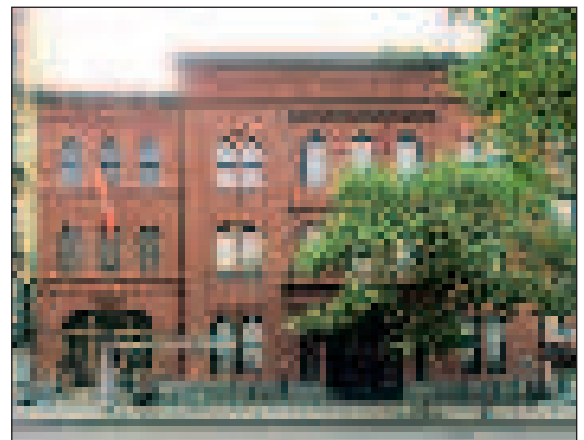
A Brooklyni Történelmi Társaság épülete

Több országban sok szobor, mellszobor, bélyeg és bankjegy örökíti meg emlékét.

A Brooklyni Történelmi Társaság a Pierrepont utcában található, a Clinton utca sarkán, a Brooklyn Heights negyedben.

A társaságot 1863-ban alapították Long Island Történelmi Társaság néven és jelenlegi nevét 1985-ben vette föl. Az utóbbi időben elsősorban

**Shakespeare, Milton, Benjamin Franklin, Goethe és Dante domborműve Manhattan belvárosában a Gramercy Parkban álló Tilden Ház homlokzatán**



A két, hasonló időből származó és stílusú épület közül a nagyobb volt beteggondozó, a kisebb közösségi könyvtár

A fentiekben kiragadott ízelítőt adunk New York tudománnyal és tudósokkal kapcsolatos emlékműveiből. Összeállításunkra jól illik a jéghegy csúcsa közhely. \*

*A cikkben szereplő összes fénykép (kivéve Fermi, Szilárd és Teller portréit) a szerzők felvétele és tulajdona ©.*

DANK VIKTOR

# Az Algyő környéki olajmező felfedezése

Második rész

Márciusi számunkban az algyői kőolaj- és földgázmező felfedezésének 50. évfordulója kapcsán a geológiai kutatáshoz és a termelés megindításához fűződő emlékeimet elevenítettem fel. Érdekes azonban a kutatások idején uralkodó körülményekről is megemlékezni. A kutatóknak meg kell küzdeniük a természettel, meg kell ismerni annak törvényszerűségeit. Egyidejűleg meg kell küzdeniük az adott időszak politikai hatásaival is. A nagypolitikában ott van a gazdaságpolitika, ezen belül az iparpolitika, s végül az energiapolitika. Ha a nagypolitika Kelet felé orientálódott – ahogyan ez történt –, akkor ehhez idomult az ipar- és az energiapolitika is. A tárgyidőszakai politikai vezetés biztosra vette az olcsó szovjet olajimport korlátlan lehetőségeit. A gazdaságpolitika ennek megfelelően drágának és értéktelennek minősítette a hazai olajtermelést és felesleges költségeknek a kutatásokat. A hatalmon lévő illetékes fórumok – sugallatra – egyrészt az alföldi kutatások perspektíva-nélküliségét bizonygatták, másrészt a szénbányászat erőteljesebb fejlesztését erőltették. De ajánlásra került egy „gabona-hús konstrukció” is, azaz Magyarország mezőgazdasági termékeket cseréljen olajra és gázra szovjet relációban. A hazai olajbányászatot és természetesen a kutatást is megszüntetnék.

Az algyői kezdőfúrás olajbányászaton belüli halogatásának egyik oka a különböző ágazatai között meglévő ellenérdekeltség volt. Több olyan kapacitású mélyfúró berendezés is volt akkor az országban, amelyek közül bármelyik alkalmas lett volna még 1964-ben az Algyő-1 lemélyítésére. De más érdekek és rendezőelvek szerint akkor ezek másutt dolgoztak, és egyik sem volt Algyőre vezényelhető. Ezen érdekek között volt olyan is, hogy a legfelső körök igényének megfelelően, a szakmai vezetést megkerülve vagy utasítva, olajkutatási finanszírozással és berendezéssel, a kívánt helyen mélyfúrás létesült, melyből termálvízet fakasztottak.

Nem ezen a hazai főnökségen múltott, hogy Algyőn később másként (sikeresen) alakultak a dolgok.



Mélyfúrási probléma megoldása

Az olajkutatásnál akkor nem a készlet-felfedezéseket, hanem a fúróméterek túlteljesítését díjazták, és a kutatásra előirányzott összegekből „lecsipve” más tevékenységeket is finanszíroztak. Részlegeket szembefordító ágazati szemlélet uralkodott és esetenként a politikailag megbízható, ámde szerényen képzett vezetők utasításai is felülírták jól képzett beosztottaik racionális törekvéseit. Nemcsak ezzel, hanem a szakmai és tudományos körökben is fellelhető tekintélyelv érvényesülésével is meg kellett küzdeni, amikor az újabb ismeretek alapján kimunkált geológiai modell „nem illeszkedett kellően”.

1965. október végén kidolgoztunk egy tervet az algyői kutatások meggyorsítására. Ez számításba vett egy kétlépcsős kuta-

tási tevékenységet, mely szerint kevesebb, 2800 méter mélységű fúrást mélyítünk a várhatóan túlnyomósos képződmények harántolása és a medencealjzat elérése céljából. Nagyobb számú, 2200 méteres fúrást mélyítünk viszont a könnyebben elérhető és a fő termelőnek bizonyult felsőpannon képződményekre. Ennek megvalósításához nagyobb technikai és humán erőket szükséges koncentrálni a területen.

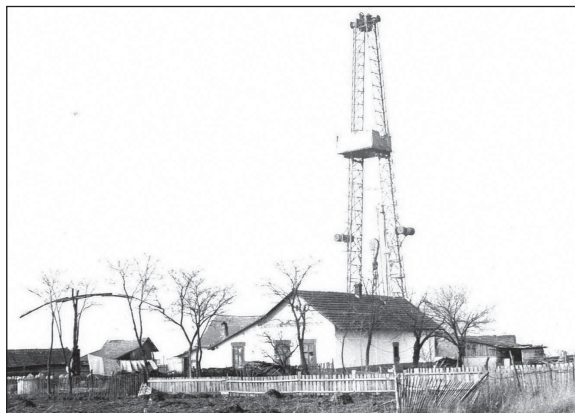
A terv megvitatása során egyesek minden fúrásnak az aljzatig való lehatolását és kivizsgálását kívánták, mások csak a már megismert néhány telep gyors feltárását és leművelését követelték. A fúrók tartottak a túlnyomástól, a rétegomlástól, a szerszámok nem megfelelő minőségétől



**Vezetőségi tanácskozás a terepen  
(középen a szerző)**

(üllési, szanki kitérősek, csőhibák, esz-  
közhiányok), a geológusok, geofizikusok  
sok magmintavételt, lyukgeofizikai mé-  
rést követeltek információszerzés céljá-  
ból, melyek viszont lassítják az effektív  
fűrészi „métegyártást”, a termelősök mi-  
előbb sok olajat akartak termelni. Mint-  
hogy szakemberek is vitatták a boltozat  
keleti szárnyának létét, ez támogatta a  
berendezéskoncentráció-ellenes tábor tö-  
rekvéseit, melyek szerint egy nem léte-  
ző perspektívájú területen egyszerre sok  
lyukat fúrni már szinte szabotázs, nem  
beszélve arról, hogy a koncentráció ter-  
ve, más „értékes területekről” vonja el a  
kapacitásokat, amit tetéznék az emberek  
áttelepítésével járó problémák is. A hosz-  
szú vitában a különböző ágazatok kép-  
viselői igyekeztek területük, indokainak  
fontosságát, súlyát bizonygatni a tervünk  
ellenében is, jóllehet mindenki ismer-  
te már a tápéi kút eredményét és azt is,  
hogy az Algyő-1 gázt, az Algyő-2 pedig  
napi 50 köbméter olajat termelt. Pedig

**Algyői tanya fűrésztoronyral**



mint szakemberek tisztában voltak az-  
zal, hogy egyetlen algyői kút számos más  
területegyüttesnél többet produkál.

Manapság fonákul hangzik, de ebben a  
küzdelemben hasznunkra volt a szocialis-  
ta országokat tömörítő KGST (Kölcsönös  
Gazdasági Segítség Tanácsa) olajipari tago-  
zata, ahol számos jól képzett (szovjet, rom-  
mán, bolgár, csehszlovák, lengyel, jugoszláv,  
NDK-beli) szakemberrel, tudóssal volt mód  
eszmét cserélni, egymás eredményeit meg-  
ismerni. Különösen a nagy olajipari múltú  
szovjet és román geo-szakemberek tapasz-  
talatai voltak nagyon hasznosak. A bizottság  
tagjai, tárgyilagos szakemberek lévén, támo-  
gatták a mi olajkutatási terveinket, elgondo-  
lásainkat. Minthogy a tanácskozásban részt  
vevő szovjet szakemberek is egyetértettek  
a magyar előterjesztéssel, akkor az itthon is  
„csak jó lehetett”. Nagyon sokat segítettek

nekünk. Tudták az okát ők  
is, tudtuk mi is. Geológusok  
voltunk határokon innen és  
túl. Értettük egymás szak-  
mai nyelvét és problémáit is,  
melyek csaknem azonosak  
voltak. Minthogy elméleti és  
gyakorlati eredményeink eb-  
ben a periódusban a kör-  
nyező országokkal összeha-  
sonlítva is figyelemreméltó-  
nak bizonyultak, volt annyi  
szakmai tekintélyünk, hogy  
hasonló módon viszonz-  
hattuk a külföldi kollégáink  
támogatását. Kőolaj- és  
földgázkészletek és terme-  
lés terén a „tábor” országai  
között ekkor a dobogós  
sorrend a következő volt: 1.  
Szovjetunió, 2. Románia, 3.  
Magyarország.

A koncentráció ter-  
ve megvalósult és ered-  
ményesnek bizonyult. Ezt követően nagy  
nyüzsgés indult be mind a politikai, mind  
a szakmai berkekben. Mindenki értett hoz-  
zá, mindenki be akart avatkozni, érdeme-  
ket szerezni, korábbi nem  
létező ebbéli tevékenység-  
gét bizonyítani. Azok is,  
akik a kutatási koncepciót  
és a koncentrációs javasla-  
tot a legkeményebben elle-  
nezték. Még egyes olajku-  
tatók is!

Most a még több ered-  
ményt követelők, az egyre  
nagyobb termelési igénye-  
ket megfogalmazók szá-  
ma nőtt meg. A pionírok  
ezeken még csak nem is  
csodálkoztak. Megszokták  
már az ilyesmit és tették  
tovább a dolgukat, aho-  
gyan kellett.

Az olajbányászat műszaki gárdájának a  
földméliség erőivel való küzdelemük során  
akadt néhány kitérőssel kapcsolatos problé-  
mája, de valamennyit sikeresen megol-  
dították. A legnagyobbak rövid ismertetése  
azonban ide kíváncsozik.

Az Algyő-168. sz. fűrészt 1967-ben  
olajtermelő kúttá képezték ki. 1968-  
ban kettős célú kúttá akarták átalakítá-  
ni úgy, hogy a kúton át az egyik szint-  
be (Algyő-2.) vízbesajtolás történjen,  
ugyanakkor tömítővel elválasztva az alatta  
lévő szintből (Szege-1.) olajat termeljen.  
Ennek megvalósítása nagy műszaki fel-  
készültséget igényel mind elméleti, mind  
gyakorlati téren. Az algyői műszaki gárda  
kiválóságát igazolja, hogy a termelő kutak  
mintegy 40%-a vegyes kiképzésű lett.

1968. december 19-én a kút termelő-  
cső tolózára leszakadt és kitért az olaj és a



**Tanácskozás operatív eseményénél (balra a szerző)**

gáz, melynek sugara az akna betonfalának  
ütközve kigyulladt. A kúton lévő kútjavító  
berendezés fémrészei izzottak és összeom-  
lottak. A lángoszlop mintegy 50 m magas  
és 10–15 m átmérőjű volt. A napi olajmeny-  
nyiség kb. 1000 köbméterre, a gázmennyi-  
ség 0,5–1 millió köbméterre volt becsülhe-  
tő. Szovjet turbóreaktor (MÍG-15 hajtómű)  
segítségével, az olajosokon kívül, 120 tűz-  
oltó és 150 katona közreműködésével a tü-  
zet eloltották, a kutat elfojtották, a kiömlött  
olajat elszállították. 1969. január 16-án a  
munkálatok befejeződtek. Személyi sérülés  
nem történt!

**Az algyői kutatási eredmény  
további hatása**

1965-ben még a dunántúli mezők adták  
az olajtermelés 80%-át és a gáztermelés  
20%-át. 1970-ben a kitermelt olaj 68%-a,



Szerelők munka közben

a gáznak pedig a 96%-a (!) már az alföldi lelőhelyekről származott.

1966-ban Szegeden bányásznapot tarthattunk, ahol a krónikás volt az ünnepi szónok. Akik eddig kárhoztatták és máshová kívánták a kánikulában, mély sárban, hóban, fagyban dolgozó olajosokat, már tisztelettel emlegették a munkahelyteremtő olaj- és gáztermelő vállalatot. De nem az olajkutatókat!

A sikerek lehetővé tették, hogy a környéken egy kicsit jobban „körülnézzünk”. Az olajmezők általában nem „magányosak”, mert geológiai környezetükben további előfordulások is szoktak kialakulni. Ezért a korábbi kudarcok helyszínén is kutattunk és feltételezéseink igazolódtak. A környék kutatási eredményei röviden: 1967. Asotthalom olaj+gáz, 1968. Kelebia olaj, 1969. Ferencszállás olaj+gáz, 1971. Szeged olaj+gáz, 1972. Tótkomlós gáz, 1973. Ferencszállás-Kiszombor olaj+gáz, 1974. Sándorfalva gáz. Az olajgeológusi korrektség parancsolja, geológus-geofizikus elődeink felkészültségének ismerete pedig indokolja, hogy ide a következő szöveg kerüljön: „Ha az akkori ferencszállási kutatásokat tovább folytatják, akkor nemcsak a ferencszállási olajmezőt találták volna meg, hanem minden bizonnyal az algyői is”. Szerencsénkre azonban ez a feladat reánk hárult.

Az 1971-től, a Szeged város alá ferdített mélyfúrásokkal sikeresen feltárt kőolajtelep 1975-től olajtermelésben jó ideig Algyó után a második helyet foglalta el. Kíváncsiak voltunk az Algyótól keletre geofizikával kimutatott mély süllyedék, a „Hódmezővásárhely-makói-árok” olajgeológiai viszonyaira is, ezért 1971–72-ben Hód-1. néven, sikeresen egy 5842,5 m (!) mély fúrást, Makónál pedig egy 4154 m-ig hatolót mélyítettünk.

Könnyűolaj-nyomokat, 210–213 fokos hőmérsékletet és 5418 méteren 850 bar nyomást konstatáltunk, de a vastag márgaréteg-sorokkal, az akkori felkészültségünk birtokában, nem tudtunk mit kezdeni. A palagázbányászat akkor még ismeretlen volt. Külföldi cég, fúrásaink közeléből kiindulva, több mint egy évtizede, 6000 méterig is hatoló fúrásokkal kutatásokat végez, a másút már sikeres palagázbányászat megteremtése céljából, az akkori mienknél sokkal korszerűbb módszerekkel és eszközökkel. Ipari méretű gáztermelésről eddig nincs információink.

1971–75. között az olajbányászat már 9 millió tonna olajat és 24 milliárd köbméter gázt termelt.

A további években Algyó hatása tovább fokozódott és mindmáig tart. Kiváló képességű és képzettségű szaknemzedékek egyre pontosabb ismereteket szereznek a mező rezervoárgeológiai és mérnöki viszonyairól, működési rendszeréről, termelési viselkedéséről. Ezek ismeretében folyamatosan az optimális termeltetési módszereket, eszközöket alkalmazzák, az egyre öregedő mezőt gondozzák, ápolják szeretettel és szaktudással mindmáig és a közösség javára életben tartják.

Itt alakították ki a Szőreg-1. telepen az európai viszonylatban is jelentős méretű föld alatti gáztárolót is. A pionírok köszönete és elismerése mindezekért!

Szeged életében is meghatározó változásokat okozott az olajmező felfedezése,

bár a város többet remélt. Az olajmező mérete hazai viszonylatban ugyan nagyon jelentősnek számít, de finomító létesítéséhez nem volt elegendő. Ezért az olaj és a gáz nyersanyagként csővezetékeken szállítva másutt kerül feldolgozásra. Az is tény, hogy a jugoszláv határ közelsége – az akkori politikai viszonyok közepette – csak a legszükségesebb nagyberuházásokat tette lehetővé.

## Epilógus

A krónikás Szegeden járt óvodába, elemibe, a piarista gimnáziumba, egyetemi tanulmányainak két esztendejét is az itteni tudományegyetemen végezte. Gyermekkorra óta ismeri a várost és környékét, sőt Algyót is. Sportrepülőként az ottani repülőtéren olyan világhírű kiválósággal lehetett együtt, mint a Nobel-díjas Szent-Györgyi Albert. Az akkor csaknem 50 esztendő tudós így indokolta a vitorlázórepülő-kiképzésben való részvételét: „nos, ha már van A-, B-, C-vitamin, akkor már csak megszerzem melléjük az A, B, C vizsgát is”. És megszerezte a hegyvidéki C vizsgát a budai Hármashatár-hegyen és a síkvidéki C vizsgát is Algyón, amit ugyanitt egy motorosrepülőgép-vezetői jogosítvánnyal is megtoldott. Ő nemcsak a nemzetközi tudománynak, Magyarországnak, Szegednek, hanem Algyőnek is emblemikus alakjaként az algyői történet részese.



Az algyői gázüzem éjszaka

Radnóti Miklós írta a „Nem tudhatom” című költeményében:

„Ki gépen száll fölébe, annak térkép e táj,  
s nem tudja, hol lakott itt  
Vörösmarty Mihály...”



A krónikás sokat szállt e vidék fölébe és tudta, hogy hol dolgozott, esetenként lakott Herczeg Ferenc, József Attila, Juhász Gyula, Szent-Györgyi Albert, Sík Sándor, Klebelsberg Kunó, Karl János, Koch Sándor, Fricsay Richárd, Vaszy Viktor és más kitűnőségek. Viszont fogalma sem volt róla, hogy landoló gépe kerekei alatt két kilométer mélyen olaj- és gáztelepek vannak és nem is kicsik. És ugyanez a helyzet, amikor Szegeden olaj- és gáztelepek felett ment az iskolába. Nem sejtette, hogy majdan újra sok-sok időt tölt mindkét helyen. De azt sem, hogy később, mint a budapesti egyetemről meghívott docens geológusokat képez ki az olajipar számára a József Attila Tudományegyetemen. Közülük később többen nemcsak a helyi olajipari létesítményekben, hanem a budapesti központban is elismert vezetők lettek, akiknek nagy szerepük volt és van az algyői mező alapos megismerésében és életben tartásában. De most már elmondhatja, hogy fent, lent egyaránt ismeri Algyőt és Szegedet.

Az emlékek idővel szelektálódnak, a szépek maradnak meg. A krónikás is így van



Algyő madártávlatból

ezzel. A valóság recitálásához naplói sárguló lapjait is tanulmányozta, melyek híven és konokul őrzik a valóságot. Azt, ami nem mindig szép, sem a múltban sem ma és nem szerepel sem a hivatali jelentések szikár szövegeiben, sem a tudományos értekezések kiérlelt fogalmazásaiban. Néhány ilyen dolog azonban meg kellett említeni, mert ezek is hozzátartoznak a valódi algyői sztorihoz, ami nem volt diadalmenet, és kezdetben nem is mindenki akarta. Vigaszt ad azonban az a tudat és tény, hogy a pionírok nem voltak tévúton, hogy munkáikat, alkotásukat büszkén vállalhatják, hiszen sokuknak életműve.

Csak éppen az Algyő-1 sz. fúrás lemélyülhetett volna már 1964-ben, kevesebb



Algyő, 1943 – Szent-Györgyi Albert professzor a Vöcsökben, mellette oktatója, Döme Béla

akadályal, üresjáratlalt, felesleges viták és idegeskedések nélkül. Ez esetben a Tápé-1 vízkút sem tör ki, mert akkor az olajkutató fúrásból nyert adatok alapján vagy a helyszíne kerül módosításra, vagy olajbányászati együttműködéssel fúrják. Az 50 éves jubileum jó alkalom ahhoz a kívánsághoz is, hogy legyen ez a visszamelegkezés tanúság is az utókor számára.

### Irodalom

Jelentés (1942) A M.Kir. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet működéséről az 1941. évben  
 Selényi P. (1953) Eötvös Loránd összegyűjtött munkái. MTA MÁELGI. (1957) Jelentés a földmágneses mérésekről 1956–1957-ben  
 Kádár J. et al. (1959) Jelentés, az 1958. évben a Battonya-Tótkomlós-Nagyszénás-Ferencszállás kutatási területen végzett geofizikai mérésekről. OKGT. Szeizmikus Üzem  
 MÁELGI (1963) Jelentés, a Tiszakécske-Szeged-Makó térségében 1962-ben végzett graviméteres mérésekről. GKÜ. Adattár  
 Dank V. et al. (1964) Feljegyzés felderítő kutatófúrás kitézéséről Algyő térségében. OKGT Adattár  
 Geofizikai Kutatási Üzem. (1972) A felszíni geofizikai kutatás 20 éve a kőolajiparban.  
 Böhm F. (1939) Ásványolaj és földgázbányászat Magyarországon 1935-ig. Bány. Koh. Lapok 72.

Dank V. (1962) A Nagyalföld D-i részének mélyföldtani viszonyai. Kandidátusi értekezés. MTA. Adattár.  
 Kertai Gy., Dank V. (1960) Magyarország reménybeli szénhidrogénkészlet-becslése. OKGT.00310/95.  
 Dank V. (1962) Az Alföld déli részének mélyföldtani vizsgálata kőolajkutató fúrások alapján. Annales. Univ. Sc. Bp. de R. Eötvös nom. Geol. Tom. VI. Bp.  
 Dank V., Haáz I.-né (1962) KGST. 48. sz. téma II. Ajánlások a geológiai kőolaj- és gázkutatási munkák fő irányainak kiválasztására, a KGST országok reménybeli kőolaj- és gázkészleteinek becslésével kapcsolatos összesítő tanulmány alapján. OKGT. 00410/51. Bp.  
 Dank V. (1965) A délföldi kutatások legújabb eredményei. Földt. Kutatás. 8.4.  
 Dank V. (1965) Az Algyő–Szank környéki területek továbbfejlesztésével kapcsolatos kérdések. OKGT előterjesztés 1965. Okt. 23. OKGT adattár  
 Dank V., Bán Á. (1966) Az algyői kőolaj- és földgáz-előfordulás földtani viszonyai és termeltetésének elvei. Földtani Kutatás /külön szám/ Budapest.  
 Dank V. (1969) A kőolaj és földgáz kutatás helyzete Magyarországon. Magyar Tudomány XIV. 10.  
 Dank V., Bodzay I. (1971) A magyarországi potenciális szénhidrogén készletek földfejlődés-történeti háttere. MTA X. Osztály Közleményei 4. 2-4.  
 Alliquander Ö. (1974) A modern mélyfúrás 40 éve Magyarországon. Kőolaj és Földgáz.  
 Dank V. (1990) Az algyői szénhidrogéntelegek felkutatása és geológiai viszonyai. BKL. Kőolaj és Földgáz /különszám/ 23. (123)  
 Oláh K. et al. (2015) 50 éves az algyői kőolaj és földgázbányászat. MOL könyv kiadvány Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum arch. via Szép András: Képek az algyői felszíni be rendezésekről

## Algyőre mentem volna...

Az 1965-ben felfedezett, Szeged melletti algyői olaj- és gázmező szépen fejlődött és igen nagy kiterjedésűnek bizonyult. Ezért jelentős fűrészi kapacitást koncentráltunk a területen. Igyekeztünk meggyorsítani a kutatást, hogy minél hamarabb megismerhető legyen az előfordulás mérete, kőolaj- és gázkészlete, azok minősége és a telepek földtani habitusa és működési rendszere. Ezek szükségesek a racionális művelés hosszú távú megvalósításához. Az 1967-es naplóm szerint, ekkor 12 db fűrőberendezés dolgozott a területen és volt olyan eset is, hogy egyszerre 30 fűrőpontot jelöltünk ki. Ezt az a körülmény tette lehetővé, hogy a hazai geofizikai mérések pontosan kirajolták a hatalmas mélyföldtani alakulatot. Ha ez nem így lett volna, nem lett volna szükség 12 berendezésre. Ekkor már a 126 kutatófűrés 85%-a eredményes volt. Megismertünk 68 telepet, ezek közül 25 a felső-pannonban található és a készletnek 95%-át tartalmazzák. tucatnyi kisebb telep az alsó-pannonban jelenik meg és 1 telep az alapkonglomerátumban található. Az előfordulás kitermelhető olajkincsét 30 millió tonnára, gázkészletét pedig 86 milliárd köbméterre becsültük. Már tudtuk, hogy 700–2100 m között települnek a felső-pannon képződmények, ezen belül 1700–2000 m között vannak a fő tárolótelepek. 2700 m körül a deszki alapkonglomerátum és 2800 m-nél a kristályos palákból, gránitból, gneiszből álló alaphegység volt található. Algyő beváltotta reményeinket, mert későbbi naplóm szerint 1965–1990 között az itteni telepekből kitermeltünk 23 millió tonna olajat és 72 milliárd köbméter gázt. 1971-ben Algyő egymaga 1,3 millió tonna olajtermelést produkált.

A hazai szénhidrogén-kutatások felelős trösztí irányítójaként ebben az időszakban igen sok időt töltöttem lent a Szeged környéki kutatásoknál. Szerettem ide járni, mert Szegeden nőtem fel. Itt jártam óvodába, elemibe, gimnáziumba, itt érettségiztem és egyetemi életem első két évét is a József Attila Tudományegyetem matematika-természettudományi karának hallgatójaként abszolváltam. 1966–68 között pedig hetente keddenként az egyetemen már mint docens adtam elő a kőolajföldtant és több későbbi olajipari vezetőt avattam be a kőolajkutatás titkaiba. Erre azért volt szükség, mert abban az időben a rohamosan növekvő és eredményes dél-alföldi kutatások szakemberhiánnyal küzdöttek. 1966-ban itt lehettem az első alföldi olajbányász nap ünnepi szónoka. **A bányász szó akkor, abban a mezőgazdasági városban még de-ruíltséget keltett, ami később csodálattá és tiszteletté alakult.**

Algyő pedig a szívem csücske, mert itt tanultam meg vitorlázó repülni és éjtörményözni és lettem mindkettőből igazolt versenyző. Ide kötnek a feledhetetlen tiszai emlékek, a Maros folyótól még nem „szöke”, hanem tiszta vizű Tiszában való fürdés, horgászatok, evezések.

Most, érett fejjel élvezet volt találkozgatni a régi gimnáziumi, egyetemi társakkal, családayakká érett, egykori tánciskolai partnerekkel. Jól esett velük sörözgetni, kávézgatni, beszélgetni. Meghívtak otthonukba, megismerhettem családjukat. Ezen túlmenően segítetek is áttételesen az olajiparnak. Egyik volt piar társam lett a szegedi rendőrkapitány, aki több alkalommal segítette a duhajkodó olajos legények ügyeit „megfelelően” lerendezni. Egyetlen esetet említenék csak, amikor a szesztől túl bátor fűrés legények az intézkedni akaró rendőrtől elvették a fegyverét és egy üres disznóólba zárták, ahol főleg a sok éhes bolha miatt panaszkodott hangosan. De segítettek azok a volt iskolatársak is, akikből belgyógyász, sebész, urológus, bőr- és nemi betegségek szakorvosa lett. Emlékeim szerint, valamennyiük szakértelmét igénybe kellett venni, esetenként a teljes diszkréció mellett. Sokan voltak itt kiküldetésben és az otthonról távol mások a viselkedési formák. De a kezdeti szegedi telephely kialakításánál és ingatlanbérletnél is (Győry kefégyár; Mérei utca) sokat segített a városházán elnökhelyettesként működő volt iskola-társ. A megyei első titkárrá avanzsált egykori osztálytárs is segített, főleg úgy, hogy ha az érdekünkben kért valamit valakitől, ami akkoriban parancsnak minősült, biztosak lehettünk a teljesítésében.

Kezdték egyre jobban érezni magamat, és minthogy 1966-tól a családi státuszom „elvált” minősítésű lett, a helyváltoztatás lehetőségén is gondolkodtam. Elképzeltem, ha lejönnék ide, akkor a zöld-övezetben, Újszegeden laknék az uszoda közelében. Korán reggel üsznék egyet, azután végezném a hivatali dolgaimat, a mezőben és a környéken. Munka után pedig sok mindent csinálnék. Biztosan felkérném az egyetemen tanítani. Ott van könyvtár, laboratórium, a fűrészek pedig ontják az új vizsgálati anyagot. Megkezdénem az akadémiai doktorimhoz az anyagok feldolgozását. 1966-ban itt alapítottam a Magyarhoni Földtani Társulat alföldi szakosztályát, ott is tevékenykednék. Azután ott van a szegedi repülőtér, ahol a sportrepülés parancsnoka régi katonai pilóta társam. Besegítek neki a képzésben és akkor én is kaphatok egy-egy startot, és ez nagy szó, mert ha kedvező az időjárás, akkor a magamfajta öreg róka órákra elviszi a vitorlázó gépet. Hála Öveges József piarista atya szenczációs és élvezetes fizika tanításának. És ott van a híres szegedi korzó, a találkozások, összejövetelek, nagy dumák helyszíne. Vennék egy jó biciklit is, mert itt minden sík terület, és akkor egy kis innivaló is szóba jöhet a barátokozáskor. A többi meg jön magától, majd meglátjuk.

Miközben mindezeket vizionáltam, egy óriási hibát követtem el. Az OKGT akkori vezérigazgatója is rajta tartotta a szemét az itteni munkálatokon és gyakran meg is látogatta a területet. Ha ez egybeesett az én ott-tartózkodásommal, akkor fogadtam, amikor jött. A hivatalos ügyeken kívül megmutattam neki a város nevezetességeit, sétarepülést szerveztem számára, elvittem az egyetemi tanszékekre, bemutattam neki a professzorokat, a városházán a tanácselnök-helyettest, sőt a megyei első titkárt is, akivel, mint régi osztálytárs, kommunikáltam. Ezt a vezér őszinte elismeréssel konstataálta. A hiba ott volt, hogy látta, tapasztalta, hogy én Szegeden nagyon otthon vagyok, sőt jól érzem magam.

A vezér szeretett volna megfelelő, tapasztalt embert oda kinevezni vezetőnek. De senkinek, az addig számításba vett emberek közül nem akaródzott helyet változtatni. A vezéri értekezleteken mindig rákérdezett a személyzetisre, hogy sikerült-e már megfelelő embert a lemenetelre rávenni.

Egyik alkalommal ebédnél a személyzetis odaült mellém és panaszkodott, hogy az öreg mindig piszkálja azért, mert még nem talált Algyőre embert. Akkor én segíték neked, mondtam, lemegyek, ha megfelelek. Jaj de nagy követ vennél le a szívemről, de ugye komolyan mondd? Hát persze, erősítettem meg. Ebben maradtunk. A vezérin felszabadultan közölte, hogy az ebédnél összefutott velem és én azt mondtam neki, hogy lemegyek Szegedre. A főnök éppen tanulmányozott valamit az előtte lévő iratokban, amikor a hírre felkapta a fejét, levette szemüvegét és fürgén felém fordult. Dank elvtárs? Tényleg? Lemenne? Lemennék, feleltem lakonikusan. Lemennék, ismételtam.

Csend lett. Mindenki a vezért és engem figyelt. A tekintetekből ki lehetett olvasni, hogy ki sajnálja, ki pedig örül annak, ha elmegyek innen. Már ők is tervezgettek magukban. A vezér mereven nézte szemüveg nélkül az iratait. Allapocsánál a rágóizom ütemesen ki-kidudorodott, láthatóan magas fordulaton járt az agya. Hirtelen mindkét kezével az iratokra csapott, majd felém fordult, behajlítotti bal-karjának derékszőgébe jobb alkarját ütemesen bele-beleütögetve, hangosan ismételtette: ezt magának, ezt magának! (Milyen komplikált volt akkor a világ! Manapság ezt a kívánságot egy ökölből felmeredő középső ujj, a maga egyszerűségében tökéletesen kifejezi.) Magának itt még bokros teendői, komoly feladatai vannak. Üdülni, később is lesz még lehetősége – szolt a verdikt.

Szítottam magamat. Mert ha nem vagyok ott olyan szívélyes a vezérrel, hanem győtrelemnek játszom el a vidéki „számkivettséget”, akkor talán nem lát át a szítán. De így átlátott!

DANK VIKTOR

# Miről mesélnek a kromoszómatorések?

Beszélgetés Székvölgyi Lóránt molekuláris biológussal

*Élesztősejtek kromoszómatoréseit vizsgálva debreceni kutatók kimutatták, hogy az ivarsejtek képződésében is alapvető szerepet játszó kromoszómatorések egy bizonyos jel jelenlétében következnek be, s hogy a kromoszómát elvágó molekulát egy fehérje szállítja a törés helyszínére. Felfedezésüket, melynek része az a biotechnológiai módszer is, amivel a törésekért felelős molekulákat a kromoszóma tetszőleges pontjához tudják szállítani, a Science című folyóiratban is közzé tették. A női meddőség gyógyításában, a rákterápiában és a kedvező genetikai tulajdonságú haszonnövények kifejlesztésében egyaránt előrelépéssel kecsegtető kutatásokat Székvölgyi Lóránt a Debreceni Egyetem Molekuláris Medicina Kutatóközpontjában folytatja. AZ MTA-DE Lendület Genomszerkezet és Rekombináció kutatócsoportban elért legújabb eredményeiről frissen felállított laboratóriumában beszélgettünk.*

– Pár éve csak annak, hogy hazatért Franciaországból, a Curie Intézetből. Hogyan, milyen forrásokból sikerült létrehozni laboratóriumát?

– Itthon a kutatók számára óriási kihívás, hogy programjaik finanszírozásához szinte folyamatosan pályázatokot kell írniuk. Aki készített már ilyet, tudja, mit jelent egy megalapozott és a szakmai zsűri szemében minden szempontból hiteles kutatási tervet letenni az asztalra. Szükség van például számos előzetes eredményre, megfelelő műszerezettségre és kiváló munkatársakra, amely hihetővé teszi, hogy a team képes a kutatási tervet megvalósítani. Amikor visszatértem Franciaországból, nem volt anyagi forrásom a kutatásaimhoz, így az első dolog az volt, hogy különféle helyekre pályáztam. Nyertem egyebek mellett junior OTKA pályázatot, Magyar Zoltán posztdoktori ösztöndíjat, és egy európai uniós karrierintegrációs pályázatot, amelyek nagyban segítettek az indulásban. E forrásokból ugyan nem tudtam saját kutatócsoportot alapítani, de olyan problémánk nem volt, hogy ne tudjunk vegyszereket és kisebb műszereket beszerezni.

Az igazi változást a Magyar Tudományos Akadémia Lendület pályázatának az elnyerése teremtette meg számomra 2015-ben. „Lendület” kutatónak lenni óriási megtiszteltetés, és egyben óriási felelősség, mert munkánkat fokozott figyelemmel kíséri a szakma és a sajtó is. A támogatás mértéke – amely az én esetemben 225 millió forint öt éves futamidőre – kellő erőt és integritást biztosít a kutatócsoportnak, hogy nemzet-



**„Lendületes kutatónak lenni óriási megtiszteltetés, és egyben óriási felelősség, mert munkánkat fokozott figyelemmel kíséri a szakma és a sajtó is”**

közi szinten is elismert vezető műhelyé válhassunk. Kutatási programom a tudományos pályázatok legszigorúbb szűrőjének számító Európai Kutatási Tanács (ERC) „A” minősítését kapta meg, amiből úgy gondolom, hogy a témaválasztás megfelelő volt.

Szerencsésnek mondhatom magam azért is, mert gyorsan megtaláltam a megfelelő kollégákat és hallgatókat. Jelenleg tízen vagyunk a csoportban, közülük ketten elméleti (biomatematikus, bioinformatikus) szakemberek, ami azért nagyon fontos, mert egy adott ponttól kezdve az adatanalízis és az

analízisek analízise (metaanalízis) meghatározza a kísérleteink sebességét. A többi munkatársam klasszikus „pipettázós” kutató, akik laboratóriumban dolgoznak, illetve van még egy ügyvivő-szakértő munkatárs is, aki rengeteg adminisztratív terhet vesz le a vállamról. A szakmai környezet is rendkívül stimuláló a Debreceni Egyetemen, hiszen a csoport a Fésűs László akadémikus által vezetett Molekuláris Medicina Kutatóközpontba tartozik, egyetemi státuszunkat tekintve pedig jómagam és PhD-hallgatóim a nagy múltú Molekuláris Biológia és Biokémia Intézetéhez (BMBI) kötődünk, ahol két másik Lendület kutatócsoport is működik. Az egyik Fuxreiter Mónikáé, akinek „bolyhos” fehérjéjével kapcsolatos kutatásai szintén jelentős eredményeket ígérnek, illetve Nagy Lászlóé, aki az immungenomika területén tett igen jelentős felfedezéseket. De minden szempontból optimális számunkra laboratóriumom legszűkebb közege, a Genomi Medicina és Bioinformatikai Szolgáltató Központ, amely szintén a BMBI része.

– Kutatócsoportjuk milyen kérdésekre keresi a választ?

– Transzgenerációs epigenetikával és kromoszómatorésekkel foglalkozunk. Úgy gondolom, mindegyik kifejezés egy kis magyarázatra szorul. Kezdjük az epigenetikával. A szóösszetételben az „epi” előtag arra utal, hogy a DNS-molekulához kapcsolódva jól meghatározott pontokon metiláció, acetiláció, foszforiláció stb. van, de egy kicsi RNS-molekula is megjelenhet, ami

a DNS bázissorrendjén felül is hordoz információt. Ezek az epigenetikai jelek a sejtosztódás során öröklődhetnek. Tágabb értelemben epigenetikai öröklődésnek nevezik a szerzett tulajdonságok továbbadását a testi sejtek osztódásakor (mitóziskor), de szigorúan véve az epigenetikai öröklődés mindig leszármazási úton történik.

A transzgeneráció kifejezés pedig generációkon átívelő öröklődést jelent, azt, ahogy a testi sejtekben megjelenő epigenetikai jelek az ivarsejtképződés (meiózis) során valahogyan bejutnak a csírasejtekbe, majd a tulajdonságok az utódokban megjelennek, méghozzá generációkon keresztül. Ez a mechanizmus ellentmond az ún. Weismann-korlátnak, amely kimondja, hogy az örökletes információ a csíravonal sejtjei felől a testi sejtek felé mozoghat, de visszafelé nem. August Weismann híres kísérletében öt generáción át levágta a kísérleti egerek farkát, azonban az újszülöttek továbbra is teljes hosszúságú farkokkal születtek. Ezzel megcáfolta a szerzett tulajdonságok örökölhetőségét, amelyen Jean-Baptiste Lamarck fejlődésemélete alapult. Manapság azonban egyre több a kísérletes bizonyíték arra, hogy a szerzett tulajdonságok egy része mégiscsak öröklődik (például bizonyos viselkedési mintázatok, egyes vírusokkal szembeni védetség, illetve alpanyagcserét érintő változások tekintetében).

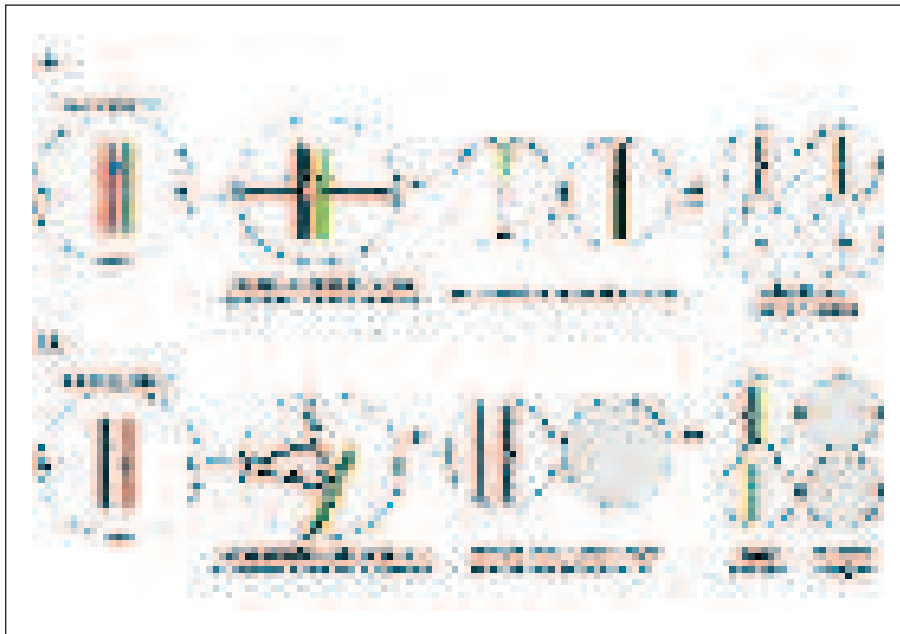
A kromoszómatörések pedig azt jelentik, hogy sejtjeinek örökítő anyagában valamilyen módosulás (pl. mutáció) hatására egyszálú vagy duplaszálú törések jelennek meg bizonyos régiókban, ami a DNS-molekulák törésén kívül egyes gének kiesését (delécióját) is eredményezheti.

– *A kromoszómatörések kutatása során több felfedezést is tettek. Összefoglalná ezeket?*

– A kromoszómatörésekre általában kóros állapotként gondolunk, részben jogosan, hiszen rontják a génkészlet stabilitását, ami például a rosszindulatú sejteknek is jellemzője. Az utóbbi évek kutatásai azonban számos olyan folyamatot tártak fel, amelyek programozott DNS-törések létrejötte nélkül nem játszódhatnak le. Ilyen a szülői kromoszómák közötti génkicserélődés, az ún. „crossover” folyamata, amelynek alapvető szerepe van a biológiai sokféleség és az ivarsejtek kialakulásában, vagy a DNS-molekula károsodásainak a javításában.

Az ivarsejtek osztódásakor a DNS-t egy nukleáz, az ún. Spo11-enzim (komplex) vágja el. Ez nagyon fontos, evolúciósan konzervált enzim, ami már az élesztőben is megvan, emberben viszont csak a herében és a petefészkekben mű-

Az epigenetikai jelet kromoszómára író fehérjekomplexnek (COMPASS hisztonmódosító komplexnek) nyolc alegysége van. Ezek között vannak olyanok, amelyek az egész komplex stabilitásáért felelősek. Ha ezeket elrontjuk,



**A meiózis folyamata. Az apai és anyai homológ kromoszómákon programozott DNS-törések indítják el a crossover (késsel) és szinaptonémális komplex (rózsaszínnel) képződésének folyamatát. A genetikai szinapszis, vagyis a homológ kromoszómák fizikai kapcsolata ahhoz szükséges, hogy a homológok ellenkező oldali centroszómáktól kapjanak húzórostokat az első osztódás során (MI). A folyamat végeredményeként rekombináns, haploid ivarsejtek keletkeznek. DNS-törések hiányában nincs rekombináció és szinaptonémális komplex, és statisztikailag nagy arányban azonos oldali centroszómától kapnak húzórostokat a kromoszómák. A folyamat végeredménye, hogy a homológ kromoszómák nem válnak szét (nondiszjunkció) az első osztódás (MI) során, melynek genetikai következménye az, hogy aneuploid ivarsejtek keletkeznek**

kodik, de ugyanaz a szerepe, mint az alacsonyabb rendű szervezetekben. Kutatócsoportunk azt mutatta ki, hogy a DNS-törésre „utasító” epigenetikai jelet egy fehérjekomplex írja rá a kromoszómára, méghozzá úgy, hogy a komplex egyik tagja, amit Spp1-nek nevezünk, fehérje-fehérje kölcsönhatásba lép a Spo11-enzim egy tagjával, amit Mer2-nek nevezünk. Ezáltal a kromoszómán belül hid keletkezik a DNS-re írt epigenetikai jel és a Mer2 között, amelynek eredménye egy duplaszálú DNS-törés. A másik fontos megállapításunk, hogy a vizsgált epigenetikai jel és a DNS-törés között a statisztikai összefüggésen túl ok-okozati kapcsolat van. Tehát nemcsak azt tudtuk bizonyítani, hogy a kromoszóma egy adott pontján ott van-e vagy nincs a módosulás, hanem azt is, hogy éppen azért van ott a jel, hogy létrejöjjön a DNS-törés. És megfordítva: az epigenetikai jel hiányában a kromoszómák egyáltalán nem törtek el.

vagy destabilizáljuk, egyszerűen szétesik a komplex. A Set1 a katalitikus alegység, vagyis az író, ami ráírja a jelet a kromoszómára. Ebből azt gondolná az ember, hogy bizonyosan az író egység a legfontosabb, de kiderült, hogy nem. A kulcsszereplő az Spp1 alegység, ezért most erre az izgalmas kis alegységre fókuszálunk.

– *Mit sikerült eddig kideríteni róla?*

– Tudjuk, hogy olvasó egység, bizonyos DNS-módosításokhoz fizikailag hozzá tud kötődni, hogy kiolvassa azokat. Emellett azt sejtjük róla, hogy a módosítások között zajló „párbeszédben” is szerepe van. Kutatásunk egyik vonala arra irányul, hogy megértsük, milyen párbeszéd van a módosított oldalláncok között a homológ DNS-szakaszok közötti genetikai anyag kicserélődésében (rekombinációban), és ebben milyen szerepe van az Spp1-nek. Úgy

sejtjük, hogy a H3-as hiszton arginin2 metilációja és a 4-es lizin metilációja között van valamilyen funkcionális kapcsolat. Talán ennek a megértéséhez az Spp1 a kulcs.

– *Mi a kapcsolat a DNS-törések és a transzgenerációs epigenetika között?*

– Arra a kérdésre keressük a választ, hogy a kromoszómák milyen térbeli mintázatok szerint működhetnek bizonyos alapvető sejtjes folyamatokat, mint például a programozott DNS-törések és a rekombináció. A DNS-törések a DNS-ből és fehérjéből álló kromatin háromdimenziós térbeli szerkezetén belül történnek. Modern genomikai módszerekkel meghatározuk a töréspontok pozícióját, és ezzel párhuzamosan mérjük több millió ún. marker DNS-szakasz térbeli közelségét, amely a teljes genomot lefedi. A meghatározott töréspontok és a térbeli távolságok molekuláris mennyiségi jellegek, amelyek genetikai vizsgálatára lehetőség van sokgenerációs családfák analízisével. Fő kérdésünk, hogy vajon a feltárt térbeli DNS-kölcsönhatási mintázatok átörökíthetőek-e az utódgenerációra, és ha igen, akkor milyen genetikai vagy epigenetikai mechanizmus szerint? Ezt a kutatási területet a szakzsargonban „vadi új genetikának” is hívják, mivel a klasszikus és molekuláris genetikai megközelítések mellett magában foglalja a genomika, a polimer fizika, a matematika és a bioinformatika eszköztárát is.

– *Miért éppen az élesztőn végezték, illetve végzik a vizsgálatukat?*

– Kísérleteink többségét valóban pék-élesztő-sejteken végezzük, de emberi sejtekkel és sejtvonalakokkal is dolgozunk. Az élesztő egy modellszervezet, viszonylag könnyű vele genetikai kísérleteket végezni, ugyanakkor megvan benne a legtöbb olyan gén, ami mind szerepet játszik az általunk vizsgált folyamatokban. Például az élesztő spóráképződése során leírt összefüggések hasznos információkkal szolgálhatnak számunkra az emberi ivarsejtek képződésének folyamatával kapcsolatban, hiszen az ivarsejtek osztódása során a kromoszómák eltörnek, s e törések teszik alkalmassá a kromoszómákat arra, hogy rekombinációs folyamatokban vegyenek részt, amelyben DNS-szakaszok cserélődnek ki egymással. Ezeknek az ún. crossovereknek két fontos élettani szerepe van. Az egyik mechanikai jellegű: az apai és anyai homológ kromoszómák fizikai kapcsolatának, tehát a törések révén történő összekapcsolódásának, összekapcsolódásának meg kell történnie ah-

hoz, hogy az ivarsejtképzés – amely egy számfelvező, genomredukciós folyamat – végbemenjen, és a keletkező csírarsejtek életképesek legyenek. A másik szerep genetikai szempontból fontos, mivel a kromoszóma egy adott helyén elhelyezkedő gén variációinak (alléleknek) kombinálódniuk kell egymással, hogy az utódok az adott környezetben életképesebbek legyenek. Tehát maga a DNS-törés és a törés következménye, a rekombináció a populációk szintjén ahhoz szükséges, hogy nagyobb legyen a populáció rátermettsége, alkalmazkodó képessége. Egy olyan populáció, amely genetikailag homogén, beltenyészett, nem tud megfelelően alkalmazkodni a megváltozott környezet-höz. Ezzel szemben, egy heterogén (polimorf) populáció versenyelőnyt élvez, életképesebb, és éppen genetikai sokszínűsége az, ami képessé teszi arra, hogy a legkülönbébb környezeti kihívások között is túléljen. Vagyis a folyamat genetikai jelentősége a sokszínűség megteremtése, ami a rekombináción alapul, a rekombinációt pedig a DNS-törések teszik lehetővé.

– *Milyen módszereket alkalmaznak a crossoverek vizsgálatára?*

– A töréseket, illetve a homológ kromoszómaszakaszok fizikai cseréjét szintén genomikai megközelítésekkel vizsgáljuk különféle mutáns hátterekben. Hogy ezt megértsük, előbb érintenünk kell a rekombináció-térképezés klasszikus vizsgálmódszereit, amelyek elve a következő: ha tudjuk, hol vannak a DNS-törések, akkor a törések következményét, vagyis a rekombinációt úgy tudjuk vizsgálni, hogy berakunk két jelölést (markert) a törés közvetlen környezetébe. A marker lehet két antibiotikum-rezisztencia gén, de lehet bármilyen más molekula is, amelyet detektálni és követni tudunk. Ha a két kromoszómaszakasz tényleg kicserélődik egymással, akkor a markerek is helyet cserélnek, amelyből rekombinációs gyakoriságot tudunk számolni. Ezzel a módszerrel azonban csupán egy adott szakaszt lehet vizsgálni. A teljes genom vizsgálatához több tízezer markerre van szükségünk, amelyek elég sűrűn helyezkednek el ahhoz, hogy azok fázisát a meiózis során nyomon követve feltérképezhesük az összes rekombinációs eseményt. Mi éppen ilyen polimorf törzsekkel dolgozunk, amelyek DNS-e 99,9%-ban azonos egymással és a szülők között nincs reproduktív izoláció, tehát tudnak utódokat létrehozni egymással, viszont a kromoszómáik között megfigyelhető 0,1%-os különbséget fizikai

markereként használva, a DNS-szakaszok helycseréje a teljes genomban feltérképezhető. Előzetes vizsgálatokkal kb. 52 000 egynukleotidás polimorfizmust (SNP) és inzerció/deléción (INDEL) variánsot azonosítottunk az általunk használt szülői törzsekben, amelyek eloszlása egyenletes és elégedően sűrű a rekombinációs események meghatározásához, de nem annyira sűrű, hogy a markerek fizikailag akadályozzák a crossoverek létrejöttét. Vagyis sűrűségük és elhelyezkedésük éppen optimális.

Kísérleteink során mindkét szülőben kiütjük a kromoszómatörésben kulcsszerepet játszó módosító enzimkomplexnek mind a nyolc alegységét, keresztjezzük őket, és meiózissal utódokat hozunk létre, majd a nagyszámú utód DNS-ét megszekvenáljuk. A mutánsok rekombinációs mintázatát a kontrollsejtekéhez hasonlítva kielemezzük a rekombinációs molekulák különféle tulajdonságait, például azt, hogy milyen hosszúak a crossoverek, van-e közöttük interferencia stb. Mindezzel azt kívánjuk kideríteni, hogy a különféle módosításoknak milyen direkt hatása van a rekombinációra. Hiszen, ahogyan már megállapítottuk, valójában nem a törés a lényeg, hanem a rekombináció. Ez az egyik irány. A másik pedig az, hogy vajon mi különbözteti meg a DNS-töréseket és a rekombinációt a patológiá-soktól? Azt tapasztaltuk, hogy ha mutációval inaktíváljuk a fehérjekomplex összes alegységét, akkor – a várakozásoknak megfelelően – jelentősen csökken a törések száma és a rekombináció gyakorisága. Ám meglepő módon, nagyon kis számban ugyan, de keletkeznek ez után is törések más helyeken. A kérdés az, hogy ezek a törések hasonlóak-e a normális körülmények között megfigyelhető törésekhez, és ugyanazt eredményezik-e, ugyanazok a fiziológiás folyamatok jönnek-e létre általuk, mint ha a kulcsfontosságú enzimkomplexet nem iktattuk volna ki. Vagy pedig ezek patológiás törések, egészen más élettani következményekkel. Jelenleg azt gondoljuk, hogy ez valamennyire fajfüggő. Az egérben és emberben például Prdm9 az a hisztonmódosító komplex, ami kulcsszerepet játszik a törések létrejöttében. Amikor egérben ezt kiütötték, akkor azt tapasztalták, hogy életképes egerek jöttek ugyan létre, de teljes mértékben infertilisek, vagyis meddőek voltak, mivel a törések nem vettek részt rekombinációs folyamatokban. Kimondható tehát, hogy Prdm9 nélkül egérben – és valószínűleg emberben is – nem fejlődnek egészséges ivarsejtek. Az élesztő

esetében viszont azt tapasztaltuk, hogy hiába rontottuk el a hisztonmódosító komplexüket, ez semmilyen hatással nem volt az utódok szaporodási képességére.

Mindezek mögött nagy valószínűséggel az húzódik meg, hogy az emberi ivarsejt, ami differenciált sejt, és az emberi kromoszómák szerkezete és a genomja sokkal komplexebb, mint az élesztőé, és ami komplexebb, azt bizonyos értelemben sokkal könnyebb elrontani.

– *Az idősebb anyák magzatainál nagyobb genetikai kockázattal kell számolni, jelentősen megnő például annak az esélye, hogy a gyermek Dawn-szindrómával születik. Lehetséges-e olyan kimenete az Önök rekombinációval kapcsolatos kutatásainak, aminek segítségével ez a kockázat a jövőben csökkenthető lesz?*

– A megtermékenyítés során két ivarsejt találkozik, és ennek eredményeként egy dupla kromoszómakészlettel rendelkező, ún. diploid egyed születik. Az ivarsejtképzés ennek pont az ellenkezője, az ősvarsejt apai és anyai, vagyis dupla kromoszómakészletéből genomredukcióval egyszeres, vagyis haploid kromoszómakészlet keletkezik. A férfiak esetében ez a folyamat a pubertás során indul, a nőknél viszont, már az embriogenezis nagyon korai szakaszában elindul. Azonban a születés előtt egy ponton, meghozzá a kromoszómatörések utáni ponton megáll, és majd csak a menstruációs ciklus beindulásakor folytatódik. Ettől kezdve egészen a menopauzáig mindig akkor történik folytatás, amikor egy pete megéri és ovulációra kerül. Ez pedig azt jelenti, hogy a magzati kor óta törött kromoszómák akár 45–50 évig is ebben az állapotban vannak és ez idő alatt a kromoszómák között kialakult fizikai kapcsolatok meggyengülnek vagy elromlanak. Ezért van az, hogy a 33–35 év feletti anyáknál már exponenciálisan megnő az olyan kromoszóma-rendellenességek gyakorisága az utódokban, mint amilyen a Down-kór. Ha egy nőben egy pete például 40 éves kor felett termékenyül meg, ez azt jelenti, hogy előtte az éretlen petesejt 40 évig volt olyan állapotban, amikor DNS-törések és éretlen crossoverek voltak benne. Azt mondhatjuk tehát, hogy a DNS-törések helyének, létrejöttük mechanizmusának megismerése valóban komoly orvosi jelentőségű. **Ha ezeket megértjük, megérthetjük a női meddőség sejtbiológiai alapjait, és a későbbiekben képesek lehetünk befolyásolni azt. Képesek lehetünk arra, hogy kiterjesszük a női termékenységi ciklust s ezzel párhuzamosan csökkentjük a kromoszóma-rendellenességgel**

születő gyermekek számát. Az tényként kezelhető, hogy eredményeink alapján már most meg tudjuk érteni a női meddőség elvi alapjait. Sokszor ugyanis az a probléma, hogy nincsenek DNS-törések, és így nincs rekombináció sem. Ha sérülnek, vagy mutációt szenvednek azok az enzimek, amelyek közvetlenül létrehozzák a törést – ilyen például, a Spo11, illetve az a mintegy száz alapgén, ami az ember esetében közvetlenül felelős a törések létrejöttéért, akkor ennek meddőség lehet a genetikai következménye.

– *Említette, hogy a kromoszómatörés folyamata evolúciósan konzervatív, vagyis, állatban és növényben a folyamat hasonló. Alkalmas lehet-e az Önök módszere arra, hogy haszonnövények genetikai tulajdonságait javítsák a segítségével?*

– Az étkezésre, takarmányozásra termesztett növények esetében nagyon fontos, hogy a kedvező genotípusú, kedvező tulajdonságú növényeket keresztezzük egymással, mert így tehetünk szert még előnyösebb jellegekre. Erre töreksenek a klasszikus növény-, és állatnevelésben is. Ám ott a természetre hagyatkoznak, ami azt jelenti, hogy azon a kromoszómális területen, ahol eredendően nagy a rekombinációs gyakoriság, valós esély van a kedvező tulajdonságok kombinálódására egy utódban.

Olyan „hideg” genomi területeken azonban, ahol ez a szám 0, vagy 0-hoz közelít, ott gyakorlatilag nem történik meg az allélek (adott tulajdonságokat képviselő gének változatai) keveredése. Ezzel szemben a mi módszerünk, amely a célzott rekombináció alapul, feltöri a haplotípust (a fenotípusnak az a része, amelyet egy kromoszómán elhelyezkedő, szorosan kapcsolt gének határoznak meg) a rekombinációs sivatagokban és jelentősen megnöveli az esélyét a kedvező allélek egy egyedbe történő bekerülésének és feldúsításának. Ez azért lehetséges, mert olyan kromoszómaszakaszokhoz is el tudjuk juttatni a DNS-indukáló jelet, illetve a törést végrehajtó Spo11-et, ahol egyébként nem történnek törések és rekombináció. Így el lehet érni, hogy olyan kromoszómaszakaszok alléljai is kombinálódjanak egymással, ami a természetben szinte soha nem történik meg. Persze ez egyelőre elvi lehetőség, az eljárás alkalmazhatóságának számos technológiai, jogi és erkölcsi akadály van.

– *A világon a második leggyakoribb halálok a rák. Lát-e esélyt arra, hogy módszerük ezen a területen is előrelépést hozzon?*

– A rákos folyamatra a genom instabilitása a jellemző, vagyis az, hogy törés-rekombinációs ciklusok történnek kontrollálatlanul, amely **tönkretesz a kromoszómák szerkezetét, felborítja a gének működését és a sejtsztódási ciklust. Tehát, ha a rákos szövetekbe célzottan tudnánk bejuttatni a rekombinációt beindító konstrukciót, amely még jobban meghajtaná a DNS-törés-rekombinációs ciklust, akkor lenne esélye a tumoros sejtek elpusztításának. De ezek sajnos egyelőre spekulációk. Jelenleg ott tartunk, hogy a molekuláris mechanizmust megértettük, tudjuk, hogy bizonyos hisztonmódosításoknak okozati szerepe van a folyamat lejárásában, és megtaláltunk két fehérjét, aminek a kölcsönhatása elengedhetetlen a meiotikus rekombináció elindításához. Hangsúlyoznom kell, hogy kutatócsoportunk felfedező alaputatást végez egy modellszervezetben, és ahogyan az alaputatásoknak általában, a miénknek sincs közvetlenül alkalmazható gyakorlati jelentősége vagy orvosi használata. **Módszerünk klinikai alkalmazása jelenleg nem reális, pusztán egy elvi lehetőség.****

Viszont nem szabad elfelejtenünk, hogy az alaputatás matematikailag a lassú lecsengésű valószínűségi eloszlásokhoz hasonlatos, amelyek esetén a várható megtérülés a végtelenhez (!) tart. (Ezt az elképesztő jelenséget Eric Lander, amerikai elnöki tudományos főtanácsadó Csodagyárnak nevezte el.) Az alaputatás tehát csodákat teremthet, de működése felidéri a gyárakat, mivel a „csoda” ez esetben jól reprodukálható.

Az interjút készítette:  
DOMBI MARGIT

## Irodalom

- Waddington, C.H. Genetic assimilation of an acquired character. *Evolution* 7, 118–126 (1953)
- Lim, J. P. & Brunet, A. Bridging the transgenerational gap with epigenetic memory. *Trends Genet.* 29, 176–86 (2013).
- Acquaviva, L & Szekvolgyi, L *et al.* The COMPASS subunit Spp1 links histone methylation to initiation of meiotic recombination. *Science* 339, 215–218 (2013).
- Szekvolgyi L, Ohta K, Nicolas A. Initiation of Meiotic Homologous Recombination: Flexibility, Impact of Histone modifications, and chromatin remodelling. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 7, 447–462 (2015).
- Brick, K., Smagulova, F., Khil, P., Camerini-Otero, R. D. & Petukhova, G. V. Genetic recombination is directed away from functional genomic elements in mice. *Nature* 485, 642–5 (2012).
- [https://www.msri.org/system/cms/files/132/files/original/Lander-Case\\_for\\_Research.pdf](https://www.msri.org/system/cms/files/132/files/original/Lander-Case_for_Research.pdf)

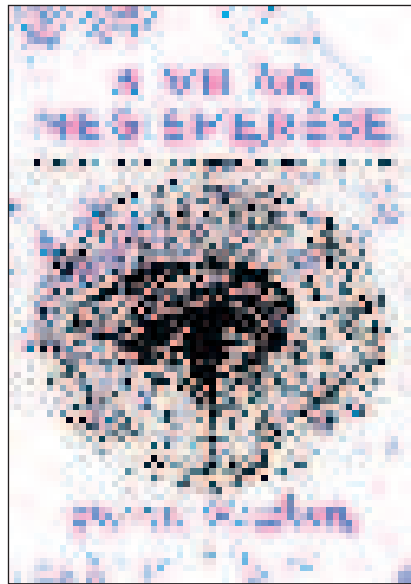
# A tudománytörténet „első három perce”

„Fizikus vagyok, nem történész, de ahogy múltak az évek, egyre jobban lenyűgözött a tudomány története. Rendkívüli a történet, az egyik legérdekesebb az emberi történelemben. Ebből a történetből a hozzám hasonló tudósok személyesen is kivették a részüket. Napjaink kutatómunkáját is segíti és megvilágítja, ha megismerjük a múltat, sőt egyes tudósok számára a tudomány történetének megismerése motivációt jelent kutatói munkánkhoz. Mindannyian azt reméljük, hogy kutatásaink, még ha csak egy morzsával is, hozzájárulnak a természettudományok nagyszerű történelmi tradíciójához.” – írja a Nobel-díjas *Steven Weinberg* hamarosan magyarul is megjelenő, *A világ megismerése* című könyve előszavában.

Az 1933-ban született Weinberg kezdő fizikusként az elméleti fizika különböző területei iránt érdeklődött a Feynman-gráfok nagy energiájú viselkedésétől a gyenge kölcsönhatási áramokon, a szimmetriasértéseken és a szóráselméleten keresztül a müonok fizikájáig. Az 1960-as évek közepétől érdeklődése az erős kölcsönhatás és a spontán szimmetriasértések felé fordult, majd a 70-es években kezdett a gyenge és az elektromágneses kölcsönhatást egyesítő térelmélettel, és ezzel összefüggésben az erős kölcsönhatásokat leíró kvantum-szindinamikával foglalkozni.

Az elektroyenge kölcsönhatás elmélete – vagyis a Glashow–Weinberg–Salam-modell – két alapvető kölcsönhatás, az elektromágnességet leíró kvantum-elektrodinamika és a gyenge kölcsönhatás egyesítéséből született meg. Ezért kapta meg két kollégájával, a pakisztáni *Abdus Salam*mal (1926–1996) és egykori középiskolai osztálytársával, *Sheldon Glashow*-val (1932) a fizikai Nobel-díjat, mint az indokolás megfogalmazta, „az elemi részecskék között ható egyesített gyenge és elektromágneses kölcsönhatás elméletéhez való hozzájárulásukért, beleértve többek között a gyenge semleges áramok előrelépését”.

Az 1960-as évek elejétől kezdve aktívan érdeklődött a neutrínók kozmikus populációja, illetve ezen keresztül általában az asztrofizika és a kozmológia kérdései iránt. Ez irányú munkáját 1971-ben meg-



„...lenyűgözött a tudomány”

jelent *Gravitation and Cosmology* című könyvében összegezte. A kozmológia aktuális eredményeit népszerű szinten megírta az 1977-ben megjelent *Az első három percben*. A könyv világsikerré vált, számos nyelvre lefordították. (Magyarul *Gajzágó Éva* fordításában a Gondolat Kiadó 1982-ben jelentette meg.)

Weinberg a továbbiakban sem lett hűtlen az ismeretterjesztéshez és a tudomány népszerűsítéséhez. Cikkeiben, előadásában a fizikán kívül az ateizmus, a filozófia és a történelem, tudománytörténet különböző témáival foglalkozik. Ennek köszönhetően született meg *A világ megismerése*, amelyben az ókortól Newton koráig tárgyalja a természettudományok – elsősorban a fizika és a csillagászat – történetét, de időnként utal a modern fizikára is. A szerző így fogalmazza meg a maga elé állított célt: „El akarom mondani, milyen nehéz volt a modern természettudomány felfedezése, mennyire nem nyilvánvalóak eljárásai és normái.”

A terjedelmes műről elhelyült lehetetlen átfogó képet adni, ezért csak három témakörben illusztráljuk néhány szemelvénnel Weinberg nézeteit, egyrészt az ateizmus, illetve a természettudomány és a vallás viszonya, másrészt a régi korok

természettudósaihoz való viszonya és a tudományos forradalom kérdéskörében. Eltekintünk a könyvben bemutatott természettudományos elméletek, eredmények, felfedezések és történetek ismertetésétől, mint ahogy a könyv jelentős részét adó, egyes, szóba kerülő tételek, mérések bizonyítását tárgyaló jegyzetből sem idézünk. Utóbbiakat Weinberg így ajánlja az olvasók figyelmébe: „Az itt következő jegyzetekben leírom a könyvben tárgyalt néhány történelmi eredmény tudományos és matematikai hátterét. Azoknak az olvasóknak, akik a középiskolában tanultak némi algebrát és geometriát, és azt még nem felejtették el teljesen, nem fog gondot okozni a jegyzetek matematikai színvonala. Könyvem mondanivalóját azonban úgy rendeztem el, hogy akit nem érdekelnek ezek a technikai részletek, az nyugodtan átugorhatja ezeket a jegyzeteket, a könyv fő szövege ettől függetlenül érthető marad a számára.”

## Természettudomány és vallás

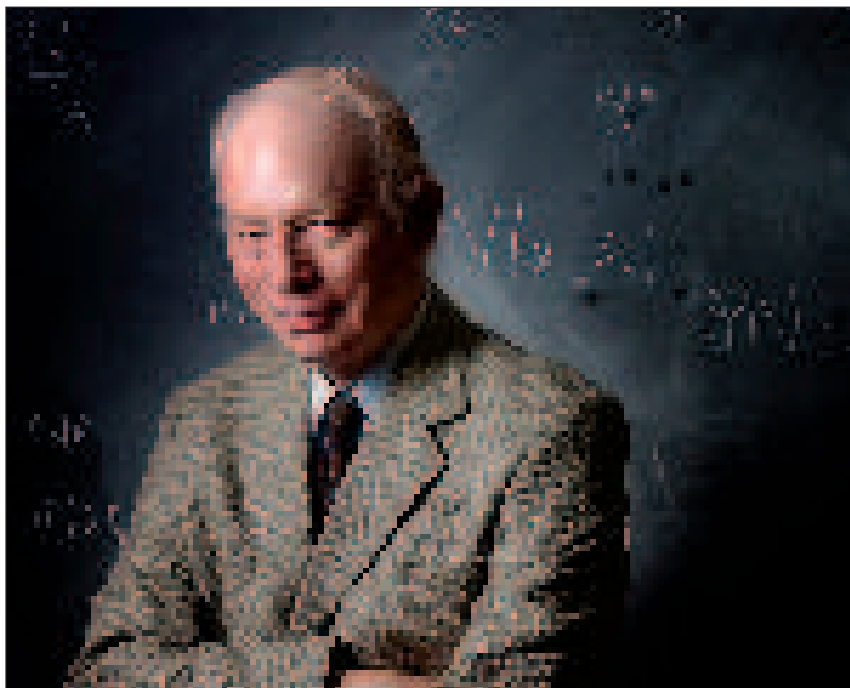
Weinberg meggyőződéses ateista. Ezzel kapcsolatban így ír, meghúzva egyúttal a természettudomány és a vallás közötti határvonalat: „Nem arról van szó, hogy a modern természettudós a kezdet kezdetén eldöntené, hogy természetfölötti lények márpedig nem léteznek. Történetesen én így gondolom, ám vannak nagyon kiváló tudósok, akik mélyen vallásosak. Inkább az a lényeg, milyen messzire mehetünk el a természetfölötti beavatkozás feltételezése nélkül. A természettudomány csak ezen az alapon művelhető, mert amint segítségül hívjuk a természetfölöttit, abban a pillanatban minden megmagyarázható, és egyetlen magyarázatot sem kell bizonyítani.” Egy másik munkájában ezt még tömörebben így összegezte: „A természettudomány nem zárja ki, hogy higgyünk Istenben, egyszerűen csak lehetővé teszi, hogy ne higgyünk Istenben.”

Magától értetődően sem a tudomány történetéből, sem a tudomány és a vallás viszonyának tárgyalásából nem hiányozhat Galilei konfliktusa az egyházzal, amelyet azonban Weinberg érdekes

megvilágításba helyez. „Galilei 1613-ben szembeszállt a jezsuitákkal, többek közt *Christoph Scheiner*rel, még hozzá egy viszonylag lényegtelen csillagászati kérdésben. A vita arról folyt, hogy a napfoltok magához a Naphoz tartoznak-e – például közvetlenül a felszíne fölött lebegő felhők, ami Galilei véleménye szerint a Hold hegyeihez hasonlóan az égitestek tökéletlenségére adna példát. Vagy talán a Naphoz a Merkúrál közelebb keringő, aprócska bolygók lehetnek?” A szakmai vita tárgya tehát Weinberg minősítése szerint egy „viszonylag lényegtelen” kérdés volt. A háttérben azonban más is meghúzódott, hiszen „A vita emellett arról is folyt, hogy melyikük fedezte fel elsőként a napfoltokat.” Nem az egyetlen eset a tudománytörténetben, amikor a prioritási vita eszkalálódott. Mindamellett, „Ez azonban csak apró epizódja volt a jezsuitákkal folyó, és egyre terebélyesedő vitájának, amelyben azonban egyik fél sem válogatott az eszközökben. A továbbiak szempontjából azonban fontosabb volt, hogy ebben az írásában Galilei már egyértelműen állást foglalt Kopernikus mellett.” Végül Weinberg arra is rámutat, hogy Galilei a vitában téves álláspontot fejt ki egyik írásában. „Galilei konfliktusa a jezsuitákkal 1623-ben érte el a tetőpontját, amikor kiadta *Il Saggiatore* (*Az aranymérleg*) című művét. Ez a jezsuita matematikus, *Orazio Grassi* elleni nyílt támadás volt, Grassi tökéletesen helytálló és *Tycho Brahe* megállapításával egyező kijelentése okán, amely szerint a napi parallaxis hiánya azt igazolja, hogy az üstökösök messzebb vannak a Holdnál.”

Ugyanakkor Weinberg Galilei főművével (*Dialogo*) kapcsolatban is feltesz egy érdekes kérdést. „Galilei könyvének furcsa a címe. Abban az időben ugyanis nem két, hanem *négy* nagy világregszer volt: Ptolemaioszén és Kopernikuszén kívül a homocentrikus szférákon alapuló Arisztotelész-féle, valamint a Tycho-féle, amelyben a Nap és a Hold az álló Föld körül kering, a többi bolygó viszont a Nap körül. Miért nem foglalkozott Galilei Arisztotelész és Tycho rendszerével?”

Galilei perét illetően levonja a máig is érvényes tanulságot, itt azonban már nem a vallásos felfogást, hanem a korabeli egyház hatalmi gépezetét állítja szembe a tudományos és vallási nézetekkel, véleményekkel. „Tételezzük fel azonban, hogy az egyháznak lett volna igaza, és Galilei tévedett volna a csillagászati kérdésekben. Az egyház ebben az esetben is helytelenül tette volna, ha börtönbüntetésre ítéli Galileit és eltiltja írásai publikálásától, éppúgy, ahogy helytelen volt Brunót elítélni, még ha eretnek is volt. Szerencsére, bár tudomásom szerint ezt egyértelműen soha nem jelentette ki, az egyháznak ma már meg sem fordulnak a fejében ilyen lépések. Az



Steven Weinberg (Forrás: <http://www.thefamouspeople.com/profiles/images/steven-weinberg>)

istenkáromlást és a hit megtagadását büntető iszlám országok kivételével mára a világ megtanulta, hogy a kormányoknak és az egyházi hatóságoknak nem feladata a vallási véleményeket büncselekménynek tekintve ítélkezni, függetlenül attól, hogy azok a vélemények igazak, vagy sem.”

Többbször is visszatér a szerző az úgynevezett finomhangoltság problémájához, Arisztotelész epiciklusaitól Kopernikus elméletének pontatlanságán keresztül egészen a modern csillagászat legégetőbb dilemmájáig: „Napjainkban a finomhangolás még aggasztóbb esetével kell szembenéznünk. A csillagászok 1998-ban felfedezték, hogy a Világegyetem tágulása nem lassul, amint azt a galaxisok egymás közti gravitációs vonzása alapján várnánk, hanem gyorsul. Ezt a gyorsulást egy olyan, sötét energiának nevezett energiafajtának tulajdonítják, amelyik magával a térrel áll kapcsolatban. Az elmélet szerint számos különböző tényező járul hozzá a sötét energiához. Egyeseket ezek közül ki tudunk számítani, másokat nem. Kiderült, hogy azok a hozzájárulások a sötét energiához, amelyeket ki tudunk számítani, körülbelül 56 nagyságrenddel nagyobbak a csillagászok által megfigyeltnél.”

#### A múlt nézetei mai szemmel

Weinberg határozottan elutasítja azt a történelmi szemléletet, amely szerint a régi korok tudósainak munkáját saját koruk viszonyában kell értékelni. A törté-

nész *David Lindbergh*re hivatkozik, aki „Ugyanezen könyvének második kiadásában így ír: „Egy filozófiai rendszert vagy egy tudományos elméletet nem annak alapján kell értékelnünk, hogy mennyire felel meg mai gondolkodásunknak, hanem annak alapján, ahogyan saját kora filozófiai és természettudományos problémáit tárgyalta.” Ezt én nem fogadom el. A természettudományban (a filozófiát másokra hagyom) nem az a fontos, hogy megoldjuk a saját korunkban népszerű problémákat, hanem az, hogy megértsük a világot.” Később hozzáteszi: „Természetesen a tudományos felfedezések történelmi összefüggéseit is meg kell próbálnunk megérteni. Ezen túlmenően, a történelem feladata attól függ, mit próbál meg elérni. Ha a történelem egyszerűen csak rekonstruálni szeretné a múltat, hogy megértsük, ’milyen is volt az világában’, akkor nem sokat segít, ha a múlt természettudósainak munkáját a mai követelményekhez igazítva ítéljük meg. Ez a fajta értékítélet azonban elkerülhetetlen abban az esetben, ha azt akarjuk megérteni, miként fejlődött a természettudomány a múlttól a jelenig.”

A bírálatot a görögökkel kezdi: „Mindamelllett úgy vélem, nem szabad túl nagy hangsúlyt fektetni a korai vagy a klasszikus görög tudomány modern vonatkozásaira. A modern természettudományak van ugyanis egy fontos jellemzője, amely szinte teljesen hiányzik az általam Thalészról Platónig felsorolt gondolkodók munkájából: egyikük sem próbálta meg igazolni



vagy (talán Zénón kivételével) komolyan alátámasztani spekulációit. Írásaikat olvasva minduntalan felbukkan a kérdés: 'Hát, ezt meg miből gondolta?' Ez Démokritoszra éppúgy igaz, mint a többiekre. A könyvek fennmaradt töredékeiben sehol, a legcsekélyebb próbálkozást sem találjuk annak igazolására, hogy az anyag valóban atomokból áll."

A klasszikus korról szemben a hellenizmust favorizálja. „A hellenisztikus korban ezzel szemben a természettudományok jutottak olyan magasságokba, amelyek mellett nemcsak a klasszikus kor eredményei törpülnek el, hanem amelyeket egészen a XVI–XVII. század tudományos forradalmáig nem sikerült túlszárnyalni. ... A másik fontos különbség a hellenisztikus tudósok és klasszikus elődeik között az volt, hogy a hellenisztikus korra kevésbé nyomta rá a bélyegét a sznobizmusból fakadó különbségtétel az öncélú és a hasznos tudományok között – a görög *episztemé*, azaz tudás, szemben a *tekhnével*, azaz mesterséggel (vagy latinul *scientia*, illetve *ars*)."

Bírálja a vizsgálódás módszerét, a szemléletet, a tudományos módszer hiányát: „A fizika történetére tekintve azonban azt mondhatjuk, hogy nagyon hosszú időbe telt, mire a fizikusok figyelme a mérések bizonytalanságára irányítódott. Legjobb tudomásom szerint sem az ókorban, sem pedig a középkorban senki sem próbálta komolyan megbecsülni, mekkora valamely mérés bizonytalansága. Amint ... látni fogjuk, még Newton is felettlébb nagyvonalúan bánt a kísérletek bizonytalanságának kérdésével."

Mai fizikai ismereteink birtokában kíméletlenül bírálja a tudomány történetének legkiválóbb alakjait is: „Az arisz-

ternikus elmélete ezekkel a kiegészítésekkel együtt is egyszerűbb volt, mint Ptolemaioszé, de a különbség nem volt világrengető. Bár Kopernikusz ezt még nem tudhatta, de elmélete közelebb járt volna az igazsághoz, ha nem bajlódik az

reméltó, milyen tévesen gondolkozott a természet oly sok sajátosságáról. Tévesen állította, hogy a Föld elnyúlt, hosszúság alakú (azaz a Föld átmérője a két pólusa között nagyobb, mint az Egyenlítő síkjában). Arisztotelészhez hasonló-



Az 1979-es fizikai Nobel-díjak (balról jobbra): Sheldon Glashow, Abdus Salam és Steven Weinberg

epiciklusokkal, hanem az elmélet apró pontatlanságainak tisztázását a későbbi generációk tudósaira hagyja." A „későbbi generációk”, elsőként a bolygópályák ellipszis alakját felismerő Kepler sokat segített az említett „pontatlanságok tisztázásában”, ám „Valójában Kepler gondolkodását nagyrészt az a téves fizikai elképzelés befolyásolta, miszerint a Nap valamilyen, a mágnességhez hasonló erő révén mozgatja a bolygókat a pályáik mentén." A bírálat nem szorítkozik a Naprendszer megismerésének kezdeteire, hanem korokon és tudományterületeken átívelő: „Bacon és Platón két, egymással ellentétesen szélsőséges álláspontot képviselt. Természetesen mindketten tévedtek."

A legkeményebb kritikával mégis René Descartes-ot illeti. „Ez a rövid összefoglaló alig érinti Descartes nézeteit. Filozófiáját csodálták, és még ma is csodálják, elsősorban Franciaországban és a filozófusok körében. Ezt én furcsállom. Egy olyan ember esetében, aki azt állította, hogy megtalálta 'a megbízható tudás megszerzésének igaz módszerét', különösen figyelem-

an, ő is tévesen állította a vákuum lehetetlenségét. Tévedett abban, hogy a fény pillanatszerűen (azaz végtelen sebességgel) terjed. Tévedett, amikor azt hitte, hogy a teret az anyag örvényei töltik ki, amelyek magukkal sodorják pályáik mentén a bolygókat. Nem volt igaza abban, hogy a tobozmirigyben lakozik az emberi tudatosságért felelős lélek. Rosszul gondolta, melyik fizikai mennyiség marad meg az ütközések során. Tévesen állította, hogy a szabadon eső test sebessége a test által megtett úttal arányos. Végül, számos szeretetreméltó házi cica megfigyelése alapján személyes meggyőződése szerint Descartes abban is tévedett, hogy az állatok valódi tudatosság nélküli gépezetek lennének."

Miután a természettudós Descartes-ot megsemmisíti, a filozófus Descartes kapja meg a kegyelmezdőfést: „Minthogy azonban Descartes 'az értelem helyes használatának s a tudományos igazságok kutatásának módszeréről' írt, ezért sorozatos tévedései szükségszerűen árnyékot vetnek filozófiai értékítéleteire is." Csak a matematikus Descartes-nak kegyelmez: „Descartes legjelentősebb tudományos eredménye egy új matematikai módszer felfedezése volt, amelyet ma koordináta geometriának (vagy analitikus geometriának) nevezünk."



Steven Weinberg átveszi az 1979-es fizikai Nobel-díjat

totelészi rendszerről azt mondhatnánk, hogy nem egyezett a megfigyelésekkel, ezt azonban már kétezer év óta tudták róla, mégsem pártoltak el tőle a követői." Később sem jobb a helyzet: „Ko-



**Beatrix holland királynő 1983-ban, korábban Nobel-díjjal kitüntetett tudósok társaságában. Balról jobbra, Paul Berg (kémiai, 1980), Christian de Duve (orvosi, 1974), Steven Weinberg (fizikai, 1979), Queen Beatrix, Manfred Eigen (kémiai, 1967), Nicolaas Bloembergen (fizikai, 1981) (Kép: Wikimedia Commons, Rob C. Kroes/Anefo – Dutch National Archives)**

### A tudományos forradalomról

„Akár volt tudományos forradalom, akár nem, az mindenképpen Kopernikusszal kezdődött.” – foglal állást Weinberg a tőle megszokott határozottsággal könyve tudományos forradalomról szóló részének indításaként, utalva arra, hogy egyes történészek még a tudományos forradalom létezését is kétségbe vonják. „Az elmúlt évtizedekben egyes történészek kételyeiket fejezték ki a tudományos forradalom jelentőségét illetően, sőt még a létezését is kétségbe vonták.”

Weinberg a tudomány történetében a fordulópontot a módszer kialakulásában látja. „A természettudomány ma nemzetközi, talán civilizációink leginkább nemzetközi területe, ám a modern természettudomány felfedezése ott történt, amit kicsit szabadon értelmezve a Nyugatnak nevezhetünk. A modern természettudomány módszere az Európában, a tudományos forradalom idején végzett kutatások során alakult ki, amely viszont az Európában és az arab világban a középkorban végzett munkán alapul, de gyökerei végső soron a korai görög természettudományig nyúlnak vissza. A Nyugat tudományos ismereteinek jelentős részét másoktól kölcsönözte – a geometriát Egyiptomból, a csillagászati adatokat Babilonból, az aritmetikai módszereket Babilonból és Indiából, a mágneses iránytűt Kínából – de legjobb tudomásom szerint a modern természettudományos módszert sehonnan sem importálta.”

Másutt így ír: „Már csak egyetlen kérdés maradt megválaszolatlan: miért akkor és ott következett be a XVI. és a XVII. század természettudományos forradalma,

amikor és ahol bekövetkezett? A lehetséges magyarázatokban nincs hiány.”

A természettudományos forradalom betetőzését Newton munkássága jelenti, de azért Weinberg neki is odaszúr: „Newtonnal elérkezünk a természettudományos forradalom csúcspontjára. De micsoda furcsa szerzetre osztották ezt a történelmi szerepet! Newton soha nem járt Anglia egy keskeny, London Cambridge-dzsel és szülőhelyével, Lincolnshire-rel összekötő sávján kívül. Még a tengert sem látta, amelynek árapálya olyannyira érdekelt.” Nem is beszélve azokról a legkevésbé sem hízelgő megjegyzésekről, amelyeket Leibniz-cel folytatott prioritási vitája okán Newtonra tesz.

A természettudományos forradalom betetőzését azonban vitathatatlanul a newtoni szintézis jelentette: „Ez a lépés volt az égi és a földi természettudományok egyesítésének csúcspontja. Kopernikusz a bolygók közé helyezte a Földet, Tycho bebizonyította, hogy bekövetkezhetnek változások az égitestek világában, Galilei pedig látta, hogy a Hold felszíne egyenetlen, akárcsak a Földé, de egyikük felfedezése sem kapcsolta össze a bolygók mozgását olyan erővel, amilyeneket itt a Földön is megfigyelhetünk. Descartes a Naprendszerben folyó mozgásokat az éter örvényei segítségével próbálta megérteni, amelyek hasonlóak a vízzel teli medencében a Földön kialakulókhöz; ez az elmélet azonban kudarcot vallott. Ezek után Newton bebizonyította, hogy a Holdat a Föld körüli, a bolygókat pedig a Nap körüli pályáikon tartó erő pontosan ugyanaz a gravitációs erő, ugyanazoknak a kvantitatív törvényeknek engedelmeskedő nehézkedés,

amelyik következtében Lincolnshire-ben az almák a földre hullanak. Ettől kezdve egyszer s mindenkorra el kellett vetni az égi és a földi szétválasztásának Arisztotelészre visszanyúló fizikai spekulációját.”

Kétségtelen, hogy Newtonnal a klasszikus fizika ugyanolyan csúcspontját érte el, mint amilyent a modern fizika a kozmológiában és a részecskefizikában – nem kis részben éppen Weinberg munkásságának köszönhetően. „A kvantummechanikához hasonlóan, Newton Naprendszerrel alkotott elmélete is elvezetett ahhoz, ami később ugyancsak kiérdemelte a standard modell elnevezést. Ezt a fogalmat én vezettem be 1971-ben, a táguló Világegyetem szerkezetét és fejlődését leíró, addigra kifejlődött elmélet megnevezésére... Nem sokkal később fizikus kollégáimmal együtt, a 'standard modell' kifejezést az elemi részecskék és változatos kölcsönhatásaik kibontakozó elméleteinek megnevezésére is alkalmazni kezdtük. Természetesen Newton követői nem ezt a kifejezést használták a Naprendszer newtoni elméletének megjelölésére, de nyugodtan használhatták volna. A newtoni elmélet közös kiindulási alapot adott a csillagásznak azon megfigyelések magyarázatához, amelyek túlmutattak Kepler törvényein.”

Végül, de nem utolsósorban az ókortól Newtonig tartó tudománytörténeti kalandozása tanulságaként többek közt e gondolataival ébreszti fel az olvasóban a megismerés vágyát: „A világ tehát úgy működik, mint egy jó tanító, aki a megelégedettség pillanataival nyugtatja a jó ötleteinket. Évszázadok alatt megtanultuk, mi az, amit meg lehet ismerni, és hogyan. Megtanultuk, hogy ne törődjünk a céllal, mert ez a gyötörődés soha nem vezet el a vágyott örömhöz. Megtanultuk, hogy le kell mondani a bizonyosság kereséséről, mert a nekünk örömet okozó magyarázatok soha nem bizonyosak. Megtanultuk, hogy kísérleteket végezzünk, nem törődve az elrendezés mesterséges mivoltával. Kifejlődött bennünk az esztétikai érzék, amely támpontokat ad arra nézve, melyik elmélet fog működni, és amely hozzájárul az örömhöz, ha az elmélet tényleg működik. Tapasztalataink felhalmozódnak. Az egész nem tervezhető, nem megjósolható, mégis megbízható tudást eredményez, miközben az odavezető útban is mindvégig örömhöz vezet.”

*Steven Weinberg: A világ megismerése – Hogyan alakult ki a modern természettudomány? Akkord Könyvkiadó (www.gabo.hu), Budapest, 2016. Hamarosan a könyvesboltokban!*

*A könyvet fordította és az ismertetőt összeállította:  
BOTH ELŐD*

# A városklímától a globális éghajlatig

## Beszélgetés a 75 éves Probáld Ferenc professzossal

*Probáld Ferencet a földrajztanárok több nemzedéke s talán a közvélemény is mint a regionális földrajz professzorát ismeri. Tudományos teljesítményének jelentős részét azonban a meteorológia, azon belül is a városklimatológia területén fejtette ki, így interjúnkban most erre helyezzük a hangsúlyt.*

– Kedves Tanár Úr, mi volt az oka annak, hogy a meteorológus szakot is felvetted az egyetemen?

– A meteorológia iránti érdeklődésemet Dobosi Zoltánnak az első félévben hallgatott éghajlattani előadásai, majd ezt követő mikroklimatológiai speciális kollégiuma keltették fel. Ő bízott arra, hogy a biológia és a földrajz mellé vegyem fel a meteorológiát is. Erre csak az 1960-as, 70-es években volt lehetőség, de alig akadt rá vállalkozó, és nem tudom, rajtam kívül volt-e még egyáltalán valaki, aki ezt a három szakot egy időben végezte volna el. Dobosi igen kedves, nyitott gondolkodású, kitűnő tanár – akkoriban docens, 1971-től professzor – volt, aki nagy gonddal foglalkozott a hallgatókkal. Egy-egy meteorológus évfolyam létszáma, az 1960-as évek elején csupán 4–5 fő volt, úgyhogy az órák mondhatni családias légkörben zajlottak. Ez még inkább elmondható Dobosi mikroklimatológiai speckolljáról. A felsőoktatás akkori tekintélyelvű világában teljesen szokatlan volt, hogy ő egyenrangú félként, kollégaként fogadott bennünket, kezdő egyetemistákat. A kis kerek asztalra, amelyet körülültünk, rákerültek neves külföldi szerzők könyvei, érdekes folyóiratcikkek, fontos adatforrások, az előadásból pedig lassanként beszélgetés lett. Dobosinak mindig voltak ötletei, témái, mit lenne érdemes feldolgozni kellő kitartással, hiszen akkoriban nem volt számítógép, de még zsebszámológép sem, csak a kockás papír meg a ceruza. Tőle tanultam meg, miként kell használni az adattárakat s hogyan lehet a bel- és külföldi szakirodalomban tájékozódni. Még az elsőéves speckoll alkalmával adta a kezembe Kratzernek a városklímáról szóló klasszikus monográfiáját. Szerencsére tudtam már annyira németül, hogy elolvassam, mert nagyon sok érdekes gondolatot lehetett meríteni belőle. Így kezdtem foglalkozni azzal, hogy milyen mértékűek a városi antropogén energiafelszabadító folyamatok, és mennyiben járulnak hozzá Budapestén a klíma helyi módosulásához.



„...elköteleztem magam a földrajz mellett”

Amikor – örömmre – megjelent erről szóló cikkem az Időjárásban, még negyedéves hallgató voltam, és nem sejtettem, hogy később a Földrajz Tanszéken kínálnak nekem állást. Viszont nagyon vonzott a tudományos munka, és belekezdtem annak módszeres kutatásába, milyen fizikai folyamatok, energiaháztartási különbségek képezik a városi hősziget létrejöttének alapját. Ez akkoriban nemzetközi szinten is újnak számító kérdés volt, és a megkezdett vizsgálatokat egyre kevésbé tudtam abbahagyni. Ez aztán meg is határozta pályám első, közel másfél évtizedes szakaszát.

– Hogyan formálódott a pályád a végzés után? Hogyan alakult a két terület – városklimatológia és regionális földrajz – viszonya?

– 1964-ben, amikor elvégeztem az egyetemet, mindhárom földrajzi tanszék kapott egy-egy gyakornoki státust, én pedig – nem lévén párttag – a legkevésbé se gondolhattam, hogy meghívnak oda, mégis így alakult. A földrajz mindig kedvenc tárgyam volt, és ha akkoriban létezett volna geográfus szakma, biztosan az akartam volna lenni. Igen megörültem annak is, hogy így az egyetemen maradhattam. Az első három évben a Természetföldrajzi Tanszéken voltam, és Láng Sándor professzor azt mondta, nyugodtan foglalkozzak tovább klimatológiával, hiszen jól beleillik a tanszék profiljába. 1967-ben, amikor átkerültem a Regionális Földrajzi Tanszékre, már megvolt az egyetemi doktorim. Sárfalvi Béla, aki újonnan jött oda tanszékvezetőnek, hajlandó volt támogatni a munkámat

azzal a feltétellel, hogy a világgazdaság regionális földrajzának oktatását is vállalnom kell. A kettős feladat szorításában készült el kandidátusi értekezésem, amit 1972 tavaszán védtem meg, és 1974-ben „Budapest városklímája” címmel az Akadémiai Kiadónál jelent meg.

A diploma megszerzése után két évvel hívtott Dési Frigyes a Meteorológiai Tanszékre, de addigra már elköteleztem magam a földrajz mellett. Egyébként se nagyon rokonszenveztem Désszel, és idegen volt számomra az agrometeorológia is, amivel nála foglalkoznom kellett volna. Utóbb megint

hívtott, ezúttal már az OMSZ-hoz, ott viszont nagyon hiányzott volna a tanítás, no meg az egyetem szabadabb légköre, kötetlenebb munkarendje. Egy szó mint száz, maradtam a földrajznál. 1976–78-ban mégis vállaltam az OMSZ-nál egy tanácsadói másodállást, amelynek keretében a levegőkörnyezet tervezéséről készülő könyv városklíma-fejezetét kellett megírnom. Ekkor dolgoztam fel – a szó szoros értelmében kézi erővel, közel tízezer hatalmas pauszpapír ívre rajzolt térképet kiértékelve – a Budapest feletti áramlási mezők típusait és ezek előfordulásának gyakoriságát. Azt hiszem, ez világviszonylatban unikális munka volt, de sajnos nem lett folytatása, feledésbe merült. A Gondolat Zsebkönyvek sorozatban megjelent „Változik-e éghajlatunk?” című kis kötetemmel 1981-ben voltaképp búcsút mondtam a meteorológiának, bár még ezután is írtam a klímaváltozásról néhány rövid tanulmányt a Természet Világa számára. 1984 őszi félévében a Heidelbergi Egyetemen voltam vendégdocens, ahová Fritz Fezer professzor hívott meg. Az ő igen népszerű városklimatológiai speciálkollégiumán belül tarthattam három előadást budapesti munkáimról. Ezen kívül rám bízták a „Bevezetés a klimatológiába” című tárgyat, amelyet húsz elsőéves hallgatott. Életemben ez volt az egyetlen alkalom, hogy éghajlattant tanítottam, érdekes módon az is külföldön.

– *Mi adta az ösztönzést arra, hogy évtizedek múltán néhány előadás és cikk erejéig ismét visszakanyarodj korábbi témádhoz, a városklímához?*

– Az 1970-es évek vége felé nem álltak még rendelkezésünkre nagy felbontású infravörös műholdképek, nem volt személyi számítógép, nem alakult ki a térinformatika eszköztára sem. Így a városklíma-kutatás zsákutcának tűnt, különösen a magamfajta „outsider” számára, aki még az OMSZ adatállományához se igen férhetett hozzá. Ma viszont másodvirágzását éli: önálló tanszékei, folyóiratai, nemzetközi szervezete és konferenciái vannak. Érthető, hogy nosztalgiával gondolok vissza négy évtized előtti, félbemaradt kutatásaimra, melyeknek Budapesten azóta se lett szervez folytatásuk. Utólag azt is sajnálom, hogy eredményeim külföldi publikálására akkoriban – a legtöbb hazai kutatóhoz hasonlóan – vajmi kevés súlyt helyeztem. Fiatalon, kellő tapasztalat híján nem is éreztem, mekkora különbség, hogy egy angol nyelvű cikk egyetemi Annalesünkben vagy rangos nemzetközi folyóiratban jelenik-e meg.

A Hungarian Geographical Bulletin hátsólapján nemrég közölt városklimatológiai tanulmányom létrejöttében számos véletlen játszott közre a nosztalgián kívül, amely a szakirodalomban való újbóli elmélyedést örömtelivé tette. Azt igyekeztem fölvezetni, hogy milyen új tényezők formálták Budapest éghajlatát az elmúlt fél

évszázadban, és milyen változásokra kell felkészülni a globális felmelegedés következtében. 2015 augusztusának tartós kánikulája már némi ízelítő volt abból, amire utódaink egyre gyakrabban számíthatnak.

– *Hogyan kerültél kapcsolatba az éghajlatváltozás témájával, hogy látod e kérdés evolúcióját?*

– Az már a XIX. században kiderült, hogy a múltban nagy éghajlatváltozások voltak, amire számos bizonyítékot szolgáltatott. Másfelől világossá vált, hogy az éghajlat bizonyos keretek között, mikro- és mezoléptékben megváltoztatható. 1800-as évek elején Luke Howard Londonban már



leírta a városi hősziget jelenségét. Hogy az erdősítés vagy erdőirtás, vízrendezés egy-egy táj éghajlatát kisebb-nagyobb mértékben módosíthatja, már a XIX. században benne volt a köztudatban. (Jókai is írt erről *A jövő század regényében*.) A XX. századra maradt annak tisztázása, mi lehetett a múltbéli globális éghajlatváltozások oka. Ennek máig legvalószínűbb magyarázata a Milankovic-elmélet. A szén-dioxid, mint az éghajlatváltozás egyik lehetséges okozója, Tyndall és Arrhenius írásai révén már a XIX. században felmerült. Az 1930-as években Callendar, egy amatőr angol meteorológus kezdett el összefüggést keresni a ténylegesen mért hőmérsékleti adatok és a szén-dioxid-kibocsátás között. Az 1950-es években a vezető folyóiratok már rendszeresen közöltek cikkeket erről a témáról. Ezek közül Gilbert Plass 1956. évi tanulmányát tartom a legfontosabbnak, Mészáros Ernő pedig a légkör megismeréséről szóló művében Revelle és Suess egy évvel később, ugyancsak a Tellusban megjelent írását nevezte tudománytörténeti mérföldkönek.

Hogy az antropogén éghajlatváltozás lehetősége sokáig a klimatológia láthatárának peremén maradt és legfeljebb érdekes hipotézisnek számított, annak több oka van. Először is a vízgőz és a szén-dioxid elnyelési sávjainak átfedése miatt kérdéses volt, lehet-e egyáltalán, illetve mekkora lehet az utóbbinak a szerepe az üvegházhatásban. Ez még manapság sem pontosan tisztázott. A másik, hogy nem volt olyan monitoring rendszer, amellyel az éghajlat világméretű változását követni lehetett volna. Ezért is érdekelhetett gyanú, hogy a felmelegedés első jelei talán csak az állomások városi elhelyezéseinek, a környék erősödő urbanizációjának a következményei. Harmadszor: nem végeztek még olyan megbízható és rendszeres méréseket, amelyek igazolták volna, hogy a légkörben tényleg nő, és ha igen, milyen mértékben nő a szén-dioxid mennyisége. A bizonyítékot erre végül a Revelle kezdeményezésére 1957-ben felállított Mauna Loa-i obszervatórium több éves mérési sorozata szolgáltatta, melyet Bolin és Keeling 1963-ban publikáltak. Az 1960-as években kezdte meg Dansgaard a grönlendi jégfúrások oxigénizotópos vizsgálatát, ami a múltbéli klímaváltozásokat helyezte új megvilágításba. Mindez kb. 1970-re kristályosodott ki.

– *Mi volt az újdonság ebben az összképben?*

– Egyrészt, hogy az emberi tevékenység globális léptékben is képes éghajlatváltozást előidézni, másrészt hogy ez a várható, antropogén eredetű változás egyirányú és viszonylag gyors lesz. Mindennek a lehetőségére azonban az 1960-as évekig semmiféle bizonyíték nem volt. Ráadásul most már tudjuk, hogy az alig észlelhető felmelegedési tendencia a XX. század közepén három évtizedre meg is torpant.

Ezeket a fejleményeket a szakirodalomból Magyarországról is jól nyomon lehetett követni. A Budapest városklímájáról szóló könyvem bevezetőjében röviden összefoglaltam mindazt, amit addig a szén-dioxid hatásáról, a globális felmelegedés várható mértékéről leírtak. De ez a könyv témája szempontjából még mellékes volt. Akkor kezdett mélyebben érdekelni a kérdés, amikor 1972–73-ban egy évet az USA-ban töltöttem. Ott a Massachusetts Institute of Technology-ban több fontos tudományos összejövetelt tartottak az 1972. évi stockholmi Környezetvédelmi Világkonferencia előkészítése jegyében. 1970-ben összehívták a világ minden részéből a környezeti problémák legjobb szakértőit, akik a helyzet áttekintése nyomán közös jelentést fogalmaztak meg. Ezt *Study of Critical Environmental Problems* (SCEP) címmel adták ki. Ennek egyik leágazásaképpen a következő évben létrehoztak egy másik nemzetközi munkacsoportot, amely összeállította a *Study of Man's Impact on Climate*, kezdőbetűi

alapján SMIC jelentést. Ezeket a remek összefoglaló műveket olcsón meg lehetett vásárolni, és utóbb egyetemi előadásaim során nagy hasznukat vettem.

– *A Vátozik-e éghajlatunk? című könyved, amellyel, hogy igen korai a témát tekintve ebben a műfajban – mai szemmel olvasva – igencsak időtálló. Mi ösztönözt a megírására?*

– A tanár hivatásából következik, hogy késztetést érez ismereteinek megosztására. Az 1970-es években a klímáról, annak változásairól sok izgalmas új dolog derült ki, ami még nem ment át a köztudatba. Ezt a kérdéskört akkoriban elég jól ismertem, és érdekes kihívásnak tűnt számomra, hogy a klimatológiai alapismereteket a sok újdonsággal együtt tágabb olvasóközönség számára is összefoglaljam. Beküldtem egy témavázlatot a Gondolat Kiadónak, amit meglepően hamar el is fogadtak. A Gondolat volt akkoriban a tudományos ismeretterjesztés zászlóshajója; igen színvonalas kiadványokat jelentetett meg, csak épp egy zászlóshajóhoz méltó lassúsággal mozgott. Az én kéziratom 1979-ben készült, és két esztendőbe telt, mire könyv lett belőle. Nehéz elmondani, mennyi időbe és fáradságba került akkoriban egy ilyen kis zsebkönyv nyersanyagát, forrásait a szakirodalomból jegyzetlapocskákra összegyűjtögetni, majd a szöveget tollal, papíron megírni, aztán írógéppel átvinni. A kézi fénymásoló, az internet világában ez már épp olyan elképzelhetetlen, mint az én nemzedékem számára a kódexmásolók munkája lehetett. Annál nagyobb öröm volt, hogy végül megjelent a könyv, amely szívemhez talán legközelebb áll valamennyi írásom közül.

– *Hogyan készül egy ilyen munka, melyek a hiteles ismeretterjesztés „műhelytitkai”?*

– Azt hiszem, az efféle munkához mindenekelőtt széleskörű szakirodalmi tájékozottság kell, már csak azért is, hogy az ember ne írjon számárságot. Szükség van még szintetizáló képességre, hogy a sok-sok rész tanulmányból, amelyek egy-egy kérdést elmélyülten vizsgálnak, ki tudjuk választani azt, ami igazán lényeges, és be tudjuk illeszteni egy ilyen átfogóbb munka keretébe. Említhetném még a stílust, a szókincset, de erre ma már – sajnos – vajmi keveset adnak. Különösen fontos viszont, hogy az író a bonyolult dolgokat egyszerűen, közérthetően el tudja magyarázni. Ezt azért hangsúlyozom, mert mostanában úgy tűnik, mintha számos tudományágban ennek épp az ellenkezője lenne a divat: igen egyszerű dolgokat roppant bonyolultan, tudálékos idegen szakkifejezésekkel írnak le. Egy-egy irányszat vagy iskola hívei igyekeznek olyan tolvajnyelvet kialakítani, sőt szakterületükön uralkodóvá tenni, amelyet a saját körükön kívül valójában senki más nem ért.

– *A könyvben még igencsak optimista vagy, bízol a technikai vívmányokban, az emberiség problémamegoldó képességében. Ma is ilyen szellemben írnád-e meg ezt a munkát?*

– Igen, bár nem gondolom, hogy ennek a könyvnek túlságosan optimista kicsengése lenne.

– *Azokban az utalásokban éreztem ezt, amikor a jövő energiagondjainak a megoldásáról írsz. Amikorra elfogynak a fosszilis tüzelőanyagok, addigra kitalálunk majd valamit újat.*

– Ez azért mérsékelt, kérdőjeles optimizmus. A könyv végén arról van szó, hogy a klímaváltozás és a kutatása azért válik fontossá, mert az emberiség a végsőig igénybe veszi a Föld erőforrásait és eltartó-képességét. Ez kényes, ingatag állapot, és a belőle származó világméretű társadalmi bajokat az éghajlat változása súlyosbíthatja. Ha az emberiség növekvő létszámával és féktelen igényeivel nem feszegetné a határokat, akkor nem kellene tartani az antropogén klímaváltozástól, illetve a következményeitől sem. Ez merőben más megközelítés, mint a technológiai optimistáké, akiknek egyik-másik elképzelése máig kísért. Legnagyobb hatású képviselőjük a 60-as évektől Herman Kahn, a Hudson Institute megalapítója volt, aki kereken tagadta, hogy akár a népesség növekedésének, akár a gazdasági növekedésnek természet szabta korlátai, határai lennének. Az akkortájt kibontakozó űrkutatás, az első ember Holdra szállása egészen bizarr elképzeléseknek is tápot adott. Egyszer alkalmam volt hallgatni – épp a Természet Világa szerkesztőbizottsági ülésén – Balázs Bélának, az ELTE csillagász professzorának előadását, amelyben azt fejtegette: nem véletlen, hogy az embernek éppen most, a földi problémák sokasodása idején sikerült kilépnie a világtűrbe, mert pontosan erre kínálkozik majd számára a jövőendő kiút. Ugyanezt az optimizmust sugallta a fizikus Marx György könyvének a címe: *Jövönk az Univerzum!* Ma már ilyesmit talán senki se állít, viszont a vég nélküli gazdasági növekedésbe vetett hit töretlenül tartja magát.

Anniban jogos az optimizmus, hogy a klímaváltozás, amennyire ma látjuk, egyáltalán nem fenyegeti az emberiség egészének jövőjét, és nem kell váratlan globális méretű katasztrófától tartanunk. A mezőgazdaság alkalmazkodása a változó környezethez bizonyára az élelmezési helyzet súlyosbodásával jár majd ott, ahol most is gyakori az éhínség. A kis korallszigetek és a deltavidékek előntéstől rettegő lakóinak vagy az elapadó gleccserpartok mentén élő földműveseknek persze iszonyú csapás, hogy földönfutóvá lesznek, de ilyesfajta tragédia csak az emberiség töredékét sújthatja. Máshol a felmelegedés akár előnyös is lehet, s talán ez is közrejátszik abban, hogy megfékezésére ed-

dig vajmi kevés történt. Pedig ma már köztudott, hogy a klímaváltozást főként az ásványi energiahordozók eltüzeléséből származó szén-dioxid idézi elő – bár a többi üvegházhatású gáztól is érdemes lenne több szót ejteni. Évtizedek óta újra elhangzik tudományos és politikai fórumokon, hogy a szén-dioxid kibocsátását csökkenteni kellene, ám ez hatalmas érdekekbe ütközik. Realisabb cél a klímaváltozáshoz való fokozatos alkalmazkodás. Ez országról országra, tájról tájra másfajta stratégiát kíván, mert a változás jellege és mértéke, a szélsőséges időjárási helyzetek gyakorisága is más lesz. Hogy pontosan milyen regionális hatásokkal kell számolni, annak kiderítése napjainkban a klímakutatásnak talán legizgalmasabb feladata.

Ha a klímaváltozás prognózisának legrosszabb távlati forgatókönyvei valónak valóra, afféle mentsvárként még mindig ott van a bolygó mérnökség, a geoengineering. A klíma nagy hatósugarú mesterséges szabályozásának gondolata nem új, de csak a Nobel-díjas Paul Crutzen 2006-ban publikált tanulmánya állította megint reflektorfénybe. Többféle lehetőség is fölmerült: például ki lehetne vonni a szén-dioxidot a levegőből, vagy a napsugárzást lehetne megszüntetni a magaslégtérbe juttatott aeroszolokkal. Ezek technológiailag kivihetők, csak borzasztóan költségesek, kockázatosak, esetleg nehezen visszafordíthatók. De szükség esetén végül is mindez elképzelhető, mint újabb nagy lépés egy végsőig kihasznált mesterséges környezet létrehozása felé. Ennek fenntarthatósága persze kérdéses, és nyilván újabb meg újabb beavatkozásokot igényelne.

A művileg szabályozott globális éghajlat ötlete és általában a nagymérvű elrugaszkodás mindattól, ami természetes, sokak számára – megvallom, számomra is – roppant ellenszenvesnek tűnik. Pedig amióta az ember színre lépett, folyamatosan alakítja, saját igényeihez szabja környezetét, és az utóbbi másfél-két évszázadban már elképesztő ütemben szorítja vissza azokat az ökoszisztémákat, amelyek még természetesnek mondhatók. Vajon hiányoznak-e valakinek az Alföld terebélyes mocsár- és lápvidékei vagy a hajdani erdőrengetegek vadjai? Ugyan! Pánik tör ki, ha néha egy medve a határon át idetéved. Ahogy az amerikai farmerek se kívánják vissza a préri bölénycsordáit, az afrikaiak se bánják majd, ha az elefánt és az oroszlán már csak néhány vadsparkban lesz látható. Félő, hogy a végképp kihalt növény- és állatfajok nem jelentenek többet kései utódaink számára, mint nekünk a mamut vagy a Tyrannosaurus. Nem tudjuk azonban, hogy a természetes élővilág pusztításának, a biológiai sokszínűség drámai csökkenésének mi lesz a távolabbi következménye, hol van földanyánk, Gaia túróképességének a határa. Bizakodásra csak

az adhat okot, hogy a földtörténet legszörnyűbb katasztrófái sem szüntették meg bolygónkon az élet fejlődésének feltételeit.

– *Említett a geo-engineeringet, de climate engineeringről is beszélnek. Ez nem technológiai optimizmus?*

– Az igazi optimizmus annak feltételezése, hogy ilyen óriási kockázatokkal járó művi beavatkozásokra egyáltalán nem lesz szükség. Én pontosan ebben az értelemben vagyok derűlátó. Teljesen megsemménem kizárni, hogy a nagyon távoli jövőben esetleg a makroklima befolyásolására is bevetnek majd új technológiákat.

– *Egyáltalán, szabad-e ennyire beavatkoznunk a Föld működésébe?*

– Hogy mit szabad megtenni és mit nem, az etikai kérdés. Az emberiség eddig a kőbaltától az atombombáig mindig megvalósított, amire korának technológiája képessé tette, és nemcsak a fegyverkezés terén szokta félresöpörni az erkölcsi kötelességeket. Ha kiderülne, hogy nincs már egyéb mód az éghajlat katasztrófális romlásának megfékezésére, akkor élni fog a klímamérnökség eszközeivel is. Vészhelyzetben ez etikailag se lenne kifogásolható. A nemzetközi jogi aggályok szintén elháríthatók, ha a világhatalmak érdeke úgy kívánja. De egyelőre mindez a beláthatatlanul távoli jövő, a fantázia birodalmába tartozik.

– *Térjünk vissza az ismeretterjesztésre. Jól látom-e, hogy ezt a területet mindig is a szívügyednek tartottad, még talán fontosabbnak is, mint a kutatás világát?*

– Hogy fontosabbnak, azt nem mondanám, de legalább olyan fontosnak. Mivel végső soron a társadalom tartja fenn a tudományos kutatás intézményeit, jó, ha tevékenységük célja és értelme minél szélesebb nyilvánosságot kap. Ha a tudomány fényt derít bizonyos veszélyekre, kockázatokra, amelyeknek elhárítása politikai döntést igényel, ehhez a közvélemény támogatását az ismeretek megosztásával lehet elnyerni. A montreali egyezményt aligha sikerült volna tető alá hozni, ha az ózonréteg ritkulásának súlyos következményei nem váltak volna közzismertté. A széleskörű tájékozottság mind a társadalom, mind az egyéni boldogulás szempontjából alapvető, de manapság több okból is veszélyben lévő érték.

A kőkorszakban minden ősember tudta, hogyan készül a kőbalt, és értett is a használatához. Ma viszont még a leghétköznapibb eszközök működésével se vagyunk tisztában, nemhogy sejtenénk, hol húzódnak a tudomány frontvonalai! Ráadásul a kutatók többsége is inkább csak a tudás „termelésének” napszámosa, aki egész életében valami apró résztermával bajlódik, és gyakran még saját szakterületét se képes áttekinteni. A közműveltség, a szélesebb társadalmi rétegek ismeretei és az emberiség által összességében felhalmozott s birtokolt tudás között óriási a távolság. Emiatt lett

egyre nehezebb, ugyanakkor véleményem szerint egyre fontosabb a tudományos ismeretterjesztés, amelyből magam is igyekeztem részt vállalni. Írtam több ilyen jellegű könyvet, 1970-től 1990-ig tagja voltam a Természet Világa szerkesztőbizottságának, rendszeresen közltem cikkeket itt s az Élet és Tudományban is.

– *Hogyan kerültél kapcsolatba a Természet Világával, és milyen emlékeid vannak a szerkesztőbizottság működéséről?*

– A folyóirat évről évre pályázatot hirdetett – régebben nem csak diákok számára – ismeretterjesztő cikkek írására, s a névtelenül beküldött tanulmányok közül a legjobbakat le is közölte. Így jelent meg első, Malajziáról szóló írásom 1965-ben, s kezdődött negyedszázadon át tartó szoros kapcsolatom a Természet Világával. Ez az időszak a külvilágra ablakot nyitó földrajzi ismeretterjesztés virágkora volt, hiszen gyarmatbirodalmak felbomlása folytán új meg új nevek tűntek fel a térképen, s a szűkös utazási lehetőségek vagy a fekete-fehér tévé műsorai távolról se elégíthették ki a nagyvilág iránti érdeklődést. Első írásaim zöme különböző okokból reflektorfénybe került távoli országok földrajzi bemutatása volt. A szerkesztőségben a földrajzi tárgyú cikkeket Keömley Éva gondozta, akire számos írásom ötletadójaként is nagy szeretettel emlékezem vissza. Valószínűleg az ő javaslatára lettem tagja a szerkesztőbizottságnak, amely évente két-három alkalommal ült össze. Ilyenkor megvitatuk az előző számok tartalmát és a következő hónapokra szóló terveket. Azt hiszem, Gánti Tibor akkori főszerkesztő ötlete volt, hogy e rutinszerű programon túl időnként valamelyik szerkesztőbizottsági tag friss, izgalmas témájú előadására is sor kerüljön. A 80-as évek közepétől azonban megsokasodtak tanszéki feladataim, s maradék időmet, energiámat immár a tankönyvek írása és szerkesztése kötötte le.

A közoktatási tankönyvirást a tudományos közéletben a minimumnál is kevesebbre becsülik, nyilvános kritikai értékelésre szinte soha nem méltatják, holott ez az ismeretterjesztés legfontosabb módja. Minden gyerek jár általános iskolába, egy-egy korosztálynak csaknem háromnegyede pedig az érettségig is eljut. Beszélgetésünk közben eltűnődtem azon, milyen óriási a tankönyvek hatósugara. A gimnáziumok II. osztálya számára 1979-ben írtam az első földrajz-könyvet, amely másfél évtizeden át országszerte használatban volt. A 90-es években elkezdődött a különböző kiadók versenye, de az én – újabban már társszerzős – könyvem, persze sok-sok átdolgozással, maig a piac egyik meghatározó szereplője. Ha össze számoljuk, hogy közel négy évtized alatt ezt a művemét hányan használták olyan diákok, akiknek az ismereteihez vala-

micskét hozzátett, akikben a földrajz, a világ megismerése iránt érdeklődést ébresztett, valamilyen értéket közvetített, akkor elképesztő, millió körüli létszámhoz jutunk. Az iskolai tankönyv nagyon nehéz műfaj, már csak azért is, mert az író itt a tantervi előírások rabszolgája. Ennél egy fokkal könnyebb, legalább is korlátozottól mentesebb az egyetemi és főiskolai tankönyvek írása. Fél évszázad alatt ebbe is temérdek időt, energiát fektettem. Persze, a világ gyorsan változik, a földrajz-tankönyvek hamar elavulnak, de az oktatás és képzés egészségének hatása egy emberöltőre terjed. Épp ezért szomorúan láttam az utóbbi évtizedekben a tanárképzés létszámának zsugorodását és színvonalának hanyatlását, emellett pedig a földrajz-tanítás visszaszorulását a közoktatásban. Talán az utóbbi egy-két év fejleményei adnak némi reményt, hogy ez a tendencia megfordulhat.

– *Hogyan látod ma az ismeretterjesztés feladatait, kihívásait és lehetőségeit az éghajlatváltozással kapcsolatban?*

– Nyilvánvaló, hogy az ismeretterjesztés hagyományos eszközei és módszerei fokozatosan háttérbe szorulnak. Könyveket egyre kevesebben olvasnak, az ismeretterjesztő művek közönsége is megfogyatkozott. Szinte alig hihető, hogy az Élet és Tudomány valaha több száz ezres, a Természet Világa több tízezres példányszámban jelent meg. Manapság az ismeretterjesztő folyóiratok hatóköre sokkal csekélyebb, és közönségük erősen fragmentált. Ez vonatkozik az olyan korszerű médiumokra is, mint a televízió vagy a világháló. Tehát egy-egy internetes felület, blog vagy tévéadás csak kis töredékét éri el annak a rétegnek, amely szakmájától függetlenül, tágabb értelemben is érdeklődik a tudomány új eredményei iránt. A meteorológia viszonylag szerencsés helyzetben van, mert az időjárás mindenkit érdekel, és a folyamatos médiajelenlét – már ha valódi szakembereket hagynak szóhoz jutni – az éghajlatváltozásból fakadó veszélyek tárgyalásos bemutatására is alkalmat kínál.

Az ismeretterjesztés szüntelenül változó fórumainak körében egyetlen igazán biztos pont van: a közoktatás. Mert az interneten ugyan minden információ elérhető, de az új ismeretek megszerzésére irányuló értelmes törekvést és azt a szilárd vázát, amelybe az új információk szervesen beépülhetnek, csak a jó iskolák, a kitűnő tanárok képesek diákjaikban kialakítani. A közműveltség és a szakmai tudás jövője egyaránt az ő kezükben van!

Az interjút készítette:  
JANKÓ FERENC

*Az interjú az MTA Bolyai János kutatási ösztöndíj támogatásával készült.*

TURCSÁNYI GÁBOR–TURCSÁNYINÉ SILLER IRÉN

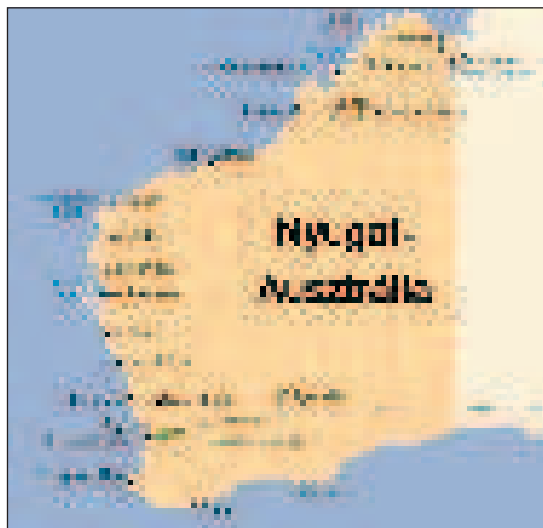
# „Hullámlovaglás” a Wave Rock szikláin

2015 júliusában és augusztusában 50 napot töltöttünk Délnyugat-Ausztráliában, a Föld egyik biodiverzitás-forrópontján. Az utunk során szerzett élményeinkről, tapasztalatainkról számolunk be sorozatunkban, melynek első részét olvashatják most az érdeklődők.

A déli félteke extratropikus zónájában, így Ausztrália legnagyobb részén is a július és az augusztus a téli évszak két leghidegebb és legcsapadékosabb hónapja. A délnyugat-austráliai Perth városában, kirándulásunk kiindulópontjában, télen körülbelül olyan időjárás van, mint Európa mediterrán térségeiben januárban és februárban. A hőmérséklet nappal általában 15–20 °C között van, de éjszaka megközelítheti a fagypontot is. Viszonylag gyakran és nagy mennyiségben esik csapadék. Egy napon belül is gyakran váltakoznak egymással az esős és a napsütéses periódusok. Csak augusztus utolsó két hetében szökik fel nappal a hőmérséklet 25 °C körüli értékre. Ekkorra a napsütéses órák száma is megnövekszik. Az Indiai-óceán közelsége miatt a szél állandóan fúj. A vegetáció, az időjárásnak megfelelően, télen is túlnyomórészt zöld. Csak kevés fafaj veszíti el lombját. Perth utcáit eukaliptuszok, araukariák, *Allocasuarina*-fajok, más vidékekről behurcolt pálmafák és korallfák (*Erythrina* spp.), valamint Dél-Afrikából betelepített Brassai-sugáráráliaiak (*Schefflera actinophylla*) és mimózalevelű zsakarandafák (*Jacaranda mimosifolia*) díszítik. A banán és a citrusfélék sem ritkák, sőt, termést érlelő dinya ( *Carica papaya* ) is előfordul.

Perthtől, Nyugat-Ausztrália fővárosától mintegy 300 km-re, egy Hyden nevű falusias, poros kisváros mellett található a 160 hektáros kiterjedésű Hyden Wildlife Park, melynek legfőbb nevezetessége a Wave Rock (magyarul: hullámszikla) nevű különleges geomorfológiai alakzat. Az első túra célpontja ennek a látványosságának a felkeresése volt. A Wave Rockról és közvetlen környékéről azonban egy kicsit később lesz szó; a távolról érkezett látogatókat már a Hydenbe vezető út mentén is számos látnivaló, érdekes meglepetés fogadta.

Perth városát keleti irányban elhagyva, dombokra kellett fölkapaszkodni. Az utat eukaliptuszerdők övezték. Egy parkoló mellett egy ilyen erdőbe is sikerült



Nyugat-Ausztrália térképe. A Perthből a Wave Rockhoz vezető utat zöld színnel jelöltük

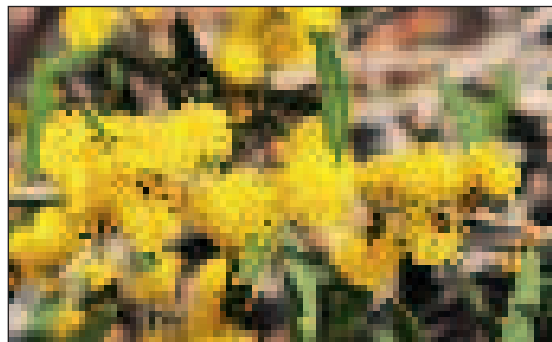
betekinteni. A gypsintet jórészt a fűfa (*Xanthorrhoea* sp.) fiatal egyedei borították, melyekre gyakran egy harmatfűfaj (*Drosera macrantha*) kapaszkodott fel, meglepően nagy, mintegy 1 m-es magasságig. Ez a növény gumókat képez a föld felszíne alatt, és ha nem áll rendelkezésére támasztónövény, a felszínen kúszik. 2,5 cm-es átmérőjű fehér vagy rózsaszín virágokat hoz, de itt, az erdőben, éppen nem virágzott. Mint a legtöbb Ausztráliában őshonos növényfaj, ez is bennszülött (endemikus), vagyis sehol máshol a világon nem fordul elő. Apró, kerekded, zöld leveleit vöröslő, hosszú nyelű mirigyszőrök borítják, melyekkel a növény csapdába ejti a rovarokat és megemészti, majd fölszívja belőlük az élet fenntartásához szükséges anyagokat. Ezekről a „húsevő” növényekről tudjuk, hogy általában nedves, tápanyagokban – különösen nitrogénben – szegény élőhelyeken fordulnak elő, olyanokon, ahol az evolúció kitűnő „ötletének” bizonyult a rovarok formájában kívülről beröppető nitrogénforrások hasznosítása. A fűfák között egy a prótea-félék (*Proteaceae*)

családjába és azon belül a Dryander-cserjék nemzetségébe tartozó faj (*Dryandra lindleyana*) – a hazai szártalan bábakalácsunkra (*Carlina acaulis*) emlékeztető – példányai bújtak meg. Ezeknek is szárazságtűrő jelleget mutató (xerofil) szeldelt, tőlevélrózsát (rozettát) alkotó leveleik vannak, virágzataik pedig a rozettáik közepén lapulnak. Egy szép sárga leplű kosborfaj is előkerült, melynek tudományos neve *Caladenia flava*. A *Caladenia* nemzetség a pókorchideák közé tartozik. A nemzetségnek jelenleg több mint 300 fajt tartják számon. A nemzetségnevét a görög *calos* és *aden* szavakból keletkezett, melyek közül az előbbi szépet, az utóbbi pedig mirigyet jelent. A szóösszetétel a színes mézajakra és a bibeoszlop (ginosztémium) alapjánál látható csillogó mirigyekre együttesen utal.

Tovább utazva, egy láthatóan nem régen leégett erdő tűnt föl előttünk. A tűz nyomát mindenekelőtt a megperzselődött, feketéllő fatörzsek jelezték. A gyp- és a cserjeszint kevés és kis borítást adó fából állt, de feltűnt egy akác faj (*Acacia nervosa*) szép, sárga alapszínű, de helyenként rózsás színnel befuttatott virágzata. A déli félteke legnagyobb részén elterjedt akácianemzetség mintegy 1350 fajt ölel magába, melyek közül csaknem 1000 található meg Ausztráliában.

A leégett területet elhagyva, egyre ritkuló erdők következtek, melyeket fokozatosan repce- és gabonátáblák, majd állatok (legfőképpen juhok) tartására használt legelők váltottak fel. Zártabb erdősávok az út során érintett Avon folyó mentén sem alakultak ki, illetve maradtak meg. Egy helyen – meglepő módon – alpakák legeltek. A mélyületekben, ott, ahol az út is lejjebb ereszkedett, igen gyakran

jelezték táblák a vízelárasztás veszélyét. Ezek a szakaszokon szemet gyönyörködtető sós tavakat, és ahol a víz már elpárolgott, csaknem zárt állományú szikes növényzetet lehetett látni. Ennek alkotói pozsgás (szukkulens) fajok voltak; közülük a kristályvirágfélék (Aizoaceae) családjába tartozik a *Disphyma crassifolium*, a disznóparéjfélék (Amaranthaceae) közé pedig a *Halosarcia halocnemoides* és az *Enchylaena tomentosa*. A *Disphyma crassifolium* a földfelszínen elterülő, húsos, fölfelé görbülő és vöröseszöldre színeződő levelű, rózsá-, lila vagy ibo-



A közel 1000 ausztrál akáciafaj egyike, az *Acacia nervosa*

lyaszínű virágú növény. A *Halosarcia halocnemoides* mintegy 50 cm magasra növény, sok kis vörös vagy zöld szártagra tagolt, rózsafüzérre emlékeztető szárat fejleszt. Az *Enchylaena tomentosa* szára és levelei sűrűn molyhosak; termései zöld, sárga vagy piros színűek. A szikes területek után egy darabig teljesen leégett vegetáció mellett haladt az út tovább Hyden felé.

A Wave Rockhoz vezető út mentén két, cserjések által borított védett természeti területet is jeleztek a táblák. Ezek az Overheu Nature Reserve, valamint a Karlgarin Hill Nature Reserve voltak. Cserjék között domináltak a prótea-félék (Proteaceae) családját képviselő Banks-cserjék (*Banksia* spp.), selyemtölgyek (*Grevillea* spp.) és tűpárnabokor-fajok (*Hakea* spp.), a kazuárfafélék (Casuarinaceae) közé tartozó *Allocasuarina humilis* és több sárga szirmú pillangósvirágú, melyeket a helyiek *Wattle*-knak (többes számban: *Wattles*) neveznek. Az ausztrál flóra dekoratív törpecserjéi közül leginkább a helyben *Peasként* (borsókként) emlegetett pillangósvirágú növények képviseltették magukat. Ezek között feltűnt egy sárga virágú, de vörösbarna lottal és ezzel tarkított vitorlájú faj, a *Bossiaea eriocarpa*. A cserjék alatt megbújt egy az ausztrálok által *Donkey Orchid*-nak nevezett kosborfaj (*Diuris brumalis*) is, mely angol nevét szármárfülszerűen álló két lepellevelelő kapta. A gyepszintben a korábbi, erdei megálló során már látott harmatfűfaj (*Drosera macrantha*) fehér virágú példányai is előkerültek. Különleges megjelenése hívta fel a figyelmet egy

nagy, merev, mélyen és szabálytalanul tagolt leveleket fejlesztő és sok apró citromsárga virágot tartalmazó füzereket viselő, feltételesen a prótea-félék (Proteaceae) családjába sorolt fajra, a *Synaphea acutilobara*. Egy érdekes, kék virágú, kistermetű, vesszős megjelenésű cserjefaj, a *Comesperma scoparium* is virított, melyet a tudomány a pacsirtafüfélék (Polygalaceae) családjának tagjaként tart számon. Ennek a fajnak a virága kétoldalian szimmetrikus. Kettő színes, szárnyszerűen szétterülő és három hátul megbújó csészelevél, valamint három szíromlevél alkotja, mely utóbbiak közül az alsó csuklyaszerű.

Ennek a csuklyaszerű szíromlevélnek a nyílásán bújnak ki a csövé összenőtt sárga porzók, valamint a bibe.

Az út késő délután ért véget a Hyden melletti lakóközparkban, ahol már előre megrendelt szállás várt ránk. Másnap reggel, kellemes meglepetésre, alig pár száz méter megtétele után lehetett elérni a Wave Rock sziklafalát. Belépve a szikla alá, az embernek olyan érzése támad, mintha egy hatalmas, átcsapó hullám belsejébe került volna, oda, ahol a filmekben a legkiválóbb szörfösök száguldnak oldalvást a part felé, az élet és a halál közötti végtelenül szűk határmezsgyén lavírozva. De itt ez a hullám nem vízből, hanem gránitból van, és időtlen idők óta nem mozdul el. Mégis, aláállva, az embernek olyan érzése támad, mintha azonnal rászakadhatna.

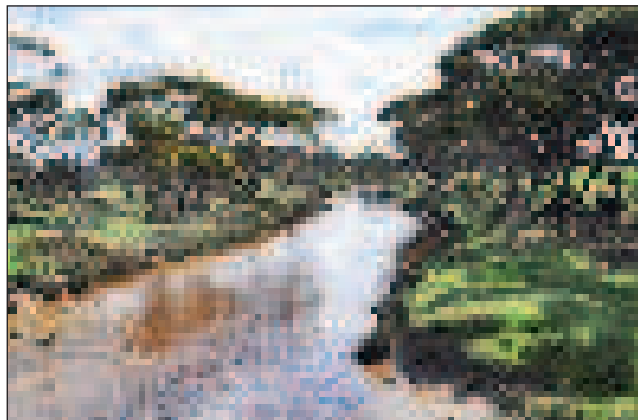
Nem véletlen, hogy ezt a kiemelkedő turisztikai látványosságot évente mintegy 140 ezer ember látogatja.

A Wave Rock a környező síkságból szigetszerűen kiemelkedő, Hyden Rock nevű nagy kiterjedésű gránit-tömb északi oldalán húzódó 14 m magas és 110 m hosszú sziklafal. Hyden városától 3 km-re keleti irányban található. 1928-ban a meredély fölé egy betonfalat húztak, mely az ugyanakkor létesített víztárolóba vezet a szikláról lefelé folyó vizet. Az építést követő időben az így összegyűjtött vízzel látták el a környék lakosságát.

A Hyden Rock egy szigethegy, melyet 3 dóm alkot. Anyaga 2,63 milliárd éves biotitos, kálium-földpátos, porfirós monzogranit. A középső és a nyugati dómot egy mély, víztározóval kitöltött völgy választja el

egymástól, a középső és a keleti dómot pedig egy alacsony sziklaterasz kapcsolja össze. A felszínforma több stádiumban bekövetkező fejlődése hozta létre ezeket a dómokat. Kezdeti lépésként a gránit alapkőzet a lateritesedett felszín alatt a 100–130 millió évvel ezelőtti kréta korszakban bekövetkező mállás következtében megváltozott. Attól függően, hogy az alapkőzet milyen mértékben darabolódott fel a berepedezés következtében, ez a változás különböző mértékig érintette a felszín alatt. Így maradtak meg szilárd dómok, melyeket nagyobb mélységeikig mállott, viszonylag laza szerkezetű gránittörmelék vett körbe. Azt követően, hogy Ausztrália és Antarktisz kontinensei elváltak egymástól és az ezzel együtt járó megbillenés következtében létrejött Délnyugat-Ausztrália, a felszín alatt elhelyezkedő, mélyen mállott gránit időszakosan erodálódott, és ez a mélyben megmaradt szilárd dómokat a felszínre hozta, a Hyden Rock-hegyet formálva.

A Wave Rock a legnagyobb és leglátványosabb ausztráliai példánya a geomorfológusok által behajló lejtőnek nevezett sziklaalakzatnak. Ilyen behajló lejtők tipikusan gránitból képződött szigethegyeken keletkeznek úgy, hogy a hegy lábát a talajvíz kémiai erodálja. Az így létrejött zsebszerű bevágódásban a mélyen erodálódott anyag felaprózódott, viszonylag laza szerkezetű törmeléként halmozódik fel. Amikor a törmelék egy későbbi eróziós folyamatok elmosás, hátra marad a mállás által nem érintett konkáv „hullámszikla-felület”. A Hyden Rock gránittömb-



Az Avon folyó Perth és Hyden között

jén, melyet hármaspúp képező alakjáról hydeni púpoknak (*Hyden Humps*) is neveznek, a nagy hullámszikla mellett több más érdekes képződmény is megfigyelhető. Ezek között vannak további, de jóval kisebb méretű behajló lejtők, a hegy platóját pedig óriási sziklatömbök tartják rendezetlen alakzatokban. Néhol egy-egy repedés mentén a felső sziklaréteg suvadásra figyelhető meg. Kisebb kőgömbök





Hyden felé közeledve egyre több szikes tó és puszta fordul elő

is előfordulnak. Akad az egyéb képződmények között egy különösen látványos is: egy hatalmas, öblös pofára emlékeztető üreg, melyet a helybéliek – találoán – *Hippos Yawn*nak, vagyis Víziló Ásításának neveznek.

A sziklák nyújtotta látványosságokon túl, a természet további kincsei is figyelmet érdemelnek. A Wave Rock lábainál elterülő ritkás erdőben az itt gyakori *Allocasuarina huegeliana* elhalt törzsein egy szép taplófaj (*Phaeotrametes decipiens*) nőtt, amelynek bársonyos, lilásbarna, sávos felszíne messziről feltűnt. Alul a kezdetben világos krémszínű, likacsos termőrétege nyomásra lilás rózsaszínűre váltott. Itt is gyakori volt az egész Ausztráliában közönséges *Pycnopus coccineus*, amely a mi cinóbertaplónk (*Pycnopus cinnabarinus*) rokona. Látványos, élénk narancspiros termőesteit könnyű volt észrevenni a nyitottabb, száraz helyeken korhadó faágakon. Fehérkorhasztó, szélesen elterjedt taplófaj, amelyet már az őslakosok is hasznosítottak. Kis darabkáját elrágva szájszebetek kezeltek vele, vagy szájszenész ellen csecsemők szájába dugták. Ez a taplófaj Ausztrália és Új-Zéland mérsékelt övi területein él, míg a töle nehezen megkülönböztethető *P. sanguineus* a trópusi részeken terjedt el. A mikorrhizás gombák közül az eukaliptuszok alatt termő *Austropaxillus infundibuliformis* nagytermetű, sárgásbarna kalapjai bukkantak elő. A kalapok apró pikkelykészek, tölcséresek, a közepükön benyomottak, a lemezeik pedig hosszan a tönkre lefutók, sekélyek. A lemezek a tönkhöz közel jól láthatóan villaszerűen elágaznak, ami a cölöpgombáknál jól ismert jelenség. A termőtest íze keserű, húsa nyomásra barnul. Dél-Ausztrália és Új-Zéland gombája.

A Wave Rock-szikla végén, egy ösvényen lehetett följutni a gránitheyg tetejére. Az a része a platónak, ahova az út vezetett,

Egy pókorchideafaj, a *Caladenia incensa*

csaknem teljesen csupasz volt. Csak itt-ott, bemélyedésekben rekedt meg a csapadékvíz, ami lehetővé tette némi vegetáció megtelepedését. Ezeket a foltokat mindenekelőtt sűrű mohapárna töltötte ki. A mohapárnából egy nálunk is nedves mohagyepékben és lápokban előforduló gombanemzetség (*Galerina*) általunk egyelőre ismeretlen fájának élénk rozsdavörös termőestei világítottak ki. De előfordult itt a már kétszer is említett *Drosera macrantha* mellett egy újabb, vörös szí-

nű levelekből rozettát képező harmatfűfaj (*Drosera bulbosa*), a sárgagyantafa-félék (*Xanthorrhoeaceae*) családjából a *Stypandra glauca*, a kikericsfélék (*Colchicaceae*) családjából a *Wurmbea graniticola*, valamint a Boriaceae családból a *Borya constricta* is. A *Drosera bulbosa* a föld alatt vörös színű gumókat hoz létre. Levele színi oldalának közepén kiemelkedő gerinc húzódik. A *Stypandra glauca* kék virágú, rizómával rendelkező, évelő, egyszikű növény. Levelei szintén kékes színeződésűek, szárölelők. Ausztrália déli területein szélesen elterjedt. Fogyasztása a kecskék megvakulását okozza. A szintén egyszikű *Wurmbea* nemzetség Afrikában és Ausztráliában honos. Itt talált faja, a *Wurmbea graniticola* különösen dekoratív virágokat képez. Ezek körben álló hat fehér lepelével kanál alakú, kifele néző feji résszel. A feji rész nyél felé eső végén keresztirányban enyhén görbülő lila csik húzódik. A porzó- és bibeszálak szintén fehérek, míg a 6 portok és a magház 3 összenőtt termőlevele vörösesbarna színű. A szintén egyszikű Boriaceae családnak nincs általunk ismert magyar neve. A *Borya constricta* mintegy 25 cm magas zombékokat képez. Merev, szálas levelei vannak. Fészekvirágzatra emlékeztető, 6–12 virágot tartalmazó és 4–10 cm széles virágzatát alul barna színű pikkelylevelek borítják. A virágok fehérek, sárga színű portokokkal. A faj a grániton megtelepedő pionír növénytársulás fontos alkotója. Jelentőségét az adja, hogy zombékaiban fönnekad a szél által hordott szerves és szervesetlen anyag, amiből azután idővel talaj alakul, lehetővé téve újabb növényfajok megtelepedését. A tűző nap által okozott nyári szárazságot elviseli; ilyenkor levelei sárgára színeződnek. Amint azonban lehull az első csapadék, újból megzöldül és folytatja a szabad gránitfelszín kolonizálását.

A plató hatalmas sziklatömbjeit megkerülve, nagyobb sziklavegásokhoz lehet eljutni, ahol a mélyedésekben összegyűlt törmelékből a megfogott víz segítségével



A Wave Rock mehökkentő látványa keleti irányból

vastagabb talajtakaró keletkezett. Ezen már kisebb erdőfoltok és cserjések is kialakultak. Volt itt egy 2–3 m-es magasságú „törpe” Wave Rock is. A közelében elhelyezett tábla a természeti környezetet veszélyeztető emberi behatásokat ismertette. A leírás szerint a korábbi kőbányászat nyomait letört gránittáblák és a robbanóanyag elhelyezése céljából vésett rések jelzik. Az egyenletes, kemény felszín bolygatása emellett más, nem várt következménnyel is járt: megtelepedtek itt is a más földrészekről behurcolt özönnövények. Ilyenek pl. az eurázsiai származású vékony egércsenkesz (*Vulpia myuros*), az Európából behurcolt földbentermő here (*Trifolium subterraneum*), az észak-afrikai

tudományos nevében a *deformis* szó onnan származik, hogy ezt a fajt először egy deformálódott pókorchideának tartották, és ennek megfelelően *Caladenia deformis*-nak nevezték el. Amióta azonban a génszekvenálások kiderítették, hogy nem sorolható a pókorchideák közé, külön nemzetséget alkottak neki, de a faj elnevezésében a *deformis* jelző megmaradt. Az orchideák csodálása közben a közelben egy fekete hátú ausztrál szarka (*Gymnorhina tibicen*) röpködött és fűtyült egy hihetetlenül szép, vibráló dallamot. Ez a madárfaj képes négy óktávot átfogni a hangjával és több mint 35 madárfaj énekét, illetve a kutya és a ló hangját, sőt az ember beszédét is utánozni.



Ausztrál cölöpgomba-nemzetség faja, az *Austropaxillus infundibuliformis*

és dél-európai eredetű nagy rezgőfü (*Briza maxima*) és a Dél-Afrikából dísznövénynek betelepített fehér medveszem (*Ursinia anthemoides*). A tábla arra figyelmeztet, hogy ha ezek a sziklakibúvások szilárd, bombabiztos helyeknek is tűnnek, a bizonyítékok arra utalnak, hogy rajtuk is csak kellő óvatossággal szabad közlekednünk.

A hegy túoldalán való leereszkedést követően egy kisebb ligetes *Allocasuarina*-erdőfoltban három virító kosborfaj bukkant elő: a *Pterostylis dilatata*, az ún. zöldkapucnis orchideák (angolul: *Greenhood Orchids*) közül, a *Caladenia incensa* a pókorchideák (angolul: *Spider Orchids*) képviselőjében, valamint a *Phaladenia deformis*, melynek angol neve (*Blue Fairy Orchid*) magyarra kék tündérorchideának fordítható le. A zöldkapucnis orchideáknak mintegy 200 fajuk fordul elő Indonéziában, Új-Zélandon, Ausztráliában, Új-Guineában és Új-Kaledóniában. Amikor a rendkívül dekoratív *Caladenia incensa* egyedei tömöttebb csoportot alkotnak, vékonyan kihúzott, hosszú lepellevelük egymással szinte összegabalyodva a faj nevéhez méltóan pókhálószerű alakzatot formálnak. A kék tündérorchidea

nem egy John Kennedy nevű angol csemetekertész nevét örökíti meg. Az erdő cserjeszintjét egy az akácianemzetségbe (*Acacia*) sorolt faj uralta. Azért is feltűnt, mert a mintegy 1 cm-es átmérőjű, gömb alakú virágzatai sárgára színezték szemmagasságtól lefelé a környezetet. A faj azonosítása eddig sajnos nem sikerült a rendelkezésünkre álló források hiányossága és a nemzetség óriási fajszáma miatt. Az akáciák különös tulajdonsága, hogy leveleik lemezei elcsökevényesedtek, és fotoszintetizáló szerepüket az ellaposodott, levél alakú levélnyelek vették át. Ezeket fillódiumoknak nevezzük. A fillódiumok alapjánál nektáriumok helyezkednek el. Az ezek által kiválasztott cukros nedv vonzza a hangyákat, melyek jelenlétükkel **elriasztják a lombfogyasztó rovarokat**. A növény tehát a hangyák megvendéglésével gondoskodik az olcsó őrző-védő szolgálatról. Az akáciák mellett itt-ott előfordult egy a teamirtusz-nemzetségbe (*Leptospermum*) tartozó fehér virágú faj is. Ez a mirtuszfélék (*Myrtaceae*) családjába sorolt nemzetség legnagyobb fajszámmal Dél-Ausztráliá-

ban terjedt el. Amint a nemzetségnevén angol (*Tea Tree*) és magyar neve is utal rá, fajainak C-vitaminban gazdag örökzöld leveleit az első ausztráliai letelepedők tea készítésére használták. A virágokat látogató méhek által összegyűjtött nektárból kiváló, antibakteriális hatású méz készíthető. A legtöbb teamirtuszfajt kertekbe és parkokba is szívesen telepítik dísznövényként. Meglepő módon, a Perthből Hydenbe vezető út menti szikeseken megfigyelt *Disphyma crassifolium* nevű, kristályvirágfélék családjába tartozó faj itt is megjelent. Nem váltott ki kítőró lelkesedést, amikor behurcolt özönnövényként sikerült azonosítani a **gránithegy tövében egy Európából származó füstikefajt, a *Fumaria muralis***.

A hegyet keleti irányban körbejárva, előkerült még néhány „közönségesebb” faj is. Közülük a pillangós-virágú *Kennedia prostrata* egyik találó helyi elnevezése, a *Running Postman* (magyarul: rohanó postás) épp úgy, mint a tudományos nevében a *prostratus*, a föld felszínén kúszó hajtására utal. A *Kennedia* nemzetségnevén nem az egykori amerikai elnök, hanem

A bennszülött őslakók (angolul: *the Aborigines*) életében a Wave Rocknak komoly kulturális jelentősége volt. Ismereink szerint azonban elkerülték a sziklát. Nem tudni biztosan, mi volt ennek az oka. Lehet, hogy a múltat idéző legendák tartották őket vissza, de elriaszthatta őket a víz hiánya vagy a szomszédos törzsekkel való összeütközés **elkerülésére irányuló törekvés** is. A gránithegy északi oldalát viszont látogatták az őslakosok, mert a sziklák kancsó alakú üregeiben sokáig megmaradt a víz. Nincs messze innen a Bates-barlang, mely a Délnyugat-Ausztráliát egykor benépesítő, noongar népcsoporthoz tartozó bennszülöttek képzeletvilágában a Wave Rockkal együtt jelentős szerepet töltött be. Egy különös legenda magyarázatot adhat arra, miért tartózkodtak az itt élő emberek a szikla meglátogatásától. E szerint egy asszony az őslakóktól **gyerekeket rabolt** el, hogy a barlangban lakó férjének, Mulának adja át őket. A noongarok ezért üldözték. Egy idő után közülük az idősebbek szarkakká változtak, hogy könnyebben elfoghassák. Végigkergették egész Délnyugat-Ausztrálián, míg végül eljutottak a mostani Hyden térségébe. Amint a Wave Rocknál bekerítették, az asszony a szikla tetejéről hirtelen elszállt az éjszakai égbé. Az általa elrabolt valamennyi gyermeket csapdába ejtve tartotta a fehér hajában, és amint egyre magasabbra szállt, a gyerekeket is tovább vitte magával. Oly magasra jutott, hogy a szarkák már nem követhették. Ekkor fehér haja a Tejtűttá változott, melyben a csapdába esett gyermekek lettek a csillagok. Azóta minden hullócsillag egy a Föld felszínére visszahullott gyerek, mely földet érését követően egy-egy kővé alakul át. Az őslakók úgy gondolják, hogy most is, amikor a szarkák „ballay, ballay” hangzású rikoltásukat hallatják (aminek jelentése noongar nyelven: vigyázz, vigyázz), arra figyelmeztetik őket, hogy vigyázzanak a családjukra, el ne lopja tőlük a rossz asszony a gyermekeiket.

## FÁRA MÁSZÓ ÓSOROSZLÁN

Ausztrália kihalt erszényes oroszlánja, a *Thylacoleo carnifex* a kontinens csúcsragadozója volt 50 ezer évvel ezelőtt, amikor az ember megérkezett. Több mint 100 kilogrammos tömegével, éles karmaival, erőteljes állkapcsaival és nyírófogaival könnyedén elbánt a kengurukkal, a hatalmas növényevő Diprotodonnal, és valószínűleg az emberrel is. Mostanáig vitatott volt, hogy a *Thylacoleo* fel tudott-e mászni a sziklákra és a fákra. Egyesek szerint az anatómiája lehetővé tette, mások szerint viszont túl nehéz lett volna az ilyen mutatóanyagokhoz.

A Flinders Egyetem kutatói egy Nyugat-ausztráliai barlangban találták meg a választ, ahol a fiatal erszényes oroszlánok több ezer karmolásmomot hagytak hátra a falakon. A barlangban már korábban is találtak a jégkorszaki megafaunához tartozó (30–150 ezer éves) maradványokat. A ma élő állatok karmolásmomaival összevetve végül csak két gyanúsított maradt a hét potenciális jelöltből: az erszényes oroszlán és a tasmán ördög. A barlangban talált 10 ezer csontot átvizsgálva nem találtak egyetlen rágszínymomot sem a csontokon, ami a tasmán ördögére vallott volna (az oroszlánok húsevők, és nem „csontropogatók” voltak). A barlangban talált oroszlánmaradványokból rekonstruált mancs méret is illett a nyomokba. A karmolásmomok többnyire csaknem függőleges falakon voltak az egyik barlangkijárat alatt. A paleontológusok szerint ezek azt bizonyítják, hogy az oroszlánok a barlangban nevelték kicsinyeiket, és azok a hosszabb, kerülő út helyett rendszeresen a meredek falakon kapaszkodtak ki a barlangból. Ez alapján feltételezik, hogy fára is tudtak mászni és emiatt igen veszélyesek lehettek az emberre is.

(*Scientific Reports*, 2016. február 15.)

## GLYPTODONOK: GIGANTIKUS ÓSTATUK

Pár millió évvel ezelőtt a hatalmas lajhárok és kardfogú macskák mellett a páncélos Glyptodonok is gazdagították Dél-Amerika speciális faunáját. Bár a legnagyobbak (pl. *Doedicurus*) meghaladhatták az egy tonnát is, és bunkós-tüskézett végű farkuk veszedelmes fegyver lehetett, a rekonstrukciókon mégis sokszor úgy néztek ki, mint egy nagyra nőtt tatu. A csontpáncéljukból kivont DNS-törödékek vizsgálata alapján nem véletlenül hasonlítanak az övesállatokhoz. Kanadai és francia kutatók az élő és kihalt vendégízületes állatok (*Xenarthra*: hangyászok, lajhárok, tatuk) evolúciós kapcsolatait vizsgálták. Ered-

ményeik szerint a hatalmas páncélos növényevők egy kihalt evolúciós ágat (alcsaládot) alkotnak, ami körülbelül 35 millió évvel ezelőtt jelent meg az övesállatok radiációja során. Ez a DNS-ekből származó eredmény jó összhangban van a fosszilis leletekkel is. A kutatók nagyon jelentős növekedést is kimutattak a glyptodonok méretében. Számításaik szerint a ma élő tatuk és a glyptodonok legutolsó közös őse alig 6 kilogramm lehetett, a testtömeg- és méretnövekedés csak a későbbi evolúciójuk során következett be. Az ősmaradványok is ezt igazolják: az aranyos kis állatból előbb közepes méretű (80 kilós) formák alakultak ki, majd a pleisztocén



Óstatuk

jégkorszakra már az ún. megafauna részévé váltak 1000–2000 kilós tömegükkel. Nem sokkal később, a pleisztocén végén viszont a megafauna többi tagjával együtt a glyptodonok is kihaltak.

(*Current Biology*, 2016. február 22.)

## A MESSZEBBRE VÁNDORLÓ MADARAK OKOSABBK

Bebizonyosodott, hogy minél messzebbre vonul egy madár, annál több az agyában az új idegsejt. A kutatók körében egy ideje elfogadott az a nézet, hogy az információ feldolgozására és továbbítására specializálódott idegsejtek, melyek az agy plaszticitásához is hozzájárulnak, az állatok agyában felnőttkorban is folyamatosan keletkeznek. Miután az agy egyik területén létrejöttek, elvándorolnak arra a részre, ahol a legnagyobb szükség van rájuk.

Egy nemzetközi kutatócsoport két, Afrikából a Közel-Keletre, illetve Európába vándorló madárfajban vizsgálta az idegsejtek szerepét. A kutatók mindkét fajnál megállapították, hogy az új idegsejtek aránya a vonulás távolságával együtt növekedett. A két fajnál jelentősen eltért azonban az agyi terület, ahová az új neuronok beépültek. Az éjszaka magányosan vonuló gerlefej egyedeinél az új idegsejteket főleg a navigációval kapcsolatos hippocampusban mutatták ki, míg a raj-

ban vonuló nádiposzátánál főleg a kommunikációs képességért felelős nidopallium caudolaterale területén.

A kutatók Izraelben 12 gerlét és hat nádiposzátát ejtettek csapdába. Mindegyik madár Afrikából indult útnak, de a kutatók pontosan meg tudták állapítani az egyes egyedek által addig megtett távolságot a madarak tollán lévő anyagok izotópos vizsgálatával. Ezután a vonulási távolságot összevetették a madarak agyába beépült új neuronok mennyiségével, amit szelektív festési eljárással mutattak ki. Mindkét fajra jellemző volt, hogy az új idegsejtek száma a vonulás távolságával összhangban növekedett és különböző agyterületeket érintett.

Korábbi kutatások során már bebizonyosodott, hogy a bizonyos időszakokban élelmiszert felhalmozó madarak agyába az új idegsejtek a memóriáért és a térbeli tájékozódásért felelős részre épülnek be. A fenti tanulmányok alapján lehetőség nyílik új izgalmas további kutatásokra. A kutatók szerint az ember napi cselekedetei, a szókészletünk megváltoztatják, hogy az agyunk hogyan alkalmazkodik és mely területeken.

(*sciencedaily.com*, 2016. február 24.)

## MEDVEÁLLATKÁK 30 ÉVIG MÉLYHŰTVE

Japán kutatók 30 évnyi fagyasztás után sikeresen élesztettek fel medveállatkákat. Az Antarktiszon 1983-ban gyűjtött mohamintát -20°C-on tárolták, majd 2014 májusában felolvasztották. A mintában két kifejlett medveállatkát és egy petét találtak.

Korábban a medveállatkák esetében a leghosszabb tárolási idő 9 év volt a petékre szobahőmérsékleten, a kifejlett állatokra pedig 8 éves mélyhűtés. Az állatok kedvezőtlen körülmények között képesek átmenetileg minimálisra csökkenteni az anyagcseréjüket, életműködésüket felfüggesztik és kriptobiózis állapotába kerülnek. Korábbi tanulmányokban a kriptobiózis állapotában lévő medveállatkák hosszú távú túlélését már megfigyelték, de az állatok teljes felépülését és az ezt követő szaporodását, ami a hosszú távú életképességet bizonyítja, nem vizsgálták. Az antarktisi minta több mint 30 évvel későbbi felolvasztása erre is választ adott.

A fagyott mohát 2014-ben 3°C-on 24 órán keresztül olvasztották, majd vízben áztatták. A két egyed és egy petét agar táptalajra helyezték, melyen alga biztosította a táplálékot. Az állatkák hossza 0,2 mm volt. A rehidráció utáni első napon az egyik állatka mozgátni kezdte a negyedik pár lábát. Lassan tért magához, két hétig tartott, mire mászni és táplálkozni tudott. 19 petét rakott, amelyből 14 ki is kelt. Az első petéből az átlagosnál nagyjából két-



Medveállatka

szer annyi idő alatt fejlődött ki az új élőlény. Az első napon a másik feléledt medveállatka is mozgatni kezdte a negyedik pár lábát, felépülni azonban nem tudott, a 20. napon elpusztult. Az újjáélesztett petéből kifejlődött fiatal állat viszont károsodás nélkül képes volt táplálkozni, növekedni és szaporodni. 15 petét rakott, melyből 7 sikeresen kikelt. Az utódokat morfológiailag az Antarktiszon endemikus *Acutuncus antarcticus* fajba sorolták. A kriptobiózisból történő hosszú felépülési idő és az első lerakott petéből való hosszabb kikelési idő azt mutatja, hogy az állatokban a 30 év alatt károsodások halmozódhattak fel, bár az újjáélesztett petéből kifejlődött egyedek ez nem látszódtott. A kutatócsoport a továbbiakban a kriptobiózis állapotra képes élőlények hosszú távú túlélését biztosító mechanizmusokat fogja tanulmányozni a medveállatka DNS-károsodásának és reparációs folyamatainak vizsgálatával.

(*sciencedaily.com*, 2016. február 16.)

## REPÜLŐ CSIGA A VÍZBEN

A szárnyas tengeri csigának (*Limacina helicina*) viselkedését tekintve kevés köze van a hagyományos csigákhoz: ahelyett, hogy kényelmesen araszolna húsos lábain, szabadon úsznak a sarki óceánok nyílt vizein – a közel egy centiméteres házával együtt. Az úszásban lábukból kialakult két vékony lebenye segíti, melyek szárnyakhoz hasonló megjelenésüknek köszönhetik tengeri pillangó becenevüket. Étkezési szokásai is szokatlanok a hagyományos csigák étkezési szokásaihoz képest. A talaj „leegélése” helyett nyálkából hálót készít, melyel kis planktonlényeket fog. Általában nyugalomban tartózkodik a vízben, máskor pedig nagyon aktívan úszkál lebenyes úszószárnyai segítségével.

Eddig ismeretlen volt, hogy milyen úszótechnikát használnak eközben, mivel ezek az állatok elég ritkák és annyira törékenyek, hogy laboratóriumba való szállításuk nem tűnt egyszerű feladatnak. David Murphy, az atlantai Georgia Intézet munkatársa ennek ellenére vállalkozott a kísérletre és kifejezetten a szárnyas tengeri csiga számára épített egy medencét, melyben a csigák mozgását nagy felbontású kamerák segítségével fel tudta venni. Ehhez a medence alját v-alakú szerkezetté alakította át, amely arra kényszerítette a csigát, hogy lehetőleg az akvárium közepén felfelé ússzon. Négy kamera vette fel közben minden irányból az úszómozgásokat. A kutatóknak szerencsésük volt, mivel a felvételnél az állatok még segítettek is nekik: minden irányba úsztak, így sikerült őket különböző nézőpontból megfigyelni.

A felvételek értékelésekor meglepő dologra lettek figyelmesek: a szárnyas csigák nem úgy úsztak, mint a zooplankton egyéb képviselői, melyek lapátmozgással haladnak a vízben. Szárnylebenyüket sokkal inkább repülő rovarhoz hasonlóan mozgatták. Szárnycsapásaik talán a muslica szárnycsapásaihoz hasonlítottak. A *Limacina* szárnylebenyeivel egy nyolcast rajzol a vízben, miközben mindkét lebenyét felemeli, míg szinte össze nem érnek. Ezután szárnyaikat újra szét húzzák, amivel vizet szívnak a v-alakú területre. Ahogy a nagyfelbontású kamerák felfedték, mindezen folyamatok örvényt hoznak létre a szárnyvégeken, amely a csigákat felfelé húzza.

A kutatókat nagyon meglepte a szárnyas tengeri csigák repülési technikájának ilyen mértékű hasonlósága a rovarokéhoz. Az a tény, hogy a *Limacina* ugyanazt a technikát használja, mint a muslica, nemcsak a szárnyas tengeri csigákról szolgáltat információkkal, hanem segít tisztázni azok repülési technikáját. Eddig ugyanis még senkinek sem sikerült a rovarok körüli légáramlást repülés közben mérni. Mivel azonban a lassabb és nagyobb tengeri szárnyas csiga repüléséhez ugyanazt az elvet használja, fizikai modellként szolgálhat a további kísérletek során.

(*www.wissenschaft.de*, 2016. február 18.)

## EGÉSZSÉGES FÉLELEM A GONOSZTÓL

Egy kanadai tanulmány szerint „a mosómedve félelme kedvező hatással van a teljes ökoszisztémára.” A fenti idézet

heves reakciót váltott ki. Az osztrák mezőgazdasági miniszter farkasok kilövését kezdeményezte, mivel saját birkái tucatjai estek áldozatul a vadállatok támadásának.

A környezetvédelmi szervezetek is felfigyeltek a kijelentésre, különösen azért, mert a farkasok kilövése illegális akció lenne. Az idézet azonban más kontextusban is rendkívül figyelemreméltó: a mezőgazdasági miniszter ugyanis azt akarja elérni, hogy a medvék és a farkasok ne szaporodjanak tovább az Alpokban.

Kritikusok szerint a juhokat kellene jobban védeni, hisz akkor a nagy ragadozók ismét a bőséges őz-, szarvas- és zergeállományt pusztítanák, s ezáltal csökkenne az általuk az erdőben okozott kár. Ezen kívül az erdő „egészségügyi rendőrség” szerepét is betölthetnék: a beteg vadállatokat ugyanis sokkal hatékonyabban tudnák az állományból eltávolítani.

Egy új kanadai tanulmány további érveket hozott a nagy ragadozók ökoszisztémában való jelenlétének szükségére. A kanadai tartomány, a Brit Columbia déli részén a farkasok körülbelül egy évszázada gyakorlatilag kihaltak. Ez a mosómedvék hatalmas mértékű elterjedéséhez vezetett, ami kedvezőtlen következményekkel jár az egész ökoszisztémára. A mosómedvék ugyanis például jelentősen megtizedelték a szárazföldön az énekesmadár-populációt, a parton pedig a rák- és a halállomány csökkenését drámaian, aminek további következményeként a rákok táplálékául szolgáló különböző gerinctelenek szaporodtak el.

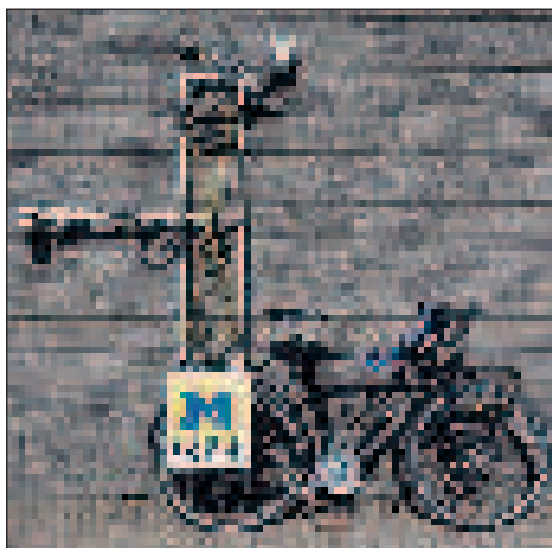
A kanadai Victoria Egyetem biológusai az említett területen kísérletet indítottak el nem valódi farkasokkal. Az adott területen egy hónapon át többször kutyaugatást imitáltak, amelyek ugyancsak a mosómedve ellenségei közé tartoznak. Közben pedig megfigyeléseket végeztek, mi történik. A következmények meglehetősen drámaiak voltak, ökológiailag azonban mindenképpen pozitívak: a félelem következtében a mosómedvék kétharmadával csökkentették zsákmányszerző betöréseiket, és lényegesen ritkábban fogyasztottak többek között rákot. Emiatt a rákállomány fajtól függően akár 97 százalékkal is megnövekedett, míg a rákok által fogyasztott kis állatok állománya csökkent.

A tudósok számára a kísérlet bizonyíték arra, hogy a nagyragadozók jelenléte – vagy akár csak a tőlük való félelem – sokkal inkább fenntartható és kedvezőbb hatással van a teljes táplálkozási láncra és ezzel az ökoszisztéma egészére, mint korábban gondolták.

(*www.derstandard.at* 2016. február 23.)

## METEOROLÓGIAI ÁLLOMÁS BICIKLIN

Bizarr látvány, az biztos: egy férfi, műszerekkel megrakott kerékpárján föl-le jár Cleveland utcáin. Nicholas Rajkovich, a University of Buffalo mérnöke nem kevés hitetlenkedő pillantásban részesült, amikor a járókelők megtudták, hogy biciklijének rakománya egy mozgó időjárás-megfigyelő állomás. Azért építette, hogy mikroklimatikus adatokat gyűjtson a városban; mérje a napsugárzást, a felszíni és a léghőmérsékletet, adatokat gyűjtson az égképről. Bár a repterek meteorológiai állomásai, továbbá a műholdas mérések révén vannak városi hőmérsékleti adatok, ám ennél kisebb szinten is nagy szükség lenne rájuk. Ezek az adatok segítenek annak magyarázatában, hogy pl. egy városi te-



Guruló meteorológia

ületen belül az egyes térségekben a fás területek hogyan befolyásolják a felszíni és a léghőmérsékletet. Segítik a döntéshozókat abban, hogy tervezéssel enyhítsék a klímaváltozás hatásait a városokon belül, vagyis hova kell fákat telepíteni, zöld területeket létrehozni.

Rajkovich speciálisan megerősített kerékpárja mintegy 25 kilónyi hasznos terhet szállít, köztük hőmérőt, légnedvesség-mérőt, GPS-t, s mindezt egy kb. két méter magas alumínium toronyra szerelve. Van rajta kamera, egy négykomponensű sugárzásmérő és infravörös sugárzásmérő. A mérések másodpercenként történnek, az adatgyűjtő egység ezeket percre átlagolja, az információkat pedig merevlemezen tárolja. A fentalálkozó 2012 nyarán 12 „biciklitúrát” tett a városban, többnyire a legmelegebb napszakokban. Ez volt a teszt, az eredményeket nemrég tette közzé. Rajkovich eddig

maga finanszírozta kutatásait és felszerelését, de ettől az évtől egy alapítvány anyagi támogatásával folytatja az adatgyűjtést.

(*Science Daily*, 2016. február 25.)

## HANGZAVAR AZ ÓCEÁN MÉLYÉN

Azt hihetnénk, hogy az óceánok mélyén siri csend uralkodik. Ehelyett azonban egy amerikaiak vezette nemzetközi kutatócsapat arra meglepetéssel felfedezésre jutott, hogy a mélyóceánban teljes a hangzavar. Egy titániumkapszulába zárt hidrofon segítségével három hétig mérték a különféle zajokat a Csendes-óceánban, a Challenger-mélységben, nagyjából 11 ezer méterrel a vízfelszín alatt. Kiderült, hogy a zajok többségét a földrengések produkálják, közeli és távoliak egyaránt, de a kakofóniához jócskán hozzájárulnak a bálnák, sőt még a tájfunok is. A hidrofon hajócsavarok zaját is rögzítette, ami érthető is ebben a régióban, hiszen a mérés helyéhez viszonylag közel esik Guam szigete, mely Kína és a Fülöp-szigetek konténerszállító hajóinak egyik központja. Bár ez volt az eddigi első ilyen célzatú mérés, a kutatók feltételezik, hogy az ember okozta zajok folyamatosan sokasodnak a mélyóceánban, s a mostani állapotokból kiindulva későbbi mérésekkel ezt számszerűleg is megerősíthetik. Arra is kíváncsiak, hogy ez a zaj hogyan befolyásolja az állatok kommunikációját, navigációját és táplálkozását.

A mérést technikailag se volt egyszerű végrehajtani, hiszen ilyen roppant mélységben 16 ezerszer nagyobb a nyomás, mint a felszínen, és ezt a műszernek ki kellett bírnia, ezért a lebocsátása is lassan, másodpercenként öt méteres sebességgel történt. Viszont kiválóan működött és 23 nap alatt teljesen megtelt az adatrögzítője. A kutatók 2017 elejére tervezik a visszatérést és még hosszabb ideig akarják mérni a mélytengeri árok zajszennyezettségét.

(*NOAA*, 2016. március 2.)

## „SZIVATTYÚ” MOZGATTA GRÖNLAND KLÍMAVÁLTOZÁSAIT

A jégminták tanúsága szerint Grönland 25 alkalommal esett át szélsőséges klímaváltozásokon a 20 000 és 70 000

évvel ezelőtti időszakban. Kevesebb, mint 50 év alatt a léghőmérséklet akár 10–15 Celsius-fokkal is emelkedhetett, bár e meleg periódusok csak rövid ideig tartottak; alig néhány évszázad eltelte után visszatért a jégkorszaki hideg. Ugyancsak jégmintákból szerzett adatok szerint ugyanezen időszakokban az Antarktison is voltak klímaváltozások, de fokozatosabbak, és kisebb szélsőségek jellemezték őket. Kimutatták azonban, hogy Izlandtól kissé délre az antarktisiakhoz nagyon hasonló klímaváltozások történtek, márpedig Izland és Grönland nagyon közel fekszenek egymáshoz. A kutatók e térségben is hirtelen változásokat vártak az üledékminták elemzése előtt, ám nem ez történt.

A kérdéses időszakban az áramlásrendszer az Atlanti-óceán északi részén nagyon hasonló volt a maihoz, vagyis a trópusi övből meleg felszíni víztömegek áramlottak északra. A Grönland és Norvégia közötti tengerszakasz alapvető szerepet játszik az egész térség áramlási rendszerében, ugyanis úgy viselkedik, mint egy szivattyú. Télen a meleg és sós felszíni víz lehül és lesüllyed a tengerfenékre, mielőtt visszatérne az Atlanti-óceán áramlási rendszerébe, majd így folytatja útját, le egészen az Antarktisz környékére. E nélkül az észak-déli áramlásrendszer számottevően lelassulna, ami az egész globális klímára kihatna. Az eddigi feltevések szerint a jégkorszak során ez a cirkuláció úgy működött, mint egy mérlegkinta, melynek a tengelye az Egyenlítő táján lehetett: ha északon hideg volt, délen enyhébb és fordítva. Egy új elmélet szerint azonban másként történt. Az utolsó leghidegebb jeges fázisok idején az északi tengereket állandó jég borította. Észak felé nem áramlott hő, viszont felhalmozódott a déli óceánokban, de a felmelegedés felhatolt egészen Izland térségéig. A melegedés fokozatos volt és egyszerre történt mindkét féltekén. A hő lassanként egyre északabbra hatolt a tengeri jég alatt, majd fel is olvasztotta azt. Ismét beindult az áramlásrendszer és még több hő szállítódott az északi tengerekbe. Az északi kontinenseken azonban továbbra is jég-takaró volt, viszont a meleg hatására olvadni kezdett. A jéghegyek és az édesvíz lehűtötték a felszíni vizeket, ezért az áramlás ismét leállt, a tenger újra befagyott, a szivattyú működése lelassult. E hipotézis szerint tehát északon és délen nem szimmetrikus folyamatok zajlottak, és Grönland térségének gyors időszakos felmelegedése és lehülése annak tulajdonítható, hogy ez a bizonyos szivattyú Izland térségében hol felélénkült, hol kisebb fokozatra kapcsol.

(*Nature*, 2016. január 5.)

# Hogyan mossunk kezet?

## 150 évvel Semmelweis után

Az antibiotikum-rezisztens törzsek által okozott fertőzések száma évről évre nő; a meticillin-rezisztens *Staphylococcus aureus* (MRSA), a *Clostridium difficile*, a rezisztens *Streptococcus pneumoniae* törzsek által okozott fertőzések halálos fenyegetést jelentenek. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) adatai szerint az Egyesült Államokban több mint 2 millió fertőzés és 99 000 fertőzéssel összefüggésbe hozható haláleset fordul elő évente. Az egészségügyi ellátás során szerzett fertőzés növeli a kórházi tartózkodás idejét, és a halálozási arány is ötször nagyobb, mint kórházi fertőzés nélkül. Minden korábbi erőfeszítés ellenére (beleértve a kormányzati kampányokat és a globális oktatási programokat) a nyugat-európai kórházakban még mindig 5–10%-os a fertőzési arány, tehát 100 betegből átlagosan 5–10 további fertőzést szerez a betegellátás során. A szövődmények kezelése és a hosszabb kórházi tartózkodás jelentős anyagi terheket ró az egészségügyi ellátó rendszerre. Becslések szerint az Európai Unióban egy átlagos 500 ágyas kórház évente 1,87 millió eurót veszít a fertőzéseken.

A kórházi fertőzések megelőzése és számának minimálisra csökkentése jogos igény mind a betegek, mind a társadalom részéről. Mi erre a legolcsóbb és leghatékonyabb megoldás? A *kézfertőtlenítés*, melynek fontosságára *Semmelweis* mutatott rá a XIX. században, és ami a mai napig a leghatékonyabb eszköz a fertőzések megelőzésében. Klinikai kutatások bizonyítják, hogy a kórházi fertőzések kb. 30%-a ma is a nem megfelelő kézfertőtlenítés eredménye.

Manapság már mindenki számára elérhető a modern fertőtlenítő szerek széles palettája. Ezek alkalmazása az egészségügyben és számos iparágban, mint például a biotechnológiában és az élelmiszeriparban, kötelező. Az egészségügyben dolgozók számára a WHO útmutatása alapján készített protokollok írják elő, hogy mikor és hogyan kell a kezet fertőtleníteni. A dolgozók a mosdók mellé elhelyezett egyszerű piktogramokkal készült figyelmeztető táblaként találkoznak az útmutató kivonatával.

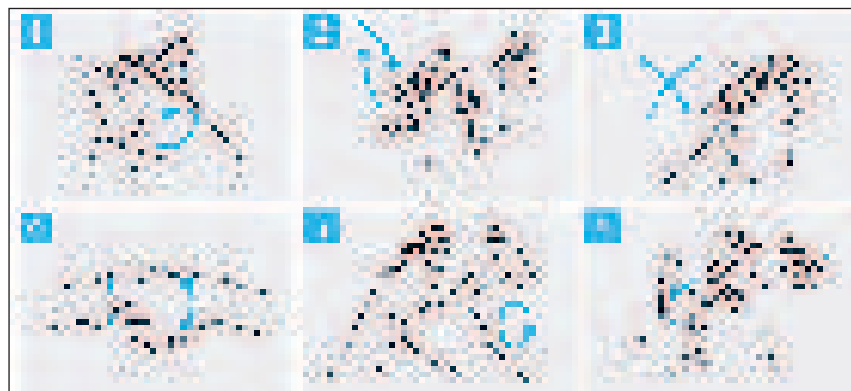
A kézfertőtlenítés minősége két paraméterrel jellemezhető:

- a *kézfertőtlenítési hajlandósággal* (compliance), ami azt jelenti, hogy a betegellátást végző dolgozók minden esetben elvégzik-e a kézfertőtlenítést, amikor az előírt a számukra;
- a *bedörzsölés minőségével*, vagyis azal, hogy a kézfelszín mekkora hányadát érte a fertőtlenítőszer.

Az egészségügyi dolgozók – sajnálatos módon – jóval kevesebbszer fertőtlenítik a kezüket mint az elvart, illetve előírt, ez a jó nevű intézményekben is csupán 60% körül ingadozik. A jelenlegi WHO ajánlás szerint a kézfertőtlenítés tényét közvetlen emberi megfigyelési módszerek-

kártya segítségével (RFID), így pontosan nyomon követhető, hogy a betegellátás során ki, mikor, melyik ponton és mennyi fertőtlenítőszer használt fel.

Hasonló eszközök a kézen eldörzsölt alkohol párájának érzékelésére kifejlesztett alkoholdetektorok. Működésük elektronikus orrként is felfogható, ami az alkohol páráját *érezkeli*. A *detektorok* mérete tág határok között változhat: a fali kézzárító nagyságától a zsebre akasztható telefonkártyáig. *Megfelelő mennyiségű* „alkoholt” szimatolva általában zöld jelzést ad, tehát a betegellátást fertőtlenített kézzel kezdetjük meg. Ez a rendszer a beteg számára is jelzi, hogy az ápolást, gyógyítást végző személyzet „tisztá” kézzel végzi a munkáját.



A kézfertőtlenítés lépései a WHO protokollja alapján

kel ellenőrzik, ami szubjektivitása miatt nem nevezhető megbízhatónak. E probléma megoldására számos műszaki fejlesztés született az elmúlt 10 évben, ilyenek a *kézfertőtlenítés elmaradására figyelmeztető készülékek*. Példaként említhetők a fertőtlenítőszer-adagolóba integrált érzékelők, melyek rögzítik az adagolókból elfogyott fertőtlenítőszer mennyiségét. A kórház vezetése így naprakész információval rendelkezik az egyes betegellátó egységek fertőtlenítőszerének felhasználásáról. A kapott adatok alapján beavakozhatnak, ha az elhasznált mennyiség az ellátott betegszám alapján alacsony lenne. Ez a rendszer azonban nem kapcsolja össze a fogyasztót a fertőtlenítőfogyással.

Más eszközök már a szakszemélyzet azonosítására is képesek rádiófrekvenciás

A betegek biztonságáért nem elég csak az elvart számban fertőtleníteni a kezet, ha közben szennyezett területek maradnak fertőtlenítetlenül a felszínén a rosszul elvégzett bedörzsölés miatt.

### A technika monitorozása

A fertőtlenítési technika ellenőrzésére szolgáló fejlesztések az UV-festékekkel bekevert fertőtlenítőszer. A bedörzsölés során az UV-reagens eloszlása megegyezik a fertőtlenítőszer eloszlásával, vagyis az UV-A-sugárzásban azok a területek jelentkeznek sötét foltként a kézen, amelyet nem dörzsöltek be. Ezek a készítmények már a piacon vannak több mint harminc éve, de nem váltottak ki forradalmi hatást a kézhigiéniában. Modern technológi-



**Elektronikus eszközök: (a) HyGreen-rendszer (alkoholdetektor), (b) érzékelővel integrált adagoló, (c) SureWash oktatási rendszer**

át alkalmazva jelent meg a SureWash (Glanta Ltd, IR) termék, amely kamera segítségével értékeli a kézfertőtlenítés lépéseit. Ez elsődlegesen oktatásra alkalmas rendszer, mely segít a felhasználóknak elvégezni a WHO protokoll lépéseit, miközben figyeli a száraz kéz mozgulatait (fertőtlenítőszer nélkül) valós idejű videó-feldolgozási eljárással.

Ennél is újabb egy magyar innováció, ami a digitális képkalkotást és képfeldolgozást kapcsolja össze az UV-adalékkal bekevert fertőtlenítőszeres eljárással. A Hand-in-Scan készülék azonnal azonosítani tudja a kézen kihagyott területeket. Az eljárás objektíven értékeli, és a kapott eredményekből képes statisztikákat és megfelelő jelentést készíteni a kórház inféktókontrollal foglalkozó szakembereinek és a menedzsment számára.

### A technika ellenőrzése a gyakorlatban

A Semmelweis Egyetemen a sebészeti műtét gyakorlatain ismerik meg a hallgatók a sebészi bemosakodás lépése-

#### Hand-in-Scan-készülék



it egy kisfilm segítségével. A látott műveletet a gyakorlatvezető felügyelete mellett is megtanulják. 2011-től az oktatás része a bemosakodás ellenőrzése Hand-in-Scan-készülékkel. A diákok a saját kezükről készült képet látják eredményként, melyen piros szín jelzi a fertőtlenítésből kimaradt területeket. Az azonnali visszajelzés módszere hatékony eszköznek bizonyult a viselkedés formálásához, a vizualizáció segít megérteni a diákoknak a kéz fertőzés-közvetítő szerepét.

A Hand-in-Scan-eljárás hatékonyságát az egészségügyi szakdolgozók között is tesztelték. A fejlesztők a direkt visszajelzés hatását követték nyomon egy 9 hónapig tartó klinikai vizsgálattal. A mérésekhez önkéntes egészségügyi dolgozók csatlakozhattak, akik vállalták, hogy műszakonként használják a készüléket. A vizsgálatban 3 kórház 196 dolgozójának adatait elemezték. A követéses vizsgálat lehetőséget adott a dolgozók tanulási folyamatának megfigyelésére. A kijelzőn megjelenő objektív eredménykép átforgalmazza az eddigi tudást, és segít javítani a bedörzsölés technikáját. Az eredmények azt mutatták, hogy egy dolgozónak kb. 3–4 hétre van szüksége ahhoz, hogy a kívánt eredményt elérje. Nyitott kérdés, hogy az így megszerzett tudás mennyi ideig marad a napi rutin része, és nem merül-e a feledés homályába.

### Összefoglalás

Egy ideális kézhigiéniai hatékonyságot mérő rendszer egyszerre képes meghatározni a kézfertőt-

lenítési hajlandóságot és a technikai monitorozást. A legtöbb eddig kifejlesztett megfigyelő rendszer elsődlegesen a kézhigiéniai hatékonyságra összpontosít, ellenőrzi a kézfertőtlenítés előfordulását és gyakoriságát, de a bedörzsölés minőségét nem. Érthető módon, ha a kézfertőtlenítő szert nem alkalmazzuk megfelelően, akkor a hatékonyság kicsi marad. Csak két olyan rendszer van, ami direkt (kézfertőtlenítő technika) teljesítményméréssel közelíti meg a problémát. Mindkét rendszer nagy jelentőségű az inféktókontroll jövőjét tekintve, mivel digitális adatokat szolgáltatnak, és mérhető szempontokat adnak a kézhigiénéről. Ezek az új adatbázisok lehetővé teszik a kutatók számára, hogy újabb ismereteket szerezzenek a kórházi fertőzésekről, a kéz fertőzést közvetítő szerepéről.

LEHOTSKY ÁKOS–  
HAIDEgger TAMÁS–RÓNA PÉTER–  
SZILÁGYI LÁSZLÓ–  
WÉBER GYÖRGY

### Irodalom

- Pittet D., Allegranzi B., Boyce J., WHO World Alliance for Patient Safety: The World Health Organization guidelines on hand hygiene in health care and their consensus recommendations. *Infection Control & Hospital Epidemiology* 30:611-622, 2009
- Lehotsky Á., Szilágyi L., Ferenci T., Kovács L., Pethes R., Wéber Gy., Haidegger T.: Quantitative impact of direct, personal feedback on hand hygiene technique. *Journal of Hospital Infection* 91: 81-84, 2015.
- Szilágyi L., Haidegger T., Lehotsky Á., Nagy M., Csonka E.A., Sun X.Y., Ooi K.L., Fisher D.: A large-scale assessment of hand hygiene quality and the effectiveness of the „WHO 6-steps”. *BMC Infectious Diseases* 13:249, 2013.

### FELHÍVÁS

**A tavalyi évben 435 721 Ft felajánlást kapott a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, melyet az ismeretterjesztés népszerűsítésére fordítottunk. Köszönjük az Ön múlt évi felajánlását!**

**A Kiadó**

**Kérjük, adója 1%-ával idén is támogassa a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Ismeretterjesztő tevékenységét.**

**Tudományos Ismeretterjesztő Társulat**

**Adószám: 19002457-2-42**

# A holland „Aranykor” festőinek természetábrázolása

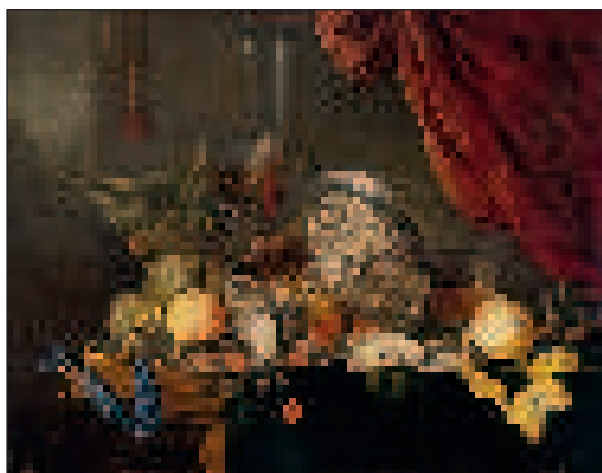
## Első rész

SZILI ISTVÁN

A ki már volt olyan szerencsés, hogy közelről is megcsodálhatta a *Seuso-kincs* nagy ezüstsálát, rajta pedig a *Pelso-tó* (Balaton) körüli halászatok, vadászatok és lakomák hangulatos ábrázolását, elmondhatja, hogy kétezer év lehetlenyi üzenete érintette meg. A régmúltban született, gyönyörködtetésre szánt karcok és vésetek az eltelt kétezer év során meghaladták önmagukat, és számunkra az ókorvég mindennapi életének hiteles tudósításává lényegültek át.

Hasonló benyomásokat válthatott ki az elmúlt év elején a látogatókból a nagy-sikerű, páratlan *Rembrandt és a holland arany évszázad* c. kiállítás is. Igaz, ezúttal jóval kevesebb, mindössze három-négy-száz év távolába – vagyis a XVII. századba nyerhettünk visszapillantást. Ám e képek hiányában vizuális élményeink, és belőlük fakadó képzeleteink sokkal szegényebbek lennének a modern kor kezdetéről. E kiállítás sem volt más tehát, mint múltból szóló tudósítás, méghozzá a legjobbak közül való! Tárja a mindennapi élet, a véres háborúk, a lázadások durvasága, a munka és mulatság, a nyomor és a előkelő gazdagság, a kis- és a nagycsalád (vagyis az újonnan formálódó ország), ahol jól megfér egymás mellett az önfelédíté vidámság, a dinomdánom, templomi áhítat, vulgáris életérzés és misztikum, vallásos hit és hitetlenség. Mert e kiállítás efféle ellenétek, valójában egybecsengő ikonikus rímek színpompás kavalkádja volt. A közel száz holland (németalföldi) festő 170 kiállított képe viszont csak töredéke a létezőnek: ugyanis soha ekkora felbuzdulás még nem volt a történelemben az emberi lét és környezet pillanatainak képekben történő megragadására. Amely pillanatokban szinte minden képen jelen van, vagy megbúvik egyfajta szerényen tartózkodó, vagy harsányan hivalkodó tartalom: a természet újszerű, realizitikus ábrázolása. Elvégre Antonie van Leeuwenhoek évszázadában vagyunk! Azé a természeté, amelyik – óh, micsoda paradoxon – éppen ez alatt a bizonyos „arany évszázad” alatt kezdett

igazán kikopni *Sikföld* lakóinak talpa alól. Hiszen szűkre mért hazájukban lakniuk kellett, gazdálkodniuk kellett, kereskedni kellett, utak és vízi utak kellettek, hajók, bárkák és csatahajók kellettek, és kellett, nagyon kellett a föld, a tenger földje. A



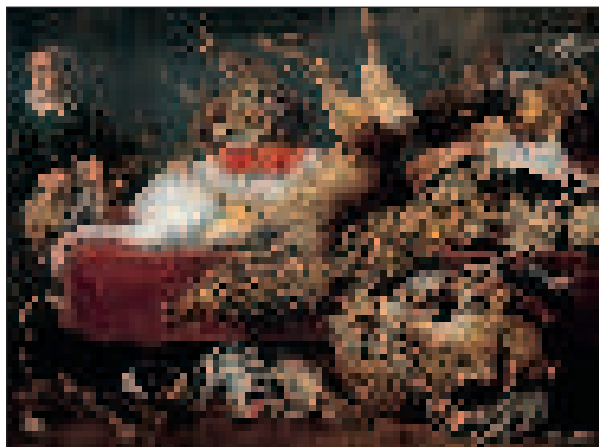
**Jan Davidszoon de Heem (1606–1684): Asztal (Prado, Madrid). Az asztali csendéletek mestere szőlőt, almát, cseresznyét, osztrigát, citromot és mogorót varázsolt a jőféle rajnai rizling mellé. Anakronizmus? De hisz ott az óra is!**

nagy lendületben nemcsak a maradék erdők, de még a vadvizek is odavesztek: nagy kiterjedésű vizes élőhelyek szűntek meg, a megrendszabályozott vizek pedig széltében-hosszában elszennyeződtek. Háborúság és járványok billentették félre, húzták vissza időnként a jólét túlsúlyba igyekvő mérlegét. A nagy nyüzsgés, egymást követő drámai változás azonban festő után kiáltott: itt tevékenykedik a Mindenható Ember! Méghozzá az, aki, ha otthonában a falra néz, a saját vérei közül való hús-vér profétákat kívánja ott látni, sőt véreit, amint vidáman vagy a komolyság pózába merevedve töltik az időt, megszigorodott vagy engesztelődött ábrázatokkal tekintenek le a kései utódokra. És mivel éltek, és félig még a természetben éltek, a festők vászonra pingálták a természet hol halványodó, hol erőtel-

jes megnyilatkozásait is: harsányan dicsekvő csendéletekben, viharos tengeren, holdfényt szűrőgető felhőkben, befagyott csatornák jegén, parasztudvarokban és a lecsapaszódo németalföldi tájban. Irányítsuk hát figyelmünket most már nem csak ezekre a kiállításon szerepelt látnivalókra, hanem a korszak alkotóinak segítségével jelenítsük meg a XVII. századi *Sikföld* népének természetlátását, természeti környezetét.

Mindehhez azonban nem árt, ha némi ismereteket szerzünk a korabeli holland életéről. Az általunk gyakran higgadt, megfontolt, sőt jámbor lelkiüteműnek képzelt hollandok a XVII. században alig-ha voltak kizárólag ilyenek. A kort feldolgozó holland történészek és írók a fenti jellemvonásokon kívül gyakran szélsőségekbe torkolón bőszen, felelőtlennek, határt, korlátokat nem ismerő duhajnak, lázadónak, és hát Thyl Eulenspiegelre gondolva, megrögzött csínytevőnek mutatják be a németalföldi népet. Ezen sem kell csodálkoznunk: az egymást követő, jellemtorzító háborúkon kívül az új vallás, a Jean Calvin-tól eredő, a szigorúan puritán, a túlvilágra készülő embereszményt tartotta helyesnek, és bigott képviselői már a földi életben szigorúan megbüntették az ellene vétőket. Legalábbis, ha módjukban állt. A molnárfiú *Rembrandt* éppen emiatt vált felekezeten kívülivé: ez a hozzáállás biztosította, hogy a rákényszerített szabályok között lavírozva alkothasson és élhessen. A temérdek ránk maradt életkép a vallásos vagy antik jelenetek kivételével azonban túlnyomóan egy derűs, felszabadult, vidám életvitelű nép mindennapjáról tudósít.





**Paul de Vos (1591–1678): Csendélet szolgálólánnyal (Fundación Banco Santander) – avagy egy barokk festő kelléktára**

### Csendéletek

A természet direkt megjelenítésében mindekelőtt a csendéletek jeleskedtek. Jóllehet (a másolatokon kívül) két egyforma aligha akad közöttük, a sok csendéletkép sorozatos látványa után határozottan egyformaság érzése támad az embernek. A XVII. században ugyanis – megújult tartalommal ugyan – mégis tovább éltek a korábbi századok ikonográfiai szabályai, amelyek korábban főleg az egyházi vonatkozású képek megalkotásának rendjét-módját írták elő. Nos, csendéletet sem lehetett szabad fantáziával, tetszőleges tartalommal alkotni: a már-már megrögzött, merev felfogás hívei (bizonyára a megrendelőké is) elvárták-előírták, hogy a csendélet milyen legyen. Ez a divat diktálta rugalmatlanság más témakörökben is megnyilvánult: Rembrandt érett festő korában éppen az arcképfestésre vonatkozó „szabályok” felrúgása miatt lett népszerűtlen. Így a holland csendélet (de az összes többi festészeti téma is) szakosodásra készítette a festőket. Ez a differenciálódás még műfajon belül is fokozódott: a csendéletfestők (néhány kivételtől eltekintve) nem pingáltak arcképeket, tájképeket sem, csatajeleneteket sem, és így tovább. A virágcsendéletek festői nem festettek gyümölcsöket, bőségtálatkat, élő vagy leölt állatokat (és viszont). Ha a megrendelő úgy kívánta, hogy egy virágcsendéleten rovarok, hullók vagy akármilyen más állat is szerepeljen, egy céhéhez tartozó másik művészt (nem ritkán családtagot) kért fel, aki a kívánt témára szakosodott. Így valójában kollektív alkotások születtek, de a stílisztikai egyezőség ezt első látásra, vagy egyáltalán nem teszi észrevehetővé.

Be kell azonban vallanunk, mindez csak eleinte volt így. A későbbi időkben festett csendéleteknek (és más témájú festményeknek is) – a flamand festmények kivételével – már csak egyetlen alkotója volt.

A művészi szabadság mindössze a lehetőségen belüli variációkban merült ki, valamint a megalkotott kép minőségében, vagyis kevésbé a tartalmában. Amint említettem, a csendéletek témái is tovább tagozódtak. A legnépszerűbbek a virágcsendéletek voltak (*Ambrosius Bosschaert és fiai*, *Balthasar van der Ast*, *Willem van Aelst*, *Rachel Ruysch* stb.). A jobb módúak a roskadásig megrakott „bőség-asztalokat” kedvelték (példa rá a virágokat is szívesen festő flamand *Clara Peeters* és a csendéletfestő *de Heem*

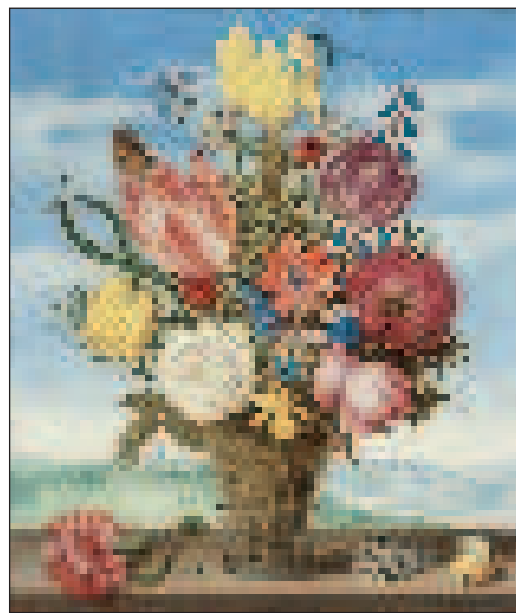
dinasztia tagjai – *Jan Davids*, *Cornelis* stb.). Hasonlóan az elejtett vadakat, madarakat (*Willem van Aelst*, *Paul de Vos*) vagy antik környezetbe helyezett (házi) szárnyasokat (*Melchior d'Hondecoeter*) ábrázoló képeket is szívesen vásárolták. Az antik környezet ugyan nem feltétlenül csendélettéma, de még a kevésbé művelt hollandus számára sem volt idegen: a barokk időszak festészeti és gondolati előzményei (vagyis a reneszánsz) az antik világhoz kötődtek, és maga a barokk is egyfolytában egy mesés „eliziumi” környezetre vágyott. Ezt a vonzódást és kötődést a többi műfajban, főleg az életképekben és tájképekben is felfedezhetjük. Miért is ne? Hiszen a legtöbb festőnövendék, aki csak tehette, itáliai tanulmányútja során mélyítette el tudását. Így kerültek néha olyan virágok (szuhar, szellőrózsa, borzas kata) vagy rovarok a csendéletre, amelyek Hollandiában nem fordultak elő, illetve akkoriban még aligha voltak ismertek. Ugyanakkor, a protestáns tilalmak miatt templomokból elűzött bibliai témák egyre inkább a jelen világába – és családi otthonokba helyeződnek át. *Pieter de Bloot* például tipikus holland enteriőrbe helyezi a Máriával és Mártával beszélgető Krisztust. Képe a vallási téma, a csendélet és az enteriőr együttes megjelenítésének kitűnő példája.

A polgári élet fejleményeként népszerű téma lett a láncrea vert szerencsétlen tengelye (*Fabritius*), papagáj vagy majom stb., de még a fából, borszalagokból összeállított falitéka is (*Evert Collier*), aminek valamiféle túlélőjét ma már csak az óvodákban, iskolai osztálytermekben találjuk. Az allegorikus jelentésű képek között megjelentek az olyan, ténylegesen csendes helyszínek is,

mint a könyvtárbelső-rejtekhelyek (*Jan van der Heyden*), a kor szokása szerint a könyveken kívül súlyos drapériákkal, sőt perzsaszőnyegekkel lefedett asztalokkal, térképekkel, glóbuszokkal, térképészeti mérőeszközökkel, *Jan Vermeer* képein már emberi alakkal is (*Az asztronómus*, *A geográfus*), de ezek inkább allegorikus enteriőrök, tehát nem tekinthetők hagyományos csendéletnek.

A virágcsendéletek festésében többek között az antwerpeni születésű *Ambrosius Bosschaert* és három fia vitte sokra, akik egy festőcéh tagjaként alkották műveiket. Lássuk csak, mik voltak egy barokk virágcsendélet leggyakoribb szereplői!

Mindenekelőtt a mives üveg- vagy porcelánvázába helyezett rózsák és tulipánok. A „holland tulipán” közhelyé válását a virágcsendéletek csak megerősítették. Az egyik *Bosschaert*-fiú (*Johannes*) odáig merészkedett, hogy csak tulipánokat festett képre, de nem csokorba kötve, vázában, hanem meglehetősen életszerű helyzetben, a virágágyásban, ahol az egyik növény levele alatt még egy béka is meglapul. Gyíkok, pókok, rovarok egyébként szinte minden csendéleten szerepeltek. Természethű valóságukban



**Ambrosius Bosschaert (1573–1621): Virágcsendélet az ablakpárkányon (Los Angeles County Museum of Art) – meg egy kis németalföldi tájképzéllítő**

(atalanta-lepke, nappali pávaszem, boglárkalepke, fűrgye gyík stb.), vagy kegyes csalással különböző lepkefajok színes szárnyát összekegyelve. Azt, hogy ezek, illetve, hogy a csendélet valamennyi szereplője a „természet után” került megörökítésre, nem vitathatja senki. Egy hozzáértő számára sokkal inkább vitatható a nem egy időben létező szereplők együtt való szerepeltetése. Ezen a képeken a kora tavaszi és tavaszi virágok együtt szerepelnek a nyár képviselőivel:

az említett tulipánon és rózsán kívül gyakran láthatunk íriszt, nefelejcsét, kankalint, gyöngvirágot, szegfűt, nárciszt, jácintot, haranglábát, oroszlánszájat, százsorszépét, tűzliliomot, kockás liliomot, császárkoronát, fürtös gyöngyikét, nyári héricsét, loncvirágot, mályvát, labdarózást szőlőszemekkel, sőt bajszos zöld kukoricacsővel együtt virítani. Ezek aligha zavarták a korabeli nézőket, amint a mai nézőt sem. A legtöbben észre sem veszik a festői csalafintaságot, amiről ezáltal is kiviláglik, hogy műhelymunka eredménye. A specialisták jól ismerték és fejből idézték, vagy mintagyűjteményből másolták a képre valóság-hű vagy kitalált kedvencüket. Az igazi változás majd csak egy évszázad múlva következik be, amikor Merian asszony a tudomány alaposságával jeleníti meg hajszálpontosan természet utáni modelljeit. (De erről az illusztrátorokról szóló írásomban már beszámoltam.) A Kelt-Indiai Társaság hajósainak, utazóinak jóvóltából a virágcsendéletek gyakori szereplői a távoli déli tengerek kedvelt szuvenirjei: a tarkabarka kúpcsigák, kauri-csigák, kagylóhéjak, nautilus-házak is, melyek egyetlen korabeli polgárlakásból sem hiányozhattak. Miért maradtak volna hát le a képekről? Aki pedig szívesen feszegette a csendéletfestés határait, mint például *Otto Marseus van Schrieck*, kígyós-békás „erdei” csendélettel kelthetett borzongást a kép nézőjében.



**Clara Peeters (1594 körül, talán 1657): Csendélet tarisznyarákkal, garnélával és homárral (Museum of Fine Arts, Houston) – a többi ingyencsőről nem is beszélve**

A gyarmatosító terjeszkedés következményeként olyan „szereplők” is a csendéltre kerültek, mint a nálunk csak mostanában kedveltté váló batáta (édesburgonya) szemrevaló virágai. *Rachel Ruysch* kizárólag távoli tájakról származó virágokat, növényeket bemutató csendéleteket festett: ezeken legtöbbször kaktusz, trombitavirág, illatos datura, trópusi lonc szerepel.

A csendéletek másik igen gyakori változata az áhított vagy már elért jólétet tükröző bőségasztalok ábrázolása. Lévén ez új téma, a megkötöttségek sokkal kevésbé érvényesülnek, mint a virágcsendéleteknél. Persze azért

itt is tetten érhetők az asztali szerviz kellékei, ezüst- és aranytálak, drága üveg- és porcelánholmik, ötvösök remekléseként átdolgozott nautilus-kelyhek csakúgy főszereplők, mint a délszaki eredetű gyümölcsök, a tenger gyümölcsei, és a vadászsákmányok. Az alkotók egymástól tanulva-lesve, és saját meglátásaikat is túllicitálva már-már lucullusi gazdagságot varázsoltak az asztalra, sőt néha a szabad ég alá –, de minden esetben a kulináris élvezetek jelenvalóságára és elérhetőségére célozva (*Jan Davidsz de Heem*, *Cornelis de Heem*, *Jurriaen van Streeck*). Ezek egyike-másika azonban jogos visszatetszést vált ki a mai nézőből. Különösen az enyvesveszővel fogott énekesmadarak tetemei, mint az elvakult kulináris élvezet jelképei okozhatnak elutasító borzongást.

A mai ember számára kevésbé vonzóak a „hiábavalóság = földi hívság” – vagyis a *vanitas*-képek. Közös tárgyuk a halálra, elmúlásra figyelmeztető koponya, Biblia, gyertyaláng – és a földi gazdagság jelképei. Az efféle képek megfestését szinte senki sem kerülhette el, ha nem akart szembe kerülni az egyházi hatalmasságokkal.

Talán az összes csendéletnek (vagy talán már életképeknek) tekinthető kép közül a legtöbb érdekes természeti tudósítás a baromfiudvarokból származik. Méghozzá a francia nevű *Melchior d'Hondecoeter* jóvóltából. (Ne feledjük, a hugenották és a Szent Bertalan éjszaka menekültjei részben Hollandiában lettek menedékre.) Ez a festő megbízható forrásnak tekinthető a XVII. századi baromfifélék genetikai változatosságának felméréséhez. Képein azonban nemcsak a tenyésztett állatok, de a házkörüli vadon élő szárnyasok (néha emlősök) is megjelennek. Bíbicek, fecskék, baglyok, pólingok, godák, különféle vadréccék, héják és sasok teszik még változatosabbá a baromfi-együtteseket. Ám még ez sem elég: a festészeti kihívásnak számító pávakakasok, fácánok megjelenítésén kívül egyik-másik képen sisakos kazuár is látható (honnan más-honnan, mint Délkelet-Ázsiából) dél-amerikai gémfélék társaságában, másutt pedig pelikán és afrikai koronás daru elegyedik a tyúkok közé. A többször is megfestett (nyil-



**Melchior de Hondecoeter (1636 körül–1695): Madárkoncert (magántulajdon) – a számtalan variáció egyike**

ván nagyon népszerű) „madárkoncert” téma annival szerényebb, hogy „csak” európai madarakat tüntet fel éneklő buzgalmukban. Pardon! Egy papagáj azért még itt is szerep-hozott! Nem ritka a másféle, ma inkább nyersnek számító „humor” sem: pl. a kicsibék a récéket követve vízbe fulladnak. Hol is van még Niko Tinbergen és a XX. század etológusai?!

Összegezve elmondhatjuk tehát, hogy a XVII. századi holland barokk csendéletek – minden kötöttségük ellenére – széles választékban mutatják be a kor természetes, természet vagy tenyésztett élővilágát. A virágcsendéletek a kertészeknek, a bőségasztalok a séfeknek és konyhaművészeknek, az étkezéskultúra történetével foglalkozóknak, az állatjelenetek pedig a tenyésztőknek és genetikusoknak jelenthetnek bőséges forrásanyagot.

De mi a helyzet az élőhelyeken? Milyen tanulságokkal szolgál a tájfestészet? Miről lebbentik fel a fátylat az életképek? Ezekre a kérdésekre majd írásunk második részében próbálunk válaszolni.

## Képek, adatok forrása

- <https://www.rijksmuseum.nl>
- [http://www.casa-in-italia.com/artpx/dutch\\_17.htm](http://www.casa-in-italia.com/artpx/dutch_17.htm)
- [http://hoocher.com/Rembrandt/rembrandt\\_harmensz\\_van\\_rign.htm](http://hoocher.com/Rembrandt/rembrandt_harmensz_van_rign.htm)
- <http://imgkid.com/egbert-van-der-poel.shtml>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Marine\\_art#mediaviewer/File:Schepen](http://en.wikipedia.org/wiki/Marine_art#mediaviewer/File:Schepen)
- <http://www.wikiart.org/en/melchior-d-hondecoeter/still-life-with-animals>
- Geert Mak: *Amszterdam – Egy város életrajza*; Corvina Kiadó, 2001
- Marcel Brion: *Rembrandt élete*; Corvina Kiadó, 1976
- H.W. van Loon: *Rembrandt*; Gondolat Kiadó, 1991

# Miért nem lett a taxisofőr Nobel-díjas?

A Lexica Kiadó érdekes válogatást jelentetett meg 2015-ben *Braun Tibornak* a közelmúltban a *Magyar Kémikusok Lapjában* megjelent cikkeiből. (Braun Tibor: *A Nobel-díjra érdemes taxisofőr. Interdiszciplináris kémiai kaleidoszkóp*, Lexica Kiadó, Budapest, 2015.)

A neves kutatóvegyész szerző a kötet előszavában foglalja össze írásainak célját: „...a jelen kötetben foglalt közlemények fő törekvése a kémia és a természettudomány minél színesebb, eredetibb, vonzóbb ismertetése és népszerűsítése...”

A 32 cikket tartalmazó válogatás témái igen változatosak, a tudományos eredmények elismerésének problémáitól kezdve a Stradivari hegedűk tudományos vizsgálatának érdekességein keresztül a gyógyszerkutatás, a molekuláris gasztroνομία, a fullerének kémiája és a magashőmérsékletű szupravezetés eredményeinek ismertetéséig terjed. Ízelítőnek érdemes kiragadni három témát, amelyek a kémiában csak kevésbé járatos olvasókat is feltehetően lenyűgözik.

A kötet címadó története a 2008. évi kémiai Nobel-díjjal kapcsolatos, amelyet *Martin Chalfie*, *Osamu Shimomura* és *Roger Tsien* nyert el megosztva, a hivatalos indoklás szerint „a zöld fluoreszcens fehérje (green fluorescent protein, GFP, magyarul ZFF) felfedezéséért.”

A történehez tartozik, hogy *Douglas Prasher* amerikai kutató már 1988-ban a ZFF géneinek klónozását kutatta és sikeresen megoldotta a feladatot. Eredményeit ismertette Chalfie-val és Tsienel, sőt klónozott mintákat is adott nekik. Prasher kutatásai azonban lassabban haladtak, míg két kollégája sikeresebb volt. Prashernek, eredményei ellenére nem sikerült állandó állást találnia, végül taxisofőrként kellett öttagú családját eltartani. **Így neve kiharadt az elismerésből**, míg az azonos témán dolgozó sikeresebb kollégái végül megkapták a legmagasabb tudományos elismerést.

A 2008. évi kémiai Nobel-díj kihirdetésekor Chalfie a következő kijelentést tette: *Prasher munkássága lényeges és fontos volt a laboratóriumban végzett kutatásainkhoz. Azok (a Nobel-díj bizottság), minden további nélkül, engem kihagyva Douglasnak és a másik kettőnek adhatták volna a díjat.*

Ezek után az olvasóban azonnal felvetődik a kérdés: *miért nem lett a taxisofőr Nobel-díjas?*

A *Mitoszrombolás hegedűvel* című írás a híres Stradivari hegedűk mítoszával foglalkozik. A Wikipedia szerint: „A hangszerek kiváló hangminőségük miatt híresek. Míg

*sem sikerült megfejteti, hogyan lehetett ilyen jó minőségű hangszereket előállítani... A Stradivariusokat minőségük miatt nehéz hamisítani: ilyen hangszereket még egyszer előállítani gyakorlatilag lehetetlen.”*

A cikkben részletesen ismertetett vizsgálatok során azonban arra a következtetésre jutottak, hogy ez a tévhit igazolható tudományos módszerekkel. Igazán meglepő eredmények az ún. kettős vak kísérleteknél születtek. A vizsgálok 21 tapasztalt hegedűművész preferenciáit jó minőségű, új és válogatott régi olasz hegedűk (Stradivari és Guarneri del Gesù) virtuózok által megszólaltatott hangzását vizsgálták kettős vak kísérlet körülményei között. A meglepő eredmények szerint:

- a legjobban kedvelt hegedű egy újabb előállítású volt,
- a legkevésbé preferáltak egy Stradivari bizonyult,
- alacsony korrelációt találtak a hegedűk érzékelt hangzási minősége és kora, ill. pénzületi értéke között,
- a hegedűművészek többsége képtelen volt meghatározni, hogy a
- hegedű, amit megszólaltatott, új vagy régi volt-e.

A tudomány, ezen belül a kémia eredményei alapján Braun professzor a **mítosz**szal kapcsolatban a következő konklúziót fogalmazta meg:

„Mint láttuk, a Stradivari és más klaszikus, valamint új hegedűk hangzásáról, építéséről, akusztikájáról, kémiájáról és biotechnológiájáról rendkívül érdekes alapos és hasznos eredményt tud felmutatni a tudományos kutatás. Ha ezek után feltesszük a kérdést, hogy ezek mítoszt romboltak-e, vagy fennmaradtak-e, élnek-e ma is a Stradivari-mítoszok, akkor a válasz csak egy lehet: igen, élnek. Az ehhez tartozó érvekkel Dunát lehetne rekesztetni, de a lényeg röviden kifejezhető. A hegedűk akusztikai hangszerek, és azok hangzását szubjektív tényezők alapján értékelik. Az emberi hangészlelés annak ezakt mérési és összehasonlítási lehetőségeinek korlátozottsága miatt ma még lehetetlen, s az objektív összehasonlítás valószínűleg lehetetlen is marad az emberi sznobizmus folytán addig, míg ember él e sártekén.”

Ízelítőnk harmadik cikke a „Chilipaprika-kémia, a Scoville-skála és az Ízcsípősségi



*világgrangor”* címmel, a paprika tulajdonságaival foglalkozik.

Az örölt paprika a magyar konyha legalapvetőbb fűszere, Hungarikum. Magyaros étel nem létezik paprika nélkül. Különösen büszkék vagyunk a szegedi paprikánkra, de híres még a kalocsai paprika is. A hazai általános vélemény szerint: „Az alföldi száraz éghajlatnak, a sok napsütésnek és a különleges magyar talajnak köszönhetően a magyar fűszerpaprika egyedi-

vé vált. Élénk színével, finom ízével és kivételes aromájával egyes hazai szakemberek szerint fölülmulta az Amerikában őshonos fajtákat.”

A világban rengeteg paprikafajta létezik, különösen a csípős (chili) paprikafajták népszerűek. A paprika csípősségét a kapszaicin nevű szerves vegyület okozza, amely az idegek ingerlésével vált ki fájdalomérzetet, amelynek azonban vannak előnyös élettani hatásai is, ezért vált a csípős paprika kedvelt fűszerré világszerte, a szerző ötletes megfogalmazása szerint „gasztronomia” alakult ki.

A paprika csípősségének mérésére először *Wilbur Lincoln Scoville* dolgozott ki módszert 1912-ben. A módszerrel a vizsgált paprikából oldatot készítve azt cukros vízzel hígítják, amíg a csípős ízt öt kóstoló még észleli. A csípősséget a hígítás mértéke határozza meg, ez a Scoville-skála megfelelő értéke, a *Scoville Heat Unit* (SHT). A legcsípősebb paprikák SHT értéke 300 ezer felett van, a tiszta kapszaiciné 15-16 millió SHT.

Az érdekes cikk konklúzióját szintén érdemes szó szerint idézni: „Bár itthon az a vélemény, hogy csili(csipős) paprikáink csípősségüket tekintve az élen járnak ..., ez távol áll a valóságtól... Ez persze nem jelenti azt, hogy Magyarországnak nem lenne jelentős helye a paprikafajták édestől a csípősig terjedő skálájának termelésében és fogyasztásában.”

Összegezve: a gyűjtemény cikkei rendkívül érdekesek, bár sokuknál az olvasónak alaposan fel kell idéznie a középiskolában remélhetőleg megtanult kémiai alapismereteket. Az tárgyalt témák azonban valóban alkalmasak arra, hogy a szerző alapvető szándéka szerint a tudomány, ezen belül a kémia eredményeit népszerűsítsék.

BENCZE GYULA

# Ilona selyme, Szalajka fátyla

Magyarországon elhelyezkedéséből adódóan nem alakulhattak ki olyan nagy és látványos víz-esések, mint a Kárpát-medencét határoló magashegységeken, vagy a heglábi felszínek töréslépcsőinél. Ez előfordulási gyakoriságukra is igaz. Két kézen könnyen meg lehet számolni azokat, melyekre némi honfiúi elfogultsággal már nem kisebb zúgóként, hanem vízesésként lehet tekinteni. Ha ezek közül ki kellene választani Magyarországon legszebb vízesését, akkor az Ilona-völgyi, illetve a Szalajka-völgyi valószínűleg a legesélyesebbek között szerepelne.

## Az Ilona-völgyi vízesés – a „legmagasabb”

A Mátra bércei között búvik meg az Ilona-völgy, amely Parádtól délre, Heves megyében található. Nevezetessége Magyarország legnagyobb szintkülönbségű természetes zuhataga, az Ilona-völgyi vízesés (Legmagasabb vízesésünk 20 méteres magasságával a lillafüredi. Ez azonban



Őszi „tündérfény” az Ilona-völgyben

egy mesterséges alkotás, amit az itteni Palotaszálló építései 1927–1930 között, a Szinva-patakon alakítottak ki.). A völgyet, a benne folyó patakot és vízesést is, a terület egykori birtokosa, gróf Károlyi György (1802–1877) unokájáról Dessewffy Ilonáról nevezte el. A völgy bejáratát Parádfürdőnél egy faragott székely kapu jelzi. Innen kb. 4 km hosszan, jórészt egyenesen húzódik észak-déli irányban, majd a Marhád-hegy előtt hirtelen elkanyarodik. A völgy bejáratánál álló hatalmas kocsányos tölgy, az úgynevezett Rákóczi-fa. A legen-

da szerint 1710-ben II. Rákóczi Ferenc a Felvidékre tartva e fához kötötte lovát. A fa törzsének kerülete 9,5 méter, lombkoronája teljes pompájában 40 méter volt. A bevezető aszfaltozott utat évszázados – vadgesztenyéből és hársakból álló – 1,5 kilométeres fasor szegélyezi. Az egyenes völgyrész egy tektonikai törés vonalát követi, melynek folytatása a domoszlói Vár-patak völgye.

Az Ilona-völgyön végigsétálva valódi geológiai időutazást tehetünk, hiszen utunk jó része eocén korú vulkáni kőzetek között fut, majd oligocén üledékekben folytatódik, hogy aztán miocén kőzetekben végződjön. Az idősebb érces andezit a völgy elején, az ún. Vaskapunál a XVIII. században létesített, ma már felhagyott tárokból látható. Dél felé haladva a völgy keleti oldalát alsó-oligocén (28–31 millió éves) rétegvulkáni andezit építi fel. A völgy nyugati oldalában szintén alsó-oligocén (24–25 millió éves) üledék (kiscelli agyag) található. A völgybejáratától 3,5 km-re, az Ilona-völgy oldalában fakad a Szent István-cseviceforrás, amelynek természetes szén-dioxidban dús vize a völgy tektonikus repedéseiből áramlik fel. Végül a fokozatosan emelkedő és összehúzódó völgy felső szakaszán az oligocén rétegekre alsómiocén (21–22 millió éves) rétegzett glaukonitos, sekélytengeri homokkő települt. Ennek a homokkő-sorozatnak a kipreparálódott lépcsőin zuhog le az Ilona-völgyi vízesés. A völgy vízesés feletti szakaszán az alsómiocén (18–19 millió éves) horzsaköves riadácittufa (Gyulakeszi riolituffa) alakítja az ellaposodó térszínt. A nyugati oldalon megjelennek az idősebb üledékes kőzeteket áttörő ún. kőgátak, más néven „ördögátak”, amelyek fiatalabb andezit kőzettelérek.

A vízesést az Ilona-patak táplálja, amely a Tökés-kút két kis forrásából ered. Útja

1 Ezek a Mátra központjából kiinduló egymást radiálisan és koncentrikusan keresztező telérek, melyek 5-6 méter széles, vízszintes kihülési oszlopokat formálnak.

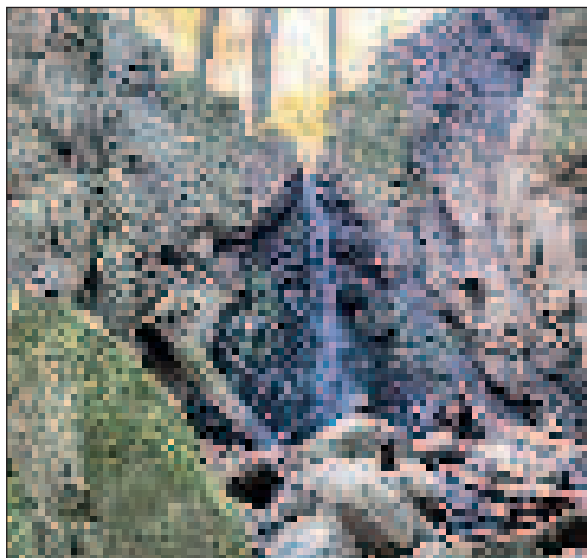
során a Marhád (606 m) és a Cserepes-tető (734 m) meredek oldalai közé szorulva, több helyen töri át magát a sziklák közt, hogy végül a Mátra egyik legszebb ’V’ alakú völgyét hagyva maga után, vékony sugárban, közel 10 méteres magasságból zuhanjon alá. Az Ilona-völgyi vízesés selymes vízszugara az év minden szakában gyönyörű. A vízmennyiséget, azonban erősen befolyásolja az időjárás, így a zuhatag csapadékos időben, vagy éppen hóolvadást követően mutatja meg igazi erejét. A víz-esés függőleges fala alatt 30 méternél is magasabb bükkfaóriások és szétszóródott, több méteres sziklatömbök találhatóak, jól szemléltetve vízbőség idején a patak hordalékszállító képességét.

Az Ilona-patak mentén kialakítottak egy tanösvényt is, amely a Keleti-Mátra földtani értékeit és a hajdani ércbányászat emlékeit mutatja be egy 6,5 km hosszú túraútvonalra felfűzve. Állomások jelzik az Orczy báró által 1780-ban nyitott Etelka-tarót, a Timsós-fejtést, a Szent István csevicekutat, az ördögátakat és az Ilona-völgyi vízesést. Az Ilona-völgyben és ennek közvetlen szomszédságában számos piknikezésre alkalmas rét található. Rövid sétával több forrást is érinthetünk, köztük a paradóhutai Klarissza-forrást is, melynek gyógyító hatása, vastartalmú vizét Kitáibél Pál, kiváló botanikusunk fedezte fel a 18-19. század fordulóján.

## Szalajka-patak, Fátyol-vízesés – a „legkülönlegesebb”

Közel hatvan kilométerrel északkeletre, a Bükk hegység északi lábánál, a Szilvás-várad fölötti Szalajka-völgyben található hazánk egyik legezotikusabb és talán a maga nemében legeredetibb látványossága, a Fátyol-vízesés. Nevét egyesek szerint a vízpermet jellegzetes, fehér fátyláról, mások szerint a fehér, csipkéhez hasonlóan mintás mésztufáról kapta. Sokak szerint itt sorakoznak Magyarország legszabályosabb forrásmészki teraszai, melyen a fátyolosan lezúduló víz, csodálatos látványt nyújt.

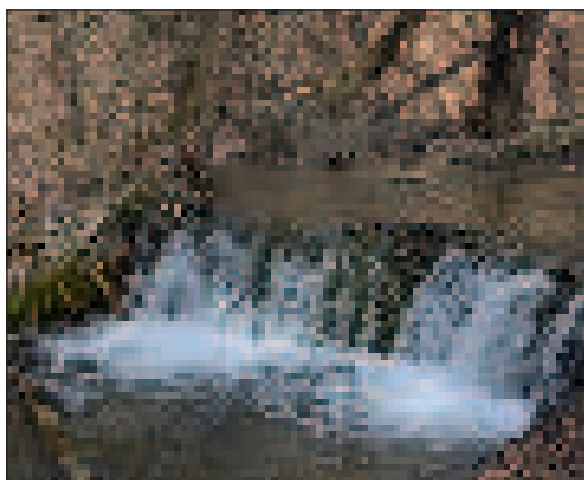
Az Ilona-völgy csöndjéből egészen más hangulatú világba csöppen az, aki a településtől délkelet felé vezető zöld jelzésű turistaúton, vagy az innen induló erdei kisvasúton akarja megközelíteni a Szalajka-völgy nevezetességét (A kisvasút a Gloriett-tisztásig jár, ahonnan pár perces sétával elérhető a vízesés.). A völgy bejáratánál igazi vásári



**Az Ilona-völgyi vízesés – a vékony vízszugár közel 10 méteres magasságból zuhan alá**

forgatag fogadja a látogatót. Ha hosszabb időre el tudjuk terelni figyelmünket a tömegturizmus vadhajításairól és csakis a természeti értékekre koncentrálnunk, akkor nagyon hangulatos sétát tehetünk a Szalajka-patak mentén, amely Magyarország talán egyik legszebb patak völgye. A sétautat végigkíséri a kisebb zúgókon bukdácsoló patak. A XIX. században vízének erejével az itt működő szilvási vashámor erőgépeit hajtották. A kiváló minőségű vas nyersanyagát a Répáshutai Mészke hematitlencsési szolgáltatták. Napjainkban a patak vizét felduzzasztva halastavakat és pisztrángtelepeket hoztak létre, ahol szivárványos és sebes pisztrángokat tenyésztenek.

Bár aszfaltozott úton járunk, mégis a vadregényes völgy és számos látványos látványos elfeledteti e civilizációs ártalmat. Megtekinthető itt egy interaktív Archeopark, egy Vadbe mutatató kert (ahol dármszarvasok és muflonok is láthatók), illetve a Zilahy Aladár Erdészeti Múzeum. A vízesés közelében még egy különleges természeti képződmény is található, amely az Ablakoskő-völgyi és a Bükk-fennsíki Mészke Formáció határán bukkan a felszínre: a Szikla-forrás. Vízét a mészke hüllő, és annak repedésein lefelé szivárgó csapadék adja, hogy aztán egy 3–4 méterig járható barlangjáraton keresztül törhessen elő. A Szikla-forrás vízgyűjtőterülete mintegy 4-6 négyzetkilométernyire tehető. A függőleges kőfal-



**Szalajka-völgy – a sétautat végigkíséri a kisebb zúgókon bukdácsoló Szalajka-patak**

felgyorsul, vízből szén-dioxid távozik, és az oldott mésztartalom egy része kiválik. Az idők folyamán itt hatalmas forrás mészkepárna képződött, amely teljesen ki-

ből fakadó forrás ingadozó mennyiségű vize a Szalajka-patakot táplálja.

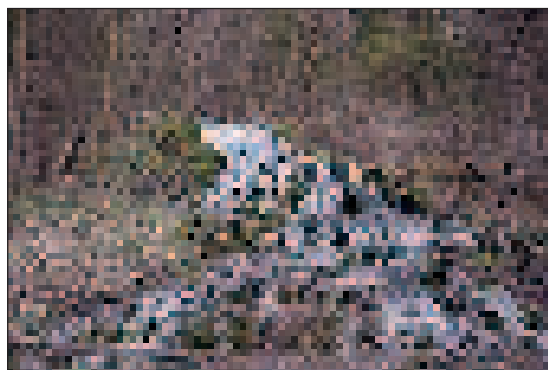
A patak vízének nagy részét azonban a Szalajka-forrás, a Bükk egyik legnagyobb vízhozamú karsztforrása adja, amely közel 450 méteres magasságban tör fel (vízhozama 4200 liter/perc). Vízbázisa a csapadékon alapul, így annak megfelelően ingadozik. Hosszan tartó száraz időszakokban – pl. 2012 nyara, 2014 eleje – részben vagy egészében el is apadhat. Ilyenkor a Fátyol-vízesés is kiszárad. A forrás vize a karsztvizet tároló nagy vastagságú felső-triász mészkőből származik. A felszínre bukkanási pont azonban a rátelepült t ű z k ö v e s

mészke és az azzal tektonikusan érintkező vízzáró jura képződmények határán van. A vízgyűjtőterületre hulló csapadékvíz a talajtakarón át a mészkebe szivárog, szénvartartalmával annak egy részét feloldja és magával szállítja a forrás felé. Felszínre jutva megkezdődik az oldott mésztartalom kiválása a patak vizéből.

A Szalajka-forrástól 500 méterre összeszűkül a völgy, ahol egy réteglépcső, vízesés alakult ki. A víz folyása itt

tölti a völgytalpat. A Fátyol-vízesés napjainkban is az itt található, mintegy 17 méter hosszú mésztufagát 18 teraszán zúdul le.

A mészkiválást meggyorsítják a vízben, a mederbeli köveken, ágakon megtelepedő moszatok és mohák. Ezek megnövelik azt a felületet, melyen a víz lefut, így a szén-dioxid elillanása, a mészkiválás gyorsabb ütemű. Elhaló részeit a forrásmészke bekérgezi (ahogy a patakmederbe hulló faágakat és fatörzseket is), magasítva ezzel a gátak peremét, melyek mögött kis tavak jönnek létre (egyes részeken ez a mészke réteg évente 5–10 mm-rel is növekszik). Gyakori, hogy egy-egy patakba dőlt fatörzs körül idővel forrásmészke gát jön létre, kis tavat duzzasztva fel. A bezárt növénymaradványok elkorhadásával apró üregek keletkeznek, ezért a forrásmészke likacsos szerkezetű. Erre utal találoan a Bükk vidékén használatos elnevezése a „darázkő” (a forrásvízi mészke igen fiatal képződmény, lerakódása legkorábban kb.



**A Fátyol-vízesés a mintegy 17 méter hosszú mésztufagát 18 teraszán zúdul le (A szerző felvételei)**

15 000 évvel ezelőtt, a pleisztocén végén indulhatott meg).

A Fátyol-vízesésig eljuthatunk a Szilvás-várad–Szalajka-völgyi Tanösvényen is, amely a település szélétől indul és az Istállós-kői-barlangnál ér véget. Hossza 4,2 kilométer. Az ismertető táblák tájékoztatnak a Bükki Nemzeti Parkról, a karsztvízforrások által táplált vízfolyásokról, a völgy élővilágáról, a Szikla-forrásról, a Fátyol-vízesés mésztufagátjainak képződéséről, a Szalajka-forrásról és a közeli Istállós-kői-barlang régészeti leleteiről.

LADÁNYI LÁSZLÓ

## Irodalom

- Budai Tamás-Gyalog László (szerk.): Magyarország földtani atlasza országjáróknak. Budapest, 2010
- Bükki Nemzeti Park Igazgatóság: Parádfürdő – Ilona-völgyi Geológiai Tanösvény/ Szilvás-várad – Szalajka-völgyi Tanösvény
- Kovács Timea: Tanösvény az Ilona-völgyben In.: Természet Világa, 2001

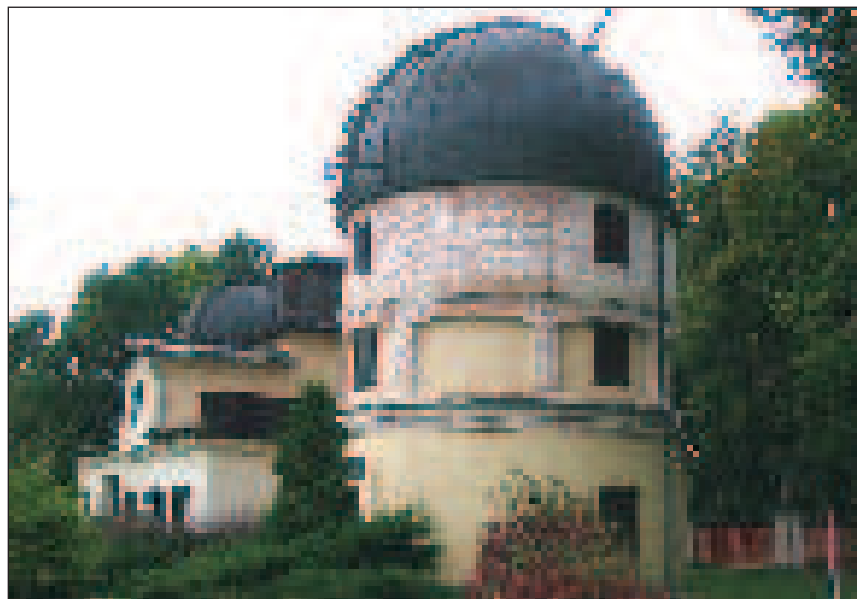
## Ógyalláról Szamoóra

## Otto Tetens csillagász emlékezete

Az ógyallai csillagvizsgáló története 1871-ig nyúlik vissza. A gazdag földbirtokos, alispán, országgyűlési képviselő, képzett hajóskapitány és mozonyvezető, *Konkoly Thege Miklós* ekkor még csak műkedvelőként vizsgálódott távcsövével kastélyának teraszáról. 1899-ben már egy infrastrukturálisan kiépített, komoly műszerekkel felszerelt, jó nevű szakembereket foglalkoztató asztrofizikai obszervatóriumot adott át a magyar nemzetnek a magát szakcsillagásszá képző, meteorológiával is magas szinten foglalkozó műszerész-zseni. A német származású csillagász, *Otto Tetens* 1887–1888-ban dolgozott megfigyelői (akkori terminussal obszervátori) minőségben a csillagdában. Az ekkoriban hobbi-csillagdából egyre komolyabb szakmai műhellyé váló intézmény vonzerejét jól mutatja, hogy *Karl Schrader* (Schráder Károly) és *Hermann Kobold* (Kobold Ármin; róla szóló írásunk lapunk 2008/7. számában olvasható) után Tetens már a harmadik „idegenlégiós” volt a



Tetens (a kép bal szélén) a szamoai megfigyelő-állomáson, 1904-ben



Az ógyallai csillagvizsgáló napjainkban (A szerző felvétele)

Konkoly vezette csillagász csapatban.

Otto Tetens a város rendőrfelügyelőjének gyermekeként 1865. szeptember 26-án, a németországi Rendsburgban született. (A régebbi keltezésű hazai szakirodalomban a kor szokásának megfelelően a magyaros Tetens Ottó néven találkozhatunk vele.) Egyetemi

tanulmányai alatt különböző természettudományos tárgyakat hallgatott. Iskoláit Münchenben, Tübingenben, Berlinben, Kielben és Göttingenben végezte, doktori fokozatát 1891-ben Kielben szerezte meg.

Az 1888-as ógyallai „kaland” után visszatért hazájába. 1891-ig a kieli csillagvizsgáló-

ban, majd a hamburgi tengerészeti obszervatóriumban, 1898-tól a strasbourgi csillagdában végezte tudományos munkáját. Életének legemlékezetesebb és az utókor szempontjából legmaradandóbb tudományos állomáshelye (1902 és 1905 között) egy távoli, egzotikus szigethez, Szamoához kötődik, melyet a Csendes-óceán délnyugati részén, a Fidzsi-szigetekről északra elterülő szigetcsoporthoz tartozó szigetek egyikeként részben Németország birtokolhatott. Tetens egy göttingeni klimatológiai projekt kapcsán került az ottani német kolóniába. A szigetcsoporthoz „fővárosához”, Apiához közel, Mulinuuban alapított meteorológiai és asztrológiai megfigyeléseket egyaránt végző obszervatóriumot „Külszolgálatáról” hazatérve Göttingenben dolgozta fel szerteágazó tudományos eredményeit. 1906-ban visszatért a kieli csillagvizsgálóba. Közel negyedszázadon át, 1909-től 1931-ig, Lindenberget meteorológiai intézetének volt főobszervátora.

Nyugállományba vonulását követően a közeli Bad Saarow-ban telepedett le, nyugdíjas éveit az idilli körülményeket nyújtó Scharmützelsee tó partján töltötte. Otto Tetens életének 80. évében 1945. február 15-én a Csehország területén fekvő fürdőváros, Teplice egyik szanatóriumában hunyt el.

REZSABEK NÁNDOR

# Orvosszemmel

## A KÍNAI AKUPUNKTÚRA MINT NYUGTATÓ

Amerikai kutatók állatkísérletekben azt vizsgálták, hogy az évezredek kínai gyógy-mód, az akupunktúra hasonló élettani mechanizmusokon keresztül hat-e, mint a korszerű nyugtatók és a depresszió elleni szerek. Kísérleteiket átlagosan 12 hetes patkányokon végezték. Testtömege 350–420 gramm volt. Az állatokkal négy vizsgálati ágba dolgoztak, mindegyikbe ugyanannyi patkány került. A beavatkozás elektro-akupunktúra volt. A technikát igen érzékeny ponton alkalmazták: a gyomormeridián 36-os pontját ingerelték.

A négy vizsgálati csoport közül hármat fájdalommal hideghatásnak tettek ki. Az első csoportban a patkányok mindig azonos időben kapták az elektro-

akupunktúrát, ugyanazzal az eszközzel. A második csoport álbeavatkozásban részesült: megkapták az áramingerlést, de nem a kijelölt akupunktúrás ponton. A harmadik csoport tagjai placebo csoportként szolgáltak: ugyanúgy kezelték őket, de semmiféle akupunktúrás beavatkozás nem történt. A negyedik állatcsoport volt a kontroll: itt sem hideghatás, sem akupunktúrás kezelés nem érte az állatokat.

A kutatók a vizsgálat során azt tapasztalták, hogy ez az ingerlés tompítja a hipotalamusz–agyalapi mirigy tengely (HPA) aktivitását. A krónikus stressz-útvonal ugyanis összefügg az idült fájdalommal, az immunrendszer,



a hangulat és az érzelmek zavarával. A HPA-tengely befolyásolása akupunktúrával gátolja a stresszhormonok felszabadulását. Számos antidepresszívum és nyugtató terápiás hatásának ez a mechanizmus a lényege.

*Forrás: Weborvos*

## Cikkpályázat fiatal kutatóknak!

A Magyar Tudományos Akadémia Természettudományi Kutatóközpontja (MTA TTK) és a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) közös ismeretterjesztő cikkpályázatot hirdet a doktoranduszi tanulmányaikat határainkon belül, valamint külföldön jelenleg folytató, vagy tudományos fokozattal már rendelkező fiatal, 35 évesnél nem idősebb kutatóknak. A pályázat célja, hogy a pályázók saját, az élő és élettelen természettudományok területén illetve határterületein végzett kutatásaikat, illetve azok tudományos hátterét és összefüggéseit közérthető módon közkinccsé tegyék.

A pályázatot három kategóriában, a TIT három ismeretterjesztő lapja által képviselt területen lehet benyújtani:

1. **Élet és Tudomány kategória:** a pályázók ebben a kategóriában a széles nagyközönség számára írott, figyelemfelkeltő, az Élet és Tudomány stílusában készülő népszerűsítő cikkekkel pályázhatnak. A cikk terjedelme: 10-12 ezer n (szóközökkel). Ehhez 4-6 színes kép vagy ábra, grafikon, illusztráció is csatolandó.

2. **Természet Világa kategória:** a pályázók ebben a kategóriában a természettudományok és a műszaki tudományok iránt érdeklődő olvasók számára írott, figyelemfelkeltő, a Természet Világa stílusában készülő ismeretterjesztő közleménnyel pályázhatnak. A cikk terjedelme: 15-18 ezer n (szóközökkel), amihez fekete-fehér vagy színes illusztráció is csatolható.

3. **Valóság kategória:** a pályázók ebben a kategóriában a természettudományok elsősorban tudományfilozófiai, továbbá humán tudományi módszerekkel feltárható, bemutatható összefüggéseikhez kapcsolódó, vagy a természettudományi felfedezések társadalomtudományi vetületeit elemző, a Valóság stílusában készülő cikkekkel pályázhatnak. A cikk terjedelme: 35-40 ezer n (szóközökkel).

Pályázni csak eredeti, máshol még nem közölt, illetve máshova közlésre be nem küldött ismeretterjesztő cikkekkel lehet. A pályaműveket a három lap szerkesztősége, az MTA TTK, valamint a TIT által felkért zsűri bírálja el. Mindhárom kategória első három helyezett-

je a TIT díjaiban részesül. A díjazásról a zsűri dönt, az egyes helyezések megoszthatók.

A pályamunkákat e-mailen kérjük benyújtani, a titlap@telc.hu címre. A képeket, illusztrációkat külön-külön kép file-ban kell elmenteni, a szövegben csak az ábra helyét kérjük feltüntetni. A szerkesztőségek jogot formálnak arra, hogy a díjazásban nem részesült, de közlésre alkalmas cikkeket – a szerzőikkel történő egyeztetett szerkesztés után – megjelentessék. A pályázat beküldői a pályázaton való részvétellel egyben hozzájárulnak cikkük online közzétételéhez is a lapok internetes változatában. Kérjük, hogy a pályázó a cikk végén tüntesse fel nevét, levélcímét, e-mail címét, telefonszámát, születési dátumát és a munkahelyének a nevét!

A pályamunkákat a TIT címére kérjük küldeni: **1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.** A borítékra írják rá: „**MTA TTK-TIT cikkpályázat**” és a **kategória nevét.**

A pályázatok beküldési határideje: **2016. április 15.**

A Szerkesztőség



(2016. január 19.)

## CSUPASZEM – JURA IDŐSZAKI RÁK HATALMAS SZEMEKKEL

A dinoszauruszok koraként emlegetett jura a furcsa tengeri állatok időszeke is volt egyben. A jura tengerek tele voltak izgalmas és különös fajokkal. A gerinctelenek között a szivacsok zátonyokat építettek az aljzaton, a vízben ammoniteszek és belemniteszek milliói úszkáltak. A gerincesek között szintén nagy volt a választék a halaktól a krokodilokon keresztül a halgyíkig és egyéb tengeri hüllőkig. Mindenki kedveli a tengeri kígyószzerű hüllőket, a Solnhofenből ismert halakat, vagy a holzmadeni Ichthyosaurusokat és krokodilokat, de ugyanakkor nagyon sok érdekes faj háttérbe szorul a nagyméretű gerincesek mögött. Pedig a legkülönösebb állatok versenyében igen jó eséllyel indulna egy tízlábú rák is, ami csak a közelmúltban került a figyelem középpontjába. Biztos, hogy nem a Dollocaris nevű állat volt a legnagyobb és legfélelmetesebb tengeri faj a jura időszekekben, de minden bizonnyal az egyik legmeglepőbb megjelenésű lehetett abban az időben.



Jean Vannier, a Lyoni Egyetem kutatója tanulmányozta és ismertette kollégáival a fura kis állatot. A Dollocaris ragadozó életmódot folytatott, tüskés foglábaival kapta el a gyorsan mozgó áldozatait. Azonban nem ezek a rákollók tették a Dollocarist egyedülállóvá, hanem a hatalmas szemei, melyekben több lencse helyezkedett el, mint bármely más összetett szemekkel rendelkező állat esetében. Az összetett szemek a mintegy félmilliárd évvel ezelőtt bekövetkezett kambrium evolúciós robbanás óta vannak jelen az állatvilágban. A Dollocaris szemében több mint 18 ezer lencse található, és ezt a számot csak a modern szitakötők tudják felülmúlni. A francia kutatók szerint a kiváló látás nagyon sikeres vadásszá tette az állatot.

Azt ugyan nem tudták megállapítani, hogy a Dollocaris látott-e színeket vagy sem, de az összetett szem olyan sikeres alkalmazkodásnak bizonyult, hogy a mai rovarok és rákok is előszeretettel használják. A vizsgálatok során az is kiderült, hogy az állat szemei valóban óriásiak voltak. Nem elég, hogy tele voltak lencsékkel, amelyek panorámaszerű látást biztosítottak a Dollocarisnak, de a leletek alapján a szem mérete az állat teljes testhosszának a negyedét is elérhette.

A korábban előkerült maradványok esetében a kutatók még nem tudták megállapítani, hogy mik voltak ezek a masszív struktúrák. A közelmúltban azonban kiváló megtartású új fossziliák felfedezésével sikerült megoldani a régóta megoldatlan kérdést. Kiderült, hogy a Dollocarisnak és a hozzá hasonló állatoknak nagyon fejlett szeme és kiváló látása volt. Néhány példánynál még az egyes retinasejteket is ki lehet venni a fosszilizálódott szemeken belül. A Dollocaris Franciaország középső-jura üledékeiből került elő, és különösen gyakori volt La Voulte-sur-Rhône területén. Maradványaikat körülbelül 163 millió éves kőzetekből tudták begyűjteni. A francia lelőhelyet a kisebb méretű tengeri állatok kiváló megtartási állapota teszi egyedülállóvá. Ezek között megtalálhatók a legkorábbi polipok, fosszilizálódott tintahalak, valamint kagylók, garnélarákok és kígyókarú tengeri csillagok. Mindent egybevetve ezek a gerinctelen fossziliák alacsony oxigéntartalmú környezetet jeleznek a sekély tenger aljzatán, melyet lágy homok és iszap borított. Az egyedülálló környezeti viszonyok tették lehetővé a lágytestű állatok fosszilizációját, amelyek egyébként normális körülmények között nagyon gyorsan lesováltak bomlani.

A Dollocaris úszó életmódot folytatott, és kicsi csapkodó lábak egész sorával hajította magát előre a vízben. Ugyanakkor valószínűleg nem volt kiváló úszó, és emiatt lesből támadó ragadozó lehetett. A paleontológusok rekonstrukciója szerint a homályos vizekben vadászott, a zátonyok szikláin között elrejtőzve. Testét páncél borította és a legnagyobb példányok mérete elérte a 20 centiméteres hosszúságot, vagyis a ma élő legnagyobb garnélarákokhoz lehetett hasonló. Azonban a felszínes hasonlóság ellenére a garnélákkal csak távoli rokonságban álló fajok rendszertani szempontból a kihalt Thylacocephala osztályba tartoztak. Ez utóbbinak a képviselői a kambrium időszekekben jelentek meg és a késő-krétaig fordulnak elő az ősmaradvány anyagban. Vagyis nagyon hosszú, mintegy 400 millió éves történetük van, és csak a földtörténeti középkor végén tűntek el a dinoszauruszokkal és az ammoniteszekkel együtt. Bár a leletek alapján az egész család tele van földönkívüli kinézetű állatokkal, a Dollocaris még közülük is kitűnik csupaszem-szerű megjelenésével.



(2015. december 1.)

## VISSZA A MÉLYBE

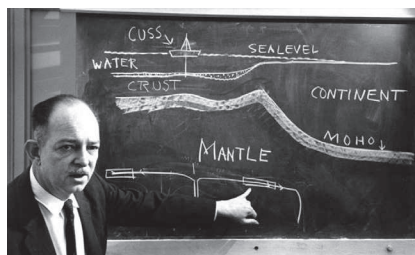
Hogy ez Vernének miért nem jutott eszébe? Belefürni a földkéregbe és elérni az alatta levő sűrűbb földköpenyt. A lemeztektonika áttérése, a 60-as évek óta ez a geológusok, geofizikusok álma. Azóta sok kísérletet tettek erre a történelmi vállalkozásra, ám valamennyi kudarcba fulladt. Természetesen a vékonyabb óceáni kéreg átfúrásáról van szó; kontinentális kéregbe ennél jóval nagyobb mélységekbe is lefúrtak már. 2015 decemberében a JOIDES Resolution fúróhajó ismét útra kel, ezúttal Srí Lankáról, hogy az Indiai-óceán délnyugati részében, az Atlantis Bank nevű hátság térségében próbálkozzon, és behatoljon mintegy 1,5 kilométerre az óceáni kéregbe. Ezzel azonban még csak az első lépést tennék meg; későbbi, eddig még anyagilag nem finanszírozott expedíciók tennék meg a további lépéseket. A szakemberek szerint ha sikerülne ilyen módon köpenyanyag-mintát szerezni, az felérne az Apollo-missziók által begyűjtött holdkőzet-minták jelentőségével.

A kéreg-köpeny határt az úgynevezett Mohorovicic-diszkontinuitás (röviden Moho) jelöli ki; ez az a felület, ahol a szeizmikus hullámok sebessége megváltozik. A választás azért esett az Atlantis Bankra, mert ott a köpeny mintegy 2,5 kilométerrel a Moho fölé púposodik, így értelemszerűen könnyebb lenne hozzáférni. A kontinensek alatt a Moho mintegy 30–60 kilométer mélységben húzódik, ám az óceáni kéreg alatt sokkal közelebb van a felszínhez, ezért akár hajóról is elvégezhető egy sikeres fúrás. A folytatást egy speciálisan ilyen célra készített japán fúróhajóval végeznék el.

Az első kísérlet még 1961-ben történt. Nagyjából 2 kilométeres mélységnél tovább eddig még egyetlen vállalkozás sem jutott. A Mohole-projekt amerikaiak vezette vállalkozás volt, Mexikó partjai közelében, Guadelupe szigeténél. Mindössze 183 méterre voltak az álmhatártól, amikor az amerikai kongresszus nem szavazta meg a program további anyagi támogatását. Azóta száznál is több kísérlet történt a világóceán számos térségében az óceán kéreg átfúrására, és bár a végcél egyik sem érte el, nagyon értékes geológiai adatokat nyertek az óceáni kérget borító több millió éves üledékekről és a bennük levő mikrobiális élet-



ről. 2002 és 2002 és 2011 között négy fúrás is mélyítették a Csendes-óceán keleti térségében. El is értek egy aprószemcsés kőzetet, melyről a kutatók úgy vélik, egy kihűlőben levő magmatömeg, mely közvetlenül a Moho-felület fölött van. A kutatások most azért is terelődtek át az Indiai-óceánra, mert a szóban forgó térségben kevesebb láva ömlik ki a tengeraljzatra, így azt nem vastagítja olyan mértékben, mint a pacifikus térségekben, így kevesebb kemény kőzet kell harantolni. A tengermélység is kisebb, az Atlantis Bank hátságát a tektonikus erők annyira felemelték, hogy a teteje csupán 700 méteres mélységben van. Henry Dick geofizikusnak (Woods Hole Oceanográfiai Intézet), a mostani



**Harry Hess, a lemeztektonika (egyik) atyja már a 60-as évek elején felvázolta a kéreg átfúrásának módját**

expedíció egyik vezetőjének már vannak itt tapasztalatai. 1997-ben a viharos szél miatt eltört a fúrócső és eltűnt a fúrólyukban, ezzel megpecsételve a vállalkozás sorsát. A mostani expedíció első fázisa január végén zárul le. Ha a JOIDES Resolution eléri az 1500 méteres mélységet, később visszatér és folytatják 3 kilométerig. A feladatot a japán Chikyu nevű fúróhajó hivatott befejezni, eddig még nem határozott időben. Ez a hajó elvileg hat kilométeres mélységbe is lefúrhat. Már egy évtizede elkészült, de technikai kihívások és a kellő anyagi fedezet hiánya megakadályozta, hogy a pacifikus térségben sikeres fúrás hajtsanak végre róla. Most talán válórra válthatja a szakemberek több évtizedes álmát.



(2016. február 21.)

## FÉMEK A GYÓGYÁSZATBAN

Lassan újra felfedezik, amit számos kultúrában az ősi gyógyászat már széles körben használt: például a réz an-

tibakteriális erejét. Amikor egymásnak adjuk a kilincset, akkor általában mást is átadunk a másiknak, mégpedig baktériumokat. Nem sokat segít ebben a takarítás sem, sokkal inkább valami más, mégpedig a réz, amit a gyógyászatban emberemlékezet óta használtak, az első ismert készítmények a Smith-papiruszban, egy orvosi kézikönyvben találhatók, amit időszámításunk előtt 2600-2200 között írtak. A kézikönyv fémét ajánlott a mellkason lévő sebre, de az ivóvíz fertőtlenítésére is. Más kultúrákban is használták a rezeit, a görögöktől – Cipruson gazdagon fordult elő – az aztékokig égési sebeket és fülfertőzéseket kezeltek vele, de bélféreghajtásra is használták.

Más fémek is előfordultak az ókori orvostudomány palettáján, később az alkímia is érdeklődést mutatott iránta, aztán a homeopátiától kezdve az asztrológiai orvoslás is alkalmazza/alkalmazta. A hivatalos orvoslás is igénybe vette: 1832-ben a kolera párizsi kitérősekor feltűnt, hogy a rézipari munkások nem betegedtek meg. Ez elősegítette a réz antibiotikumként való alkalmazását, egészen addig, míg meg nem jelentek a „valódi” antibiotikumok, aminek következtében a réz kiment a divatból. Aztán 1983-ban újra észrevették, hogy a kórházakban a rézből, illetve annak cinkkel való ötvözetéből, a sárgarézből készült kilincsen kevesebb baktérium található, de erről nem igazán vettek tudomást, hiszen volt penicillin.

Csak amikor ezek a fegyverek eltompultak, akkor kezdtek el újra emlékezni a rézre, amit még inkább ösztönzött egy dél-afrikai tanulmány: egy kórházban rézfelületen 30 perc elteltével alig maradt élő baktérium, öt óra elteltével pedig egyetlen baktérium sem maradt életben, míg a műanyag, kerámia, acél és alumínium felületeken csak úgy hemzsegték. Egy a hamburgi kórházban végzett újabb vizsgálatok megerősítették a dél-afrikai tanulmány eredményeit.

A réz tehát hatékony, csak még nem tudni, milyen módon hat. Négy lehetséges mechanizmus jöhet szóba: Az első, hogy megtámadja a sejtfalet úgy, hogy (a) azok elektromos töltését összeszavarja és / vagy (b) szabad gyökökkel kilyukasztja őket, a fal bereped és a sejtartalom részben kifolyik belőle. Ezzel szemben a réz behatol a helyére és vagy (c) az anyagcserét, vagy (d) a DNS replikációját bénítja meg.

Feltételezhető, hogy a fenti mechanizmusok közül több játszik szerepet, ráadásul egy másik fém esetében is, melyet az 1920-as években széles körben alkalmaztak baktériumok ellen, és az utóbbi években újra felfedezték, ez pe-

dig az ezüst. Az ezüstnél megfigyeltek még valamit, ami növeli a hatékonyságát. A *Pseudomonas aeruginosa*-t, a gonosz kórházcsírát, amely sok antibiotikum rezisztenszt hozott létre, ezüst-nitrát oldatba helyezték. A baktériumokat elpusztultak. Az élettelen baktériumokat gondosan eltávolították az oldatból és élő baktériumok közé helyezték őket. Az eredmény: ezek a baktériumok is elpusztultak. Az élettelen baktériumok az ezüst-nitráttal való találkozásokor szivacsoshoz hasonlóan felszívták magukat ezüst-nitráttal, majd lassan újra leadták és az úgynevezett „zombi-effektus”-t hozták létre.

A világtörténelemben a fémnek van a legtöbb köze az élethez és a halálhoz: ekeként táplál, kardként megöl – büntetésként pedig magának is meg kell halnia ellensége, a rozsdá által. Így van ez a szervezetünkben való jelenlétével is: kárt okoz, akár több, akár kevesebb van belőle a kellenél. Túl kevés van a vér különféle betegségei esetében, és a feltételezések szerint túl sok jelenléte játszik szerepet a Parkinson-kór kialakulásában.

Mi a helyes egyensúly? Az egészséges test 4,8 gramm vasat tartalmaz több mint 500 fehérjében. De nemcsak az egészséges sejteknek, hanem például a legkülönbözőbb baktériumoknak is szükségük van vasra a növekedésükhöz. És a baktériumok gondoskodnak is róla, hogy a számukra szükséges vasat megkapják, mégpedig onnan, ahonnan csak tudják, például a transzferrin transzportfehérjétől. A transzportfehérje-csapat azonban védekezik ez ellen, megtámadhatatlanná teszi magát, mégpedig mutációkkal azokon a helyeken, ahol a baktériumok támadhatnak, melyek pedig saját mutációkkal válaszolnak, s ezzel végtelen fegyverkezési verseny veszi kezdetét. Ezt a folyamatot, ahogy a transzferrin újra és újra mutálódott, a főemlősöknél rekonstruáltak is. Bár ennek a felismerésnek közvetlenül nincs hatása a gyógyszerekre, de lehetséges utat mutat arra vonatkozóan, hogyan lehet a baktériumok támadását blokkolni: nem közvetlenül, hanem kiéheztetés útján. Ezt nevezik táplálkozási immunitásnak.

Ily módon lehet támadni például a *Leishmania* gonosz parazitákat is, amelyeket a homoki szúnyog terjeszt. Ártalmatlan fejlődési szakaszban kerülnek a szervezetbe, ahol átalakulnak és agresszívek lesznek. Ehhez a mitokondriumban, a sejtek erőművében lévő vasra van szükségük, melyet a sejtmembránon keresztül szereznek. A *Leishmania* esetében ezt az utat lehetne blokkolni.

## X, A GYLKOS ISMERETLEN

A következőben egy olyan könyvről lesz szó, amelynek szerepeltetése egy alapvetően természettudományos lapban magyarázatra szorul, hiszen nemcsak krimiről, hanem japán krimiről van szó, amely nem is a legfrissebb kiadvány, hiszen 2012-ben jelent meg. Persze nagyon is jó okom van, hogy majd 4 év múltán is felhívjam az olvasó figyelmét *Higasi Keigo X*, a gyilkos ismeretlen című regényére (Bp., Libri, 2012. Fordította: Mayer Ingrid).

A krimi műfaja szóba kerülve nem szoktak japán műre gondolni, pedig a nyugati műfajok megjelenésével Japánban is színre lépett a japán klasszikus krimiíró: Edogawa Rampo (1894–1965), aki nem véletlenül választotta Edgar Allan Poe nevének kiejtéséhez annyira hasonlító írói nevét. Edogawa Rampo népszerűsége máig töretlen, amit az is mutat, hogy a Kodansha Könyvkiadó és a Fuji televíziós társaság által a japán krimi- és misztikus-regény-íróknak évente adományozott irodalmi díj is az ő nevét viseli.

Ezt a díjat kapta meg 1985-ben krimink szerzője Higasi Keigo, aki 1958-ban született Ósakában, és alapvetően természettudományos érdeklődése határozza meg azt a 4 regényét és 4 novelláját, köztük a 2005-ben megjelentetett *X*, a gyilkos ismeretlen című regényét, amelyekben a klasszikus krimi hagyományainak megfelelően a detektív olyan kívülálló, aki segít megoldani a bűneseteket a rendőrség kötelékébe tartozó barátjának. De ő egy fizikus, név szerint Yukawa Manabu, vagy ahogy a rendőr barát, Kusanagi hívja „Galileo” (ezt nem is kell magyarázni!), a Teito Egyetem fizikaprofesszora. A fizika történetében járatosak itt bölintanak majd először, hiszen a név egyértelmű utalás a XX. század Nobel-díjas japán fizikusára Yukawa Hidekire. A regény abból a szempontból is figyelemre méltó, hogy a detektívhez mérhető bűncselekmény elkövetője szintén tudós, név szerint Ishigami Tetsuya matematikatanár. Ne tévesszen meg minket, hogy most mint egy átlagos középiskola tanárja éli egyhangú életét, valaha az egyetemen a zeniknek kijáró tisztelettel néztek rá, és nagy tudományos karrier előtt állt. Az élet azonban máshogy döntött és családi okok miatt kénytelen egyszerű életet élni – bár a matematikai tételek bizonyítása mindennapi foglalatossága –, és amelynek egyetlen fénye a szomszédságában lányát egyedül nevelő asszony, aki iránt olthatatlan és platói szerelmet érez. A történet egy banális gyilkossággal kezdődik: Yasuko, a szomszéd egy este nem bírván már ki a sorozatos zaklatást, lánya segítségével a kotatsu (egyfajta fűtőszerszék) zsinórjával megfojtja volt férjét. Nyilvánvaló, hogy ez a gyilkosság nem

igényelné Yukawa briliáns gondolkodását, ez tipikusan olyan, furcsán hangzik, de hétköznapi gyilkosság, amit rendőri rutinnal Kusanagi is hamar megoldana. De itt belép a történetbe a matematikatanár szomszéd, aki néhány mellékes körülményből azonnal rájön a gyilkosságra és Yasuko iránti szerelmétől indítva segít elleplezni a gyilkosságot. Széleskörű machinációkba kezd, pontosan megmondja anya és lánya mit mikor és hogyan tegye-



nek, matematikai pontossággal megjósolja mikor mit fog tenni a rendőrség, mit fog a nyomozó kérdezni és erre mit kell válaszolni. A gyilkosságot, mint matematikai tétel bizonyítását fogja fel – a férj holttestének megtalálása után persze azonnal a volt feleségre terelődik a gyanú –, így egyértelműnek látszik, azt a tételt kell Ishigaminak bizonyítani: „nem a szomszédasszony a gyilkos”. Ezért sokáig úgy tűnik, tisztán látjuk a regény alakulását: a szerző nem hagyja titokban a bűn elkövetőjét, tehát azok közé a krimik közé tartozik, ahol ismert a gyilkos, mert a lényeg a bűnügy megoldásának módjában, az elkövető bűnelleplezési csapdáinak szövevényéből való kijutásban, a bizonyításban van. A regény azonban tartogat a végére egy csavart, amit most természetesen nem árulok el, de amely különösen tragikussá teszi a végkifejletet, olyannyira, hogy maga Yukawa sem tud örülni, hogy leleplezte Ishigamit és tiszta szívéből szánja évtizedek óta nem látott barátját. Igen barátját, mert – ugyan kissé közhelyes, bár várható fejlemény –, kiderül, hogy Ishigami és Yukawa valaha az egyetemen jó barátok voltak, és mindketten úgy érezték csak a másik méltó igazán hozzá. Ezért a párba-

juk személyes jelleget ölt, ez a nyomozás más mint az eddigi, maga a rendőr barát is meglepetve veszi tudomásul, hogy Yukawa személyes ügyként kezeli a nyomozást. Yukawa először csak örül egy nyomozás során újra felbukkant régi barátnak, és csak fokozatosan döbben rá a valószínű helyzetre, rájön, hogy egy matematikai problémával áll szemben. Már első, újbóli beszélgetésükben előkerül a probléma: Mi a nehezebb? Egy tételről bebizonyítani, hogy igaz, vagy a bizonyításról megmondani, hogy helyes-e. Yukawa is azt hiszi, hogy Ishigami a büntény elleplezésére a „nem a szomszédasszony a gyilkos” tételt bizonyítja, és neki ebben a bizonyításban kell megtalálni a hibát. Ha Yukawa megmondja, hogy a bizonyítás hol téved, az egyértelműen bizonyítja a szomszédasszony bűnösségét, hiszen a tétel: „nem a szomszédasszony a gyilkos” csak az igazi bűnös tettének elleplezésére szolgálhat bizonyítékkul. Annál nagyobb a meglepetése mikor rájön, hogy a bizonyításban nincs hiba, a szomszédasszony tényleg nem gyilkos, mert Ishigami valójában nem is ezt a tételt bizonyította, hanem egy másikat, de amely tétel bizonyítása egyben az eredeti tételt is bebizonyította. Ez elég homályos így, de krimiről szólva nem leplezhetem le, mi történik a regényben, aki elől-vassa, annak azonnal világos lesz.

Sokat gondolkodtam, hogy elmondjak-e még egy kis részletet a regényből. Ami miatt mégis megteszem, az, hogy a magyar olvasónak is különleges érdekességű lehet a legelső, egyetemi hallgatókként való találkozásuk, hiszen egy magyarnak is szerepe van, hogy ők ilyen különleges kapcsolatba kerültek, és jobban megérthető Ishigami jelleme. Ishigami egy előadában matematikai tétel felett görnyed, mikor Yukawa belesandítva a bizonyításba így szól: „Te is Erdős-hívó vagy?” Persze kiderül, hogy mindketten azok, bár Yukawa saját bevallása szerint fizikusként inkább csak felhasználja a tételeket, a bizonyítást ráhagyja a matematikusokra, de a lelke mélyén, érezzük, ő is az élet egyik legfontosabb dolgának tartja, hogy egy bizonyítás a Könyvből legyen. Talán ezért is szánja Yukawa annyira barátját, hogy rájött valójában mi történt. Tudja: Ishigami nem bűnöző, csodálja őt, hogy milyen bátor volt, hogy egy nem viszonzott szerelemért képes volt bünt elkövetni, és tudja, hogy a legnagyobb büntetés nem az, amit a bíróság majd kiszab Ishigamira, hanem az, hogy a tökéletes bizonyítás nem ért semmit: a szomszédasszony büntudatában végül feladja magát. Yukawa legkésőbb nyomozása ér véget, amit csak azért tudott megoldani, mert ő is, mint Ishigami tulajdonképpen egy és ugyanaz: Erdős-hívó.

KOÓSZ ISTVÁN

# 25 éves a Természet Világa tehetséggondozó missziója

## A Természet–Tudomány Diákpályázat díjátadó ünnepsége

A Magyar Tudományos Akadémia II. Aemeleti Nagytermében március 19-én, szombaton adták át a díjnyertes középiskolásoknak és felkészítő tanáraiknak a legjobbakat megillető jutalmakat. A megnyitót megtisztelte jelenlétével *Hámori József* akadémikus, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat elnöke is, aki köszöntötte a fiatalokat és tanáraikat, elismerését fejezve ki a Természet Világa tehetségfelkutató missziójának.

Az ünnepség kezdetén levetítették a „Pillanatképek a múlt századból” című kis filmösszeállítást, melyben a diákpályázat korai éveire, legendás híveire, segítőire is emlékeztek: *Szentágothai János* és *Gergely János* akadémikusokra, valamint a két jó barát szellemi nagyságra, *Koch Sándor* professzorra és *Vékerdi Lászlóra*.

Manapság a művelődés és a kultúra területén kevés olyan dologgal találkozhatunk, ami huszonöt évnyi folytonosságot tudhat magáénak. A társadalmi környezet gyorsan változik, a hagyományok egyre-másra kiüresednek, elkopnak az életünkben. Ezt tudva-látva különös öröme ad okot, hogy a Természet Világa Diákpályázata megérte a 25. évfordulót, tehát él és virul. Azok a pályázó diákok, akik most jelen vannak, az első meghirdetés idején még nem is éltek. A folyamatoság abban is tetten érhető, hogy már szép számmal akadnak olyan neves tudósok, akik szárnypróbálgató bemutatkozásukat a Természet Világa diákpályázatán kezdték.

A diákpályázat megszületése és fennmaradása többek között annak a reformkori törekvésnek mindennel dacoló hagyományára támaszkodik, amely a nemzet felemelkedését, vele együtt a tudomány fejlődését, érvényre jutását szorgalmazta, és amire évről évre *Rosivall László* orvosprofesszor emlékezteti a kitüntetett diákokat. Mint ahogyan arra is, hogy az 1869-től folyamatosan létező Természet Világa korát tekintve még a híres-neves *Nature* folyóiratot is megelőzi, és más-ként is megelőzhetné, ha nem magyarul írnák.

Rosivall professzor meghatározó módon köszöntötte a 42 éve a Természet Világa szolgálatában álló, és a Diákpályázatot 25 évvel ezelőtt megálmodó, megvalósító fő-



**Hámori József akadémikus, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat elnöke köszönti a díjnyertes fiatalokat és tanáraikat**

szerkesztőt, *Staar Gyulát*: megkérte az összes jelenlevőt, hogy írja alá azt az emléklapot, ami majd a jövőben valóban az emlékeztető szolgálja.

A 25. évfordulós díjátadás (orvostudományi különdíj, melyet *Ernst Grote* tübingeni agysebész professzor alapított, s melynek mind a négy díjazottja erdélyi diák) „meglepetése”, különleges epizódja a *Madarassy István* szobrászművész által készített emléklapok bemutatása, és az összes első helyezett, valamint a kitüntetett felkészítő tanároknak történő átadása volt.

Az orvostudományi díjak átadása után a főszerkesztő megköszönte Rosivall professzor méltató szavait, melyeket azonnal megosztott a szerkesztőség csapatával, mondván, az igazi lapkészítés mindig is csapatmunka. Ő is kiemelte az erdélyi diákok pályázaton való részvételének szerepét: a 25 év alatt Erdélyből közel 1000 pályázó és 300 díjazott emelte a vetélkedő fényét.

Az „Önálló kutatások, elméleti összefoglalók” kategória díjainak átadása előtt *Szabados László* professzor észrevételezte, hogy az utóbbi években csökkent a pályá-

zatok száma, aminek okait érdemes volna vizsgálni tárgyává tenni. Az elsődíjas pályamunka kapcsán azt is érdekesnek találta, hogy a jelenlegi pályázatok nagyobb hányada a fizikához kötődik. Mint csillagász, a fényszennyezés problematikájával foglalkozó második díjas pályaművet mindenki figyelmébe ajánlotta, mivel az energiával való takarékoskodás szempontjai dominálnak benne. Csakúgy a másik második díjas dolgozatot, amelyik a „lemerült” elemek maradék energiájának kihasználását szorgalmazta, illetve az egyik harmadik díjast, ami az épületek hőveszteségét tárgyalta. A Sárközt bemutató dolgozat kapcsán *Nebojszki László*, és az egyik különdíjas példáján *Zátonyi Szilárd* személyében utalt a felkészítő tanárok következetes, folytonos munkásságának szerepére, fontosságára. Az említett tanárok az idők folyamán Baja és Győr teljes környezetét feldolgoztatták diákjaikkal, és megismertették vele a Természet Világa olvasóit.

A „Kultúra egysége” kategória díjazottjait értékelő *Schiller Róbert*ről *Staar Gyula* jóvoltából kiderült, hogy azt a kisbolygót, me-

lyet róla neveztek el a TÚK Év ismeretterjesztő tudósa díj jutalmaként, egy régi „diákpályázatos tudós”, *Sárneeczy Krisztián* fedezte fel. *Sárneeczy Krisztián* diáknak pedig, a vetített kisfilm szerint 1993-ban éppen Schiller Róbert adta át az első díjat. „Égi és földi körök összezárulásának szép példája ez” – mondta a főszerkesztő. Schiller Róbert viszont a díjat alapító *Simonyi Károly*ról emlékezett: „Simonyi nem azért volt e díj megalapítója, mert sokoldalú műveltséggel rendelkezett, hanem azért, mert számára világnézet, életforma és emberi magatartás volt a kultúra egységének hirdetője.” Két dolgozat nyert díjat, közülük az első nagyszerű ötletként a diákpályázat 25 évét tekintette át abból a szempontból, hogy a különböző feldolgozott témák hogyan képviselik e rendszerben a kultúra egységét.

*Gazda István* a tőle megszokott alaposággal és fanyar humorral elemezte a „Természettudományos múltunk felkutatása” kategória pályamunkáit. Előtte azonban ráirányította a figyelmet a következő év lehetséges témáira, méghozzá a Társulat 175. éves jubileumára, a „társasági élet” egykori eseményeire. Az első díjas, öslénykutatással foglalkozó dolgozat értékelésekor elmondta, mennyire fontos az alapos, pontos, esztétikus kidolgozás, ami egyébként éppen erre a dolgozatra jellemző. A továbbiakban a nyomtatott (és ezáltal ellenőrizhető) forrásmunkák szerepét hangsúlyozta. Meleg szavakkal méltatta a Besse János múltját feltáró harmadik díjas dolgozatot, mivel ez a munka a kategória szellemében fogant, vagyis kevésbé ismert jelentős személyiség kutató munkásságáról szól. A „kélethalmi homokbuckák” íróját pedig azért dicsérte, mert újszerűen, az érdeklődést szokatlan módon felkeltő felfogásban emlékezett meg egy tudós egykori munkájáról. Ebben a kategóriában gyakran fordul elő, hogy valamelyik dolgozat, ezúttal a Benedek Istvánról és Semmelweis Ignácról szóló „talált telibe” aktualitása és témabeli összefüggése miatt. *Gazda István* lelkes, meleg szavakkal méltatta a különdíjas dolgozatok megíróit.

A *Martin Gardner* alapította „matematika különdíj” méltatója *Munkácsy Katalin* röviden megemlékezett a matematikában jelenleg fellelhető kutatói „divatirányzatokról”, amelyekhez a két díjazott pályamunkát is oda lehet sorolni. Rövid, de velős értékelésében a második díjas Balogh Boglárkát a bátorságáért dicsérte, mivel különösebb szakirodalmi háttér nélkül vágott bele témája feldolgozásába. Az első díjas munkát pedig az alapos, körültekintő modellezés végrehajtása miatt méltatta.

A „biofizika különdíj” munkáit *Horváth Gábor* zsűrielnök értékelései nyomán *Dürr János* ismertette. Előzetesen megemléke-

sonlóan felhívta a figyelmet a TIT, valamint hozzá kapcsolódóan a Természet Világa, és a Tudományos Akadémiát megalapító Széchenyi István aktuális jubileumi megemlékezéseinek feldolgozására.

*Patkós András* a „Hargittai-díj” átadása apropóján bemutatta és méltatta a jelenlőknek a díjalapító házaspár tudományos szerepét, hazai és nemzetközi jelentőségét. A Hargittai-díjat, melyet a Természet Világa cikkpályázatának legeredményesebb hazai és külföldi diáklányok kapnak, idén *Keszler Zsófia* (Révai Miklós Gimnázium, Győr), valamint megosztva *Péterfi Orsolya* és *Fülöp Dorottya* (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely) nyerték el. A di-

ákok díjainak átadása után az elnökség tagjai meglepve, de jól eső érzéssel nyugtázták, hogy ebben az évben a kitüntetett diákok közül egyetlen hiányzó sem volt.

*Patkós András* a jubileumi év alkalmából kitüntetett felkészítő tanárok előtt megismételte, illetve továbbgondolta Schiller Róbert korábban megfogalmazott metaforáját a Természet Világa szellemi családjáról, akik ismerik, szeretik és méltányolják egymást és egymás munkáját. E családba tartozónak tekinti azokat is, akik másokat elindítanak e családhoz való tartozás felé, és azokat is, akik elindultak ezen az úton. Mint mondotta, úgy érzi, az ilyen „családi körben” megfogalmazott értékelő bírálat minden másnál többet ér. Végezetül kedves, megható ötletet tolmácsolt a megjutalmazandó tanároknak: jutalmuk átvétele után maradjanak együtt, gratuláljanak egymásnak, és készüljön minden jelenlő részvételével egy jubileumi csoportkép. Ezt megelőzően azonban még a TIT igazgatójával, *Piróth Eszterrel* közösen átadták a felkészítő tanároknak a „Metropolis-tanári díjakat”.

SZILI ISTVÁN



Rosivall László, az Orvostudomány különdíj zsűrielnöke

zett a különdíjat adományozó *Varjú Dezső* professzorról is. Az első díjas, postagalambokról szóló dolgozat a magas színvonalú ismeretterjesztés jegyében íródott, ezért a Tudományos Újságírók Klubjának díját is elnyerte. A pályamunka elkészítése során a sajátkezü kísérletezés, demonstrálás követendő példa, ezt a második és harmadik díjas dolgozat tapasztalatai is megerősítik. A továbbiakban *Dürr János* a tudományos újságírók díjait is átadta. A jövővő pályázatok témaajánlataként *Gazda István*hoz ha-

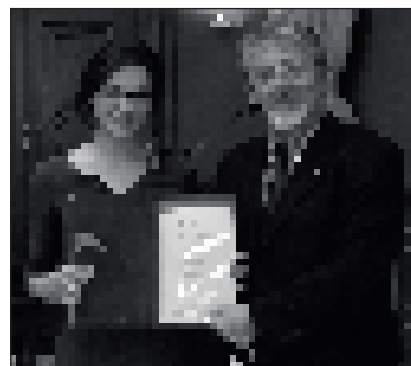
„családi körben” megfogalmazott értékelő bírálat minden másnál többet ér. Végezetül kedves, megható ötletet tolmácsolt a megjutalmazandó tanároknak: jutalmuk átvétele után maradjanak együtt, gratuláljanak egymásnak, és készüljön minden jelenlő részvételével egy jubileumi csoportkép. Ezt megelőzően azonban még a TIT igazgatójával, *Piróth Eszterrel* közösen átadták a felkészítő tanároknak a „Metropolis-tanári díjakat”.



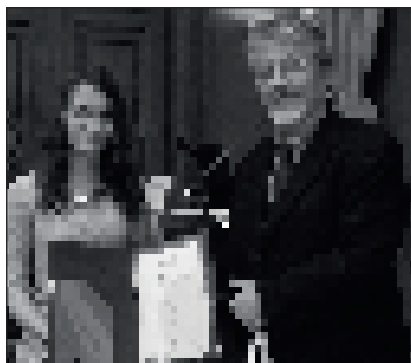
Somai Zoltán-Flórián (Orvostudomány, megosztott első díj)



Péterfi Orsolya (Orvostudomány, megosztott első díj)



Lazsádi Anna (Orvostudomány, második díj)



**Oláh Erika**  
(Orvostudomány, harmadik díj)



**Szabados László, az Önálló kutatások**  
kategória zsűrielnöke



**Kocsis Ábel és Bóth Dorina első díjasok-**  
nak Madarassy István szobrászművész  
átadja az emlékérmeket



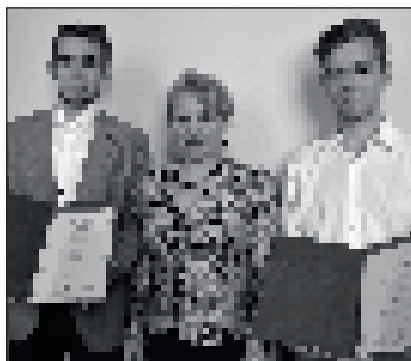
**Filipszki László**  
(Önálló kutatások, második díj)



**Nagy Enikő**  
(Önálló kutatások, második díj)



**Tóth Zoltán**  
(Önálló kutatások, harmadik díj)



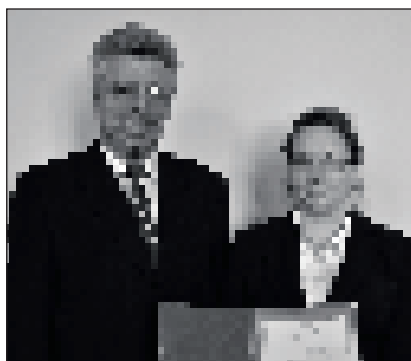
**Ferencz András és Kiss Gergely harma-**  
dik díjasok tanárnőjükkel, Szász Ágotával



**Kis Máté**  
(Önálló kutatások, harmadik díj)



**Váradi Róbert különdíjas**



**Pintér Noémi különdíjas tanárával,**  
Zátonyi Szilárdal



**Fülöp Dorottya**  
(Kultúra egysége, első díj)



**Kiss Fruzsina második díjas és Schiller**  
Róbert, a zsűri elnöke



**Gazda István, a Természettudományos múltunk kategória zsűrielnöke**



**Kovács Bendegúz (Természettudományos múltunk, első díj)**



**Matkovits Anna (Természettudományos múltunk, második díj)**



**Kapitány Szabolcs (Természettudományos múltunk, második díj)**



**Zsibók Marcell (Természettudományos múltunk, harmadik díj)**



**Molnár Bence (Természettudományos múltunk, harmadik díj)**



**Mészáros Mirtill (Természettudományos múltunk, harmadik díj)**



**Győri Vivien (Természettudományos múltunk, különdíj)**



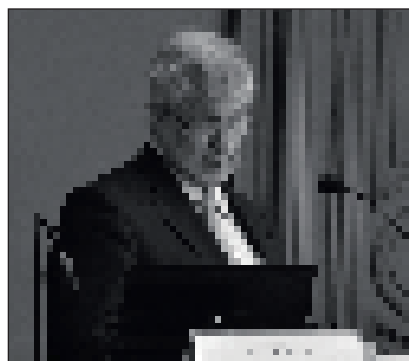
**Munkácsy Katalin, a Matematika különdíj zsűrielnöke**



**Keszler Zsófia (Matematika kategória, első díj)**



**Balogh Boglárka (Matematika kategória, második díj)**



**Dürer János értékeli a Biofizika kategória díjazottjainak munkáit**



**Veréb Sándor Andor**  
(Biofizika kategória, első díj)



**Blázsik Péter**  
(Biofizika kategória, második díj)



**Frics Márton**  
(Biofizika kategória, harmadik díj)



**A Hargittai-díjas hölgyek: Keszler Zsófia, Péterfi Orsolya és Fülöp Dorottya Patkós András akadémikkal**



**A kitüntetett tanárok a tanári díj alapítójának, Nicholas Metropolisnak a képe alatt**

## Gondolatok az évfordulón

Sok év telt el, amióta diákjaimmal beleszálltunk a Természet Világa diákcikk-pályázatának szelid örvényébe. Először 2000-ben, aztán évről évre búvárkodtunk a természetben, elmerültünk a kollégium gazdag könyvtárában, ötletek születtek, diákdolgozatok bontakoztak ki. Örültünk a sikereknek, bosszankodtunk, ha kudarc ért, de nem hagytuk magunkat, hisz olyan jó volt hallani a Magyar Tudományos Akadémia Nagytermében, hogy *Bethlen Gábor Kollégium, Nagyenyed!* Sikereink újabb diákokat vonzottak a forgatagba, lassan összejött egy olyan kis kohó, mint amelyet híres könyvtárosunk, Vita Zsigmond nevezett valamikor „enyedi kohónak”. Olyan személyiségek kovácsolták össze valamikor ebben a szellemben, mint Kemény Zsigmond, P. Szathmáry Károly, Szász Károly, Áprily Lajos, Berde Mária, Jékely Zoltán, Sütő András és sokan mások, akik Erdély és Magyarország kultúráját gazdagították. Csak az írókból soroltam fel párat, de hosszú a tudósok és művészek lajstroma is; a mi nagyenyedi iskolánk közel négy évszázad alatt sok tehetséges diáknak adott otthont, és a magyar művelődés fontos központja volt. Az ünnepségen többször hangzott el az Akadémia alapítójának a neve. Mi arra is büszkénk vagyunk, hogy „Erdély Széchenyije”, gróf Mikó Imre Nagyenyeden tanult, később a kollégium főgondnoka volt, és az 1849-es nagy pusztulás után neki is köszönhetjük, hogy áll még az ősi alma mater.

Miért szerepeltek jól diákjaink a pályázaton? Mert hozzánk még mindig szerte Erdélyből érkeznek a tanulók, és hozzák magukkal szülőföldjük izes beszédjét, amit élvezet hallgatni. Szívesen mesélnek az otthoni tájról, szokásokról, természeti ritkaságaikról, és mindezeket hajlandóak átadni nekünk, és kis segítséggel másoknak is. Szó esett a Természet Világa körül kialakult családról. Nálunk is van egy nagy család, a tíz- és húszéves találkozó után érezzük mi, tanárok, hogy milyen családok alakultak ki a szűkebb osztályközösségekben. Ilyenkor töltődünk fel energiával! Főleg azokban az osztályokban erősebb az összetartozás, ahol a távolról érkezettek

internetesben laktak több évig. Diákjaink nem erősek a hagyományos tantárgyversenyeken, nálunk nincs szigorú szelekció, de kiderült, hogy olyan rendezvényeken, ahol lassan, türelmesen kell felkészülni, mi is sikeresen szerepelhetünk. Ilyen volt a Természet Világa cikkpályázata. Innen már lehetett próbálkozni olyan versenyeken is, ahol már elő is kellett adni a kutatás eredményeit. Jött tehát a csurgói RKTDK, a TUDOK és kialakítottuk ennek erdélyi változatát, a TUDEK-et is. Ezeket megszülettek az újabb sikerek, jöttek az újabb tapsok. Önbizalmunk nőtt, sikereink újabb munkára buzdítottak. Megérte! Sokat tanultunk, sok hozzánk hasonló emberrel kerültünk baráti közelségbe, településeket, tájakat ismertünk meg, de ami ennél fontosabb: megtanultunk tudatosan és eredményesen dolgozni. Diákjaink visszajelzései mind pozitívként értékelik az önképzőköri munkát, sok hasznát vették később annak a rendszerességnek és kitartásnak, ami a köri munka jelentett.

Mi jelentett nekem? Nagyon sokat! Itt voltak legnagyobb sikerélményeim, óriásit fejlődtem diákjaim mellett. Minden dolgozat kihívás volt nekem is, néha ötleteket vártak, néha biztatást, néha nógatni kellett, aztán jött a végső simítás, mert nem akartunk silány munkát küldeni. Hisz olyan jól esett, amikor megdicsérték az erdélyi diákok nyelvezetét! Azok után, hogy mindig belénk szokott hasítani a fájdalom, amikor néha máshol azt hallottuk: Ti tudtok magyarul!? Nekem az is fontos volt, hogy olyan emberekkel hozott össze a cikkpályázat és a vele párhuzamosan szerveződő diákkonferenciák, akik ilyen tevékenységekben próbálták fejleszteni, csiszolni diákjaikat. Ők olyan tanárok, akiket nem fog megrontani sem az itteni, sem az ottani tanügyi reform! Rengeteg kapcsolatot sikerült kiépíteni, sokszor segítettek enyedi kollégáimon is ezen a sajátos hálózaton keresztül. Feltétlenül meg kell említenem azt is, hogy sok baráttal gyarapodtam, akik aztán is lelki világomhoz fognak tartozni, ha majd el kell távolodnom a katedrától. Köszönöm Neked, Természet Világa!

DVORÁCSEK ÁGOSTON

## A XXV. Természet–Tudomány Diákpályázat kitüntetett tanárai

### *Metropolis-fődíj:*

**József Éva** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)

### *További elismerések:*

**Bagyinszki Boglárka** (Salgótarjáni Bolyai János Gimnázium)

**Csete Lajos** (Révai Miklós Gimnázium, Győr)

**Dr. Müllner Erzsébet** (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium)

**Dr. Nebojszki László** (Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola, Baja)

**Dvorácsek Ágoston** (Bethlen Gábor Kollégium, Nagyenyed, Románia)

**Fazekasné Gál Erzsébet** (Karcagi Szakképzési Centrum Nagy László Szakképző Iskolája, Gimnáziuma és Kollégiuma, Kunhegyes)

**Lang Ágota** (Soproni Széchenyi István Gimnázium)

**Major János** (Karcagi Nagykun Református Gimnázium és Egészségügyi Szakközépiskola)

**Márkus Zoltán** (Széchenyi István Gimnázium, Dunaújváros)

**Máthé Márta** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)

**Mellesné Fonyogáb Kornélia** (Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium, Csurgó)

**Nagy-Czirok Lászlóné** (Kiskunhalasi Bibó István Gimnázium)

**Nagy-Méhész Gyöngyi** (Berde Áron Közgazdasági és Közigazgatási Szakközépiskola, Sepsiszentgyörgy, Románia)

**Senk Lajos** (Debreceni Ady Endre Gimnázium)

**Szász Ágota** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)

**Törökne Török Idikó** (Csongrádi Batsányi János Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium)

**Varga Jolán** (Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium, Csurgó)

**Végh Erika** (Premontrei Rendi Szent Norbert Gimnázium, Szombathely)

**Zátonyi Szilárd** (Veres Péter Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szakképző Iskola, Győr)

**Zsigó Zsolt** (Nyíregyházi Szakképzési Centrum Bánki Donát Műszaki Középiskolája és Kollégiuma)



## Emlékermünk alkotója: Madarassy István

A Természet Világa 25. diákpályázatának első díjas diákjai és a kitüntetett felkészítő tanárok az elismerő okleveleken túl egy becses műtárgyat is magukkal vihetnek: *Madarassy István* szobrászművész erre az alkalomra készített emlékérmét. A szobrászművész is jelen volt a jubileumi ünnepségen, személyesen adta át alkotását a kitüntetetteknek. Az ünnepség végén arra kértük, szóljon arról, mi fűzi őt a Természet Világához.

Ennek közlése előtt röviden bemutatjuk a művészt.

Madarassy István ötvös-szobrászművész 1948. június 16-án született Budapesten. Édesapja Madarassy Walter szobrászművész, anyai nagyapja Kaveczky Zoltán festő-grafikusművész.

Az Iparművészeti Főiskola ötvös szakán szerzett diplomát 1973-ban.

Mesterei: Engelsz József ötvösművész, Illés Gyula szobrászművész, Gerzson Pál festőművész.

1973-tól tagja a Művészeti Alapnak, majd a Magyar Alkotóművészek Országos Egyesületének.

1991-től az Európai Tudományos és Művészeti Társaság (ASAE Salzburg) tagja.

1998-tól Bessans (Franciaország) Nemzetközi Művésztelep rendszeres résztvevője.

2011-től az Európai Tudományos és Művészeti Akadémia (ASAE Salzburg) leghátusa lett.

2013-tól Bessans (Franciaország) Nemzetközi Művésztelep művészeti vezetőjévé nevezték ki.

Számos kitüntetés és díj birtokosa:

1994. Dante Biennale Aranyérem a Pokol Kapuja című alkotásért. (Ravenna, Olaszország)

2004. Köztársasági Elnök Érdemérem

2010. Gundel Díj.

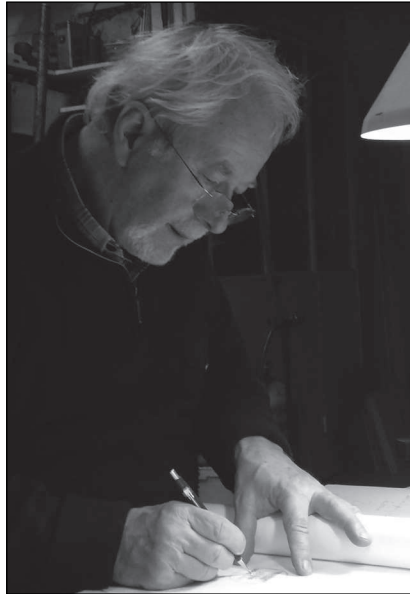
2012. Pro Cultura Díj

Németh Aladár Díj

Magyar Arany Érdemkereszt

A *Tűz és láng által...* című 2015. szeptemberi kiállításának bevezetőjében olvasható:

„Munkássága rendkívül gazdag, sokszínű. Megtaláljuk alkotásait, ötvösművészeti munkáit, restaurátori és rekonstrukciós munkáit a Szent István-bazilikában, a Pesti Vigadó belső terében, a Néprajzi Múzeum épületén, de kiplasztikai, köztéri szobrai, »tűzfestésű« vörösrézlemez-képei, belső építészeti munkái, grafikai a biblikus múltból, nemzeti és európai történelmi, irodalmi nagyságokról készült portré-szoborképei is művészetének sokoldalúságáról vallanak. Kiplasztikai és



### Tervezés közben

domborművei, nagyméretű plasztikai főként szakrális témákat dolgoznak fel.”

Végül idézzük a művész hitvallását:

„*Úgy gondolom, csak akkor válik a kép képpé, a szobor szoborrá, a szoborkép szoborképpé, ha a tűz és a láng által a lelket is sikerült beléjük olvasztanom.*”

### Részlet Madarassy István, diákpályázatunkon elhangzott hozzászólásából

„A Magyar Tudományos Akadémiára belépnem mindig megtiszteltetés volt, és az is marad. »Genius loci« – a hely szelleme...”

A mai napon az Akadémia falai között megrendezett díjátadó ünnepség, a Természet Világa 25. éves diákpályázatának eredményhirdetése is ilyen.

Erre az alkalomra öröm volt tervezni és elkészíteni ezt a bronzérmét, mely most került átadásra a **felkészítő tanárok és az arra érdemes diákok** kezeihez. Még nagyobb öröm volt látni a díjazott fiatalok, és tanáraik arcán, szeme tükrén a meghatottságot, s a hely szellemének hatását.

Úgy gondolom, az, aki fiatalok elé állít ilyen feladatot, megmérettetést és annak eredményét elismeréssel díjazza, az a jövő nemzedékét neveli a jövőt építi! Ezt teszik immár 25 éve példamutatóan a Természet Világa főszerkesztője, Staar Gyula és munkatársai. Nemes cselekedet és tett!

A természethez hogyan kerültem közel? Mondhatnám úgy is, hogy beleszülettem! Grafikusművész nagyapám és szobrászművész

édesapám rajongtak a természetért, munkásságuk egy része is ezt sugározta. Erre neveltek, szoktattak engem is. Így nem volt nehéz megszeretni azt, ami körülöttük. Gyakran jártunk kirándulni, s az ott látottak, tapasztaltak természetessé válhattak. Gimnazista voltam, mikor Édesapám előfizetett az Élet és Tudományra, így hetente az is hasznos ismerettel halmozott el.

A nevem kezdete, a MADÁR (Madar/assy) is kötelez. Képeim, szobraim kísérői **ők. A munkáim szignója is erről tanúskodik.**

Hogyan kerültem a folyóirat Természet Világához ilyen közel? Kedves jó barátom, Richter Nándor által. Ki volt ő? Mémök, tanító, tanár, aki túl a természettudományok szeretetén, mindig ezen ismeretek átadásán és mások segítésén fáradozott.



### Az érmekészítés fázisai

Richter Nándor és Staar Gyula szívükön vielték és nagyon fontosnak tartották a Természet Világa határainkon belüli és határon túli iskolákhoz – tanárhoz és diákhoz – való eljuttatását. Ebben volt része a Rotary Club Budapest – melynek tagjai voltunk – és az amerikai Rotary Club Babylon magyar származású tagjának, Schleifer Péternek, mert e két klub anyagi támogatásával nyújthattunk segítséget a folyóirat terjesztéséhez. Többször ott lehettünk tanár és diák ünnepélyes elismerésén.

Úgy gondolom, hogy a diák és tanárának ez az ünnepélyes méltatása példamutató. Példamutatóan jelképes is a Magyar Tudományos Akadémia falai között, méltó annak alapítójához, Gróf Széchenyi Istvánhoz, s első elnökéhez, a költő Arany Jánoshoz is!”

## A díjazott diákokat felkészítő tanárok (1992-től 2016-ig)

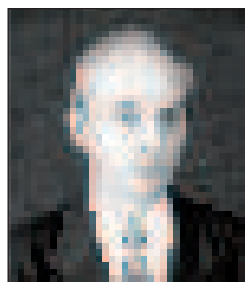
(Akikről képünk is volt)



Baranyai József



Berta Ilona



Biró Tibor



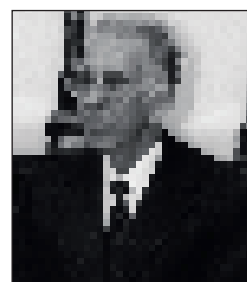
Csete Lajos



Csizofszki László



Csörgő Terézia



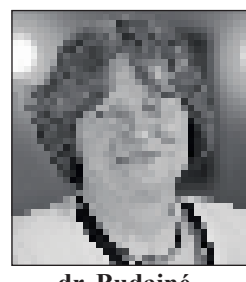
Darvay Béla



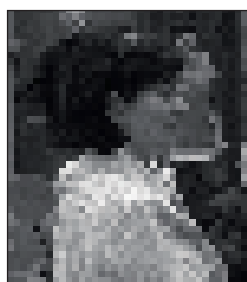
Diószeghy Árpád



Dömök Éva



dr. Budainé  
dr. Kálóczi Ildikó



dr. Fekete Jenőné



dr. Gambár Katalin



dr. Káptalan Erna



dr. Müllner Erzsébet



dr. Nebojszki László



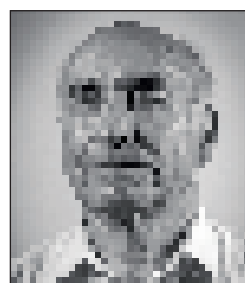
Dumitriu Anna



Dvoráček Ágoston



Farkas Szabolcs



Györgyicze Vilmos



Hecht Anna



József Éva



Kiss Székely Zoltán



Kormányos Róbert



Kovácsné  
Malatinszky Márta



Lang Ágota



Lapohos Anna-  
Mária



Leopold Anna



Major János



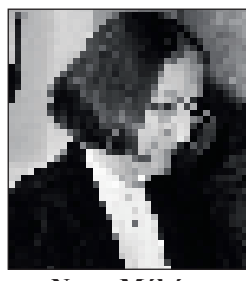
Máthé Márta



Mezeiné  
dr. Kopasz Mária



Nagy Antal



Nagy-Méhész  
Gyöngyi



Oláh György



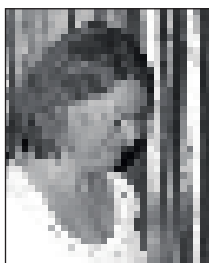
Pásztoriné Antal  
Rozália



Pető Mária



Schweighoffer  
Ernőné



Solymosné Hirsch  
Erika



Stöszel Emma



Szabó Magda



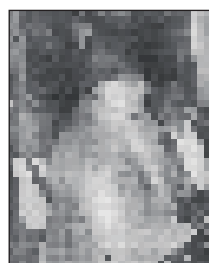
Szász Ágota



Szórád Endre



Tóth Dénes



Tóth Piroska



Török Árpád



Trencséniné  
Berzai Zsuzsanna



Velencei András



Velencei Melinda



Végh Erika



Vörös Alpár



Weszely Tibor



Wilhelm Sándor



Zátonyi Szilárd



Zsigó Zsolt

## Diákpályázatunk Rotary-díjas tanárai

„Jótékonyssággal a tanult ifjúságért!” Ezt volt a Rotary Club Budapest egykori elnökének, *Richter Nándornak* a célkitűzése. Így nem volt meglepő, hogy a Rotary Club Budapest és a természettudományos diákpályázatot működtető, természettudományos diáklapot kiadó Természet Világa egymásra találtak. A Club támoga-

tásával ezután több hazai és határainkon túli magyar tannyelvű iskolába jutott el a Természet Világa folyóirat. Rövidesen a *Rotary Club Babylon* (New York) is csatlakozott a budapestiekhez, így a közös adományukból mintegy száz iskola jutott a Természet Világa egy éves előfizetéséhez, határainkon innen és túl.

A két Club összefogása azt is lehetővé tette, hogy a Természet Világa diákpályázatának legjobb felkészítő tanárai közül évente egy magyarországi és egy határainkon túli pedagógus Rotary-ösztöndíjat kapjon. A díjakat az Akadémiánkon adtuk át, ünnepélyes keretek között, hat éven át. Képesszeállításunkon a díjazott felkészítő tanárok láthatók.



Vizi E. Szilveszter, a Magyar Tudományos Akadémia elnöke házigazdaként köszönti a Rotary-díjas tanárokat. Az elnökségben balról jobbra: Richter Nándor, Bencze Gyula, Gail F. Sullivan és Hámori Miklós ülnek (2002)



Az első Rotary-díjasok (balról): Velencei András, Velencei Melinda, valamint Lang Ágota és tanítványa, Bacsárdi László és Friedl Zita (2001)



A 2002. év díjazottjai: Baranyai József és Dvoráček Ágoston



2003. évben díjazottak: Trencséniné Berzai Zsuzsanna és Darvay Béla



2004. évben díjazottak: Nebojszki László és Máthé Márta



2005. évben díjazottak: Nagy-Méhész Gyöngyi és Kiss Székely Zoltán



2006. évben díjazottak: Müllner Erzsébet és Dumitriu Anna

# Diák-cikkpályázatunk díjazott diákjait felkészítő tanárok (1992–2016)

- Ádámné Dúcz Vilma** (Eötvös József Gimnázium, Tata)  
**Ádámovits Sándor** (Colegiul National „Mihai Viteazul”, Torda, Románia)  
**Adorjáné Káldi Boglárka** (Arany János Általános Iskola és Gimnázium, Százhalombatta)  
**Ágó József** (Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta, Szerbia)  
**Alapiné Ecseri Éva** (Puskás Tivadar Távközlési Technikum, Budapest)  
**Anderko Hanobik Andrea** (Tornaljai Gimnázium, Tornalja, Szlovákia)  
**András Rita** (Kós Károly Építőipari Szakközépiskola, Csíkszereda, Románia)  
**Andrássy Péter** (Berzsényi Dániel Evangélikus Gimnázium, Sopron)  
**Angyalné Kovács Anikó** (Karolina Elemi Iskola és Gimnázium, Szeged)  
**Bagyinszki Boglárka** (Salgótarjáni Bolyai János Gimnázium)  
**Bakán Szilvia** (Löwey Klára Gimnázium, Pécs)  
**Bakó Erzsébet** (Széchenyi István Gimnázium, Sopron)  
**Bálint István** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)  
**Balogh Tamás** (Piarista Gimnázium és Kollégium, Vác)  
**Barabás Miklós** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)  
**Baranyai József** (Szombathelyi Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium)  
**Bardócz Ildikó** (Baróti Szabó Dávid Középiskola, Románia)  
**Barlainé N. Ágnes** (József Attila Gimnázium, Budapest)  
**Benedek György** (Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely)  
**Béres Gábor** (Magyar Tannyelvű Gimnázium, Ipolyság, Szlovákia)  
**Berta Ilona** (Pozsonyi Magyar Gimnázium, Szlovákia)  
**Berta Tímea** (Gimnázium, Zenta, Szerbia)  
**Bíró Tibor** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)  
**Bír-Halmágyi Boglárka** (Colegiul National „Mihai Viteazul”, Torda, Románia)  
**Bodáné Gálosi Márta** (Apáczai Gimnázium, Pécs)  
**Bodó Alexandra** (Ipari Szakközépiskola és Gimnázium, Veszprém)  
**Bodó Szilárd** (Gödöllői Waldorf Általános Iskola és Gimnázium)  
**Bohdaneczky Lászlóné dr.** (KLTE Gyakorló Gimnáziuma, Debrecen)  
**Bosnyák Magdolna** (JPTE Babits Mihály Gimnázium és Szakközépiskola, Pécs)  
**Bostai Csilla** (Széchenyi István Gimnázium, Dunaújváros)  
**Both Mária** (Piarista Gimnázium, Vác)  
**Böjtös Zsuzsanna** (Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Gödöllő)  
**Böloni Mária** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)  
**Brassai László** (Kereskedelmi Iskolaközpont, Sepsiszentgyörgy, Románia)  
**Budainé dr. Kálóczi Ildikó** (Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen)  
**Csaba György Gábor** (Veres Péter Gimnázium, Budapest)  
**Cseh Lajos** (Horváth Mihály Gimnázium, Szentes)  
**Csekő Györgyi** (Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest)
- Csete Lajos** (Révai Miklós Gimnázium, Győr)  
**Csiszár Sándor** (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Gimnázium és Általános Iskola)  
**Csizmadia Szilárd** (Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Miskolc)  
**Csizofszki László** (Egészségügyi Középiskola, Zenta, Szerbia)  
**Csoma Magdolna** (Munkácsi Tanítóképző Szakiskola, Bátor, Ukrajna)  
**Csorba László** (Piarista Gimnázium és Kollégium, Vác)  
**Csőrgő Terézia** (Lehel Vezér Gimnázium, Jászberény)  
**Darvay Béla** (Brassai Sámuel Elméleti Líceum, Báthory István Elméleti Líceum, Kolozsvár, Románia)  
**Darvay Éva** (Báthory István Líceum, Kolozsvár, Románia)  
**Dégen Csaba** (Németh László Gimnázium, Budapest)  
**Dékány F. Ernő** (Czuczor Gergely Bencés Gimnázium, Győr)  
**Dér János** (Kossuth Lajos Közoktatási Intézmény, Orosháza)  
**Diószeghy Árpád** (Márai Sándor Magyar Tanítási Nyelvű Gimnázium, Kassa, Szlovákia)  
**Dóka Erzsébet** (Lévay József Református Gimnázium és Diákotthon, Miskolc)  
**Dömök Éva** (Svetozar Marković Gimnázium, Szabadka, Szerbia)  
**Dömszné Búvári Nóra** (Löwey Klára Gimnázium, Pécs)  
**Drozdik Attila** (Bencés Gimnázium, Pannonhalma)  
**Dulai Teréz** (Szentendrei Református Gimnázium)  
**Dumitriu Anna** (Colegiul National „Mihai Viteazul”, Torda, Románia)  
**Dvoráček Ágoston** (Bethlen Gábor Kollégium, Nagyenyed, Románia)  
**Egyed Istvánné** (Szent László ÁMK Vízügyi szakközépiskola, Baja)  
**Egyedné Krizmanics Ildikó** (Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg)  
**Éltető Péterné** (Szinyei Merse Pál Általános Iskola és Gimnázium, Budapest)  
**Erdélyi Zsuzsanna** (Lánczos Kornél Gimnázium, Székesfehérvár)  
**Erdősi Györgyné** (Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest)  
**Fábrí Miklós** (Balassi Bálint Gimnázium, Balassagyarmat)  
**Faragó Istvánné** (Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely)  
**Farkas Andrea** (Németh László Gimnázium, Budapest)  
**Farkas Erika** (Than Károly Ökoiskola Gimnázium, Szakközépiskola és Szakiskola, Budapest)  
**Farkas Szabolcs** (Bethlen Gábor Kollégium, Nagyenyed, Románia)  
**Fazekas Andrea** (Deák Téri Evangélikus Gimnázium, Budapest)  
**Fazekasné Gál Erzsébet** (Karcagi Szakképzési Centrum Nagy László Szakképző Iskolája, Gimnáziuma és Kollégiuma, Kunhegyes)  
**Fehér Attila** (Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta, Szerbia)  
**Fehér Gabriella** (Ward Mária Angolkisasszonyok Leánygimnáziuma, Kecskemét)  
**Fehérné dr. Gergely Judit** (Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen)  
**Fehérvári Ilona** (Kereskedelmi Iskolaközpont, Sepsiszentgyörgy, Románia)  
**Feigli Ferencné** (Széchenyi Ferenc Gimnázium, Barcs)  
**Feith Péter** (Pannonhalmi Bencés Gimnázium és Kollégium)

- Fekete Jenőné** (Szolnoki Műszaki Szakközép- és Szakiskola, Környezetgazdálkodási és Építészeti Tagintézmény, Szolnok)
- Fekete Tamás András** (Szentannai Sámuel Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium, Karcag)
- Fodor Dóra** (Colegiul National „Mihai Viteazul”, Torda, Románia)
- Futóné Monori Edit** (Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnázium, Debrecen)
- Fükéné Walter Mária** (Pécsi Művészeti Gimnázium és Szakközépiskola)
- Fülöp Éva** (Kós Károly Építőipari Szakközépiskola és Szakmunkásképző, Csíkszereda, Románia)
- Gajda Andrea** (Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta, Szerbia)
- Gambár Katalin** (Szent Margit Gimnázium, Budapest)
- Garamhegyi Gábor** (Számítástechnikai és Informatikai Szakközépiskola, Isaszeg)
- Gáspárné Hegedűs Eszter** (Arany János Református Gimnázium, Nagykőrös)
- Gergely Tibor** (Krúdy Gyula Gimnázium, Nyíregyháza)
- Gömöry András** (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Gimnázium)
- Gulyás Józsefné** (Kazinczy Ferenc Szakközépiskola, Komló)
- Gurka Dezső** (Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét)
- Gyarmati Györgyné** (Kner Imre Gimnázium, Gyomaendrőd)
- Gyetvai László** (Gimnázium Zenta, Szerbia és Montenegró)
- Györgyicze Vilmos** (Faipari Szakközépiskola, Csíkszereda, Románia)
- Gyulainé Szendi Éva** (Avasi Gimnázium, Miskolc)
- Habarics Anikó** (Veres Pálné Gimnázium, Budapest)
- Hajdú Józsefné** (Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Gödöllő)
- Hal Viktorné** (Jelky András Szakközépiskola, Baja)
- Halász Antónia** (Ward Mária Angolkisasszonyok Leánygimnáziuma, Kecskemét)
- Halász László** (Sárospataki Református Gimnázium Kollégiuma, Sárospatak)
- Hamar József** (Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok)
- Harasztos Barnabás** (Budapesti Evangélikus Gimnázium)
- Házlinger György** (Than Károly Ókoiskola Gimnázium, Szakközépiskola és Szakiskola, Budapest)
- Härtlein Károly** (Puskás Tivadar Távközlési Technikum, Budapest)
- Hegyes Ferenc** (Bánki Donát Műszaki Középiskola, Nyíregyháza)
- Heltai János** (Németh László Gimnázium, Budapest)
- Héra Zoltán** (Toldi Lakótelepi Általános Iskola és Gimnázium, Kaposvár)
- Herczegné Kovács Katalin** (Kazinczy Ferenc Gimnázium, Győr)
- Hévvizi Sándorné** (Kossuth Lajos Közoktatási Intézmény, Orosháza)
- Hidasi Györgyné** (Ady Endre Általános Iskola és Gimnázium, Zalaegerszeg)
- Hirka Antal** (Bencés Gimnázium, Pannonhalma)
- Hirsch Erika** (Németh László Gimnázium, Budapest)
- Hobinka Ildikó** (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium)
- Holczingerné Újhelyi Csilla** (Kazinczy Ferenc Gimnázium, Győr)
- Horvai Ferenc** (Premontrei Szent Norbert Gimnázium Egyházzenei Szakközépiskola és Diákotthon, Gödöllő)
- Horváth András** (Salamon Ernő Gimnázium, Gyergyószentmiklós, Románia)
- Horváth Csaba** (Rudas Közgazdasági Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium, Dunaujváros)
- Horváth Piroska** (Mikes Kelemen Elméleti Líceum, Sepsiszentgyörgy, Románia)
- Horváth Zsolt** (Gödöllői Református Líceum Gimnázium)
- Hraskó András** (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest)
- Igaz Sarolta** (Szent Margit Gimnázium, Budapest)
- Illés Péter** (Evangélikus Mezőgazdasági és Kereskedelmi Szakközépiskola, Kőszeg)
- Jaloveczki József** (Szent László ÁMK, Baja)
- Jámbor László** (Eötvös József Gimnázium, Tata)
- Jodál Gábor** (Varga Márton Kertészeti és Földmérési Szakközépiskola, Budapest)
- József Éva** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)
- Juhász István** (Kocsis Pál Mezőgazdasági Szakközépiskola és Szakmunkásképző Intézet, Kecskemét)
- Juhász Tibor** (Zrínyi Mikós Gimnázium, Zalaegerszeg)
- Kabály Enikő** (Debreceni Református Kollégium Gimnáziuma)
- Kajdon Tamás** (Lőwey Klára Gimnázium, Pécs)
- Kanyó Zsuzsanna** (Beszédes József Mezőgazdasági és Műszaki Iskolaközpont, Magyarkanizsa)
- Káptalan Erna** (Báthory István Elméleti Líceum, Kolozsvár, Románia)
- Kardos Judit** (Türr István Gimnázium és Kollégium, Pápa)
- Kátai Mónika** (Horváth Mihály Gimnázium, Szentes)
- Kazinczy Enikő** (Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium, Csurgó)
- Kelemen Katalin** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)
- Kerekes Adelhaida** (Colegiul National „Mihai Viteazul”, Torda, Románia)
- Kerényi Zoltán** (Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Gödöllő)
- Kiss Margit** (Németh László Nyolcosztályos Gimnázium, Budapest)
- Kiss Székely Zoltán** (Szentendrei Református Gimnázium)
- Kisvárdai Antalné** (Illyés Gyula Gimnázium, Dombóvár)
- Klug Ottóné** (Deák Téri Evangélikus Gimnázium, Budapest)
- Kőbori Mária** (Királyhelmeci Gimnázium, Szlovákia)
- Kohári György** (Rogers Gimnázium, Szeged)
- Kollár László** (Janus Pannonius Gimnázium, Pécs)
- Kolostyákné Pljesovszki Zsuzsanna** (Szentannai Sámuel Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium, Karcag)
- Kónya István** (Ady Endre Gimnázium, Debrecen)
- Kormányos Róbert** (Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta, Szerbia)
- Kornai Júlia** (ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola, Budapest)
- Kósa János** (Széchenyi István Gimnázium, Dunaujváros)
- Kosztolányi József** (Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged)
- Kotekné Szieber Mária** (Vörösmarty Mihály Gimnázium, Budapest)
- Kovács Józsefné** (Tömörkény István Gimnázium és Művészeti Szakközépiskola, Szeged)
- Kovács Kálmánné** (Nagy László Gimnázium, Budapest)
- Kovács Mária** (Eötvös József Gimnázium, Tata)
- Kovács Október** (Németh László Gimnázium, Budapest)
- Kovács Róbert** (Németh László Gimnázium, Budapest)
- Kovács Tibor** (Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg)
- Kovácsné Malatinszky Márta** (KLTE Gyakorló Gimnázium, Debrecen)
- Kováts Márta** (Pozsonyi Magyar Gimnázium, Szlovákia)
- Kozma Zsuzsanna** (Széchenyi István Gimnázium, Dunaujváros)
- Kucserka Tamás** (Ipari Szakközépiskola és Gimnázium, Veszprém)
- Kukor Ferenc** (Bolyai János Gimnázium, Szombathely)

- Kulcsár Mónika** (Pozsonyi Magyar Gimnázium, Szlovákia)  
**Kuscsik Zoltán** (Királyhelmecei Gimnázium, Szlovákia)  
**Kustos Mária** (Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest)  
**Kuti Elvira** (Műszaki Főiskola, Szabadka)  
**Labancz Gabriella** (Angolkisasszonyok Ward Mária Leánygimnázium, Kecskemét)  
**Laczkó László** (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest)  
**Lang Ágota** (Soproni Széchenyi István Gimnázium)  
**Lang Jánosné** (Berzsenyi Dániel Evangélikus Gimnázium, Sopron)  
**Lapohos Anna-Mária** (Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem–Kós Károly Építőipari Szakközépiskola, Csíkszereda, Románia)  
**László Enikő** (Bethlen Gábor Kollégium, Nagyenyed, Románia)  
**László Lászlóné** (Garay János Gimnázium, Szekszárd)  
**Lenner László** (Batsányi János Gimnázium és Szakképző Iskola, Tapolca)  
**Leopold Anna-Mária** (Salamon Ernő Gimnázium, Gyergyószentmiklós, Románia)  
**Ligetvári Istvánné** (Zrínyi Ilona Általános Iskola, Dorog)  
**Lobmayer Imre** (Budapesti Piarista Gimnázium)  
**Lovas István** (Ciszterci Rend Pécsi Nagy Lajos Gimnáziuma)  
**Lőrincz János** (Rudnay Gyula Középiskola, Szakiskola és Kollégium, Tab)  
**Lőrincz László** (Kazinczy Ferenc Gimnázium, Győr)  
**Lup Ligia** (Colegiul National „Mihai Viteazul”, Torda, Románia)  
**Madár Józsefné** (Kisfaludy Károly Gimnázium, Mohács)  
**Madarász Anett** (Bibó István Gimnázium, Kiskunhalas)  
**Major János** (Karcagi Nagykun Református Gimnázium és Egészségügyi Szakközépiskola)  
**Markó Magdolna** (Fáy András Gazdasági Szakközépiskola, Sopron)  
**Márkus Zoltán** (Széchenyi István Gimnázium, Dunaújváros)  
**Marsi Zoltán** (Alternatív Közgazdasági Gimnázium, Budapest)  
**Máthé Márta** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)  
**Mayer Zsuzsanna** (Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Gödöllő)  
**Mellesné Fonyogáb Kornélia** (Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium, Csurgó)  
**Mészáros Éva** (Tamási Áron Líceum, Székelyudvarhely)  
**Mezeiné dr. Kopasz Mária** (III. Béla Gimnázium, Baja)  
**Mike János** (Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged)  
**Molnár Ferenc** (Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola, Budapest)  
**Molnár Zita** (Petőfi Sándor Gimnázium, Mezőberény)  
**Molnár Zoltán** (Gépipari, Informatikai, Műszaki Szakközépiskola és Kollégium, Szombathely)  
**Müllner Erzsébet** (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium)  
**Nagy Imréné** (Vajda János Általános Iskola, Vál)  
**Nagy Mária** (Löwey Klára Gimnázium, Pécs)  
**Nagy Mária Éva** (Szinyei Merse Pál Általános Iskola és Gimnázium, Budapest)  
**Nagy Márton** (Berzsenyi Dániel Gimnázium, Sopron)  
**Nagy Mónika** (Óbudai Gimnázium, Budapest)  
**Nagy Mónika** (Református Kollégium, Sepsiszentgyörgy, Románia)  
**Nagy Rezső** (Teleki Blanka Gimnázium, Székesfehérvár)  
**Nagy-Czirok Lászlóné** (Kiskunhalasi Bibó István Gimnázium)  
**Nagy-Méhész Gyöngyi** (Berde Áron Közgazdasági és Közigazgatási Szakközépiskola, Sepsiszentgyörgy, Románia)  
**Nagné Kristo Erzsébet** (Árpád Gimnázium, Tatabánya)  
**Nebojszki László** (Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola, Baja)  
**Nehéz Rudolf** (Bessenyei György Gimnázium, Kisvárd)
- Németh József** (Zipernowsky Károly Ipari Szakközépiskola, Pécs)  
**Németh Péter** (Ipari Szakközépiskola és Gimnázium, Veszprém)  
**Nyisztor Zsolt** (Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs)  
**Nyitrai János** (Colegiul National „Mihai Viteazul”, Torda, Románia)  
**Ocskó Emese** (Kölcsey Ferenc Gimnázium, Budapest)  
**Oláh György** (Gépipari Szakközépiskola, Révkomárom, Szlovákia)  
**Orcsik Attila** (KTKT Általános Iskola és Középiskola, Petőfi Sándor Gimnáziuma, Kertészeti Szakközépiskolája, Kiskőrös)  
**Óvári László** (Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Miskolc)  
**Ölveti Klára** (Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen)  
**Pabis Györgyné** (Avasi Gimnázium, Miskolc)  
**Pál Melinda** (Budapesti Lónyai Református Gimnázium)  
**Pálffiné Kovács Erika** (Városmajori Gimnázium, Budapest)  
**Pálfi Géza** (Kós Károly Építőipari Szakközépiskola és Szakmunkásképző, Csíkszereda, Románia)  
**Palkóné Keszthelyi Klára** (Zrínyi Ilona Általános Iskola, Dorog)  
**Papp László** (Colegiul National „Mihai Viteazul”, Torda, Románia)  
**Papp László** (Piarista Gimnázium és Kollégium, Vác)  
**Pásztí Katalin** (Bornemissza Péter Általános Iskola és Gimnázium, Budapest)  
**Pásztoriné Antal Rozália** (Mikes Kelemen Elméleti Líceum, Sepsiszentgyörgy)  
**Pataki Zsolt** (Tokaji Ferenc Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium, Tokaj)  
**Pecnyik Mónika** (KTKT Általános Iskola és Középiskola, Petőfi Sándor Gimnáziuma, Kertészeti Szakközépiskolája, Kiskőrös)  
**Peics Hajnalka** (Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta, Szerbia)  
**Penksza Károlyné** (Petrik Lajos Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Budapest)  
**Péntekné Szilágyi Aranka** (Arany János Református Gimnázium, Nagykőrös)  
**Pénzes Ferenc** (Türr István Gimnázium és Pedagógiai Szakközépiskola, Pápa)  
**Peresztegi Valéria** (Ipari Szakközépiskola és Általános Gimnázium, Veszprém)  
**Paternainé Juhász Zsuzsa** (Ady Endre Gimnázium, Debrecen)  
**Pető Mária** (Református Kollégium, Sepsiszentgyörgy, Románia)  
**Petrusné Süle Márta** (Táncsics Mihály Gimnázium, Orosháza)  
**Pintér Ambrus** (Bencés Gimnázium, Pannonhalma)  
**Pintér Zoltán** (Gödöllői Református Líceum Gimnázium és Kollégium)  
**Piri Lajos** (Ipolysági Fegyverneki Ferenc Egyházi Alapiskola és Gimnázium, Szlovákia)  
**Pleskó Ilona** (Táncsics Mihály Gimnázium, Orosháza)  
**Ponáczné Csuthy Márta** (Teleki Blanka Gimnázium, Székesfehérvár)  
**Pósa Lajos** (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium)  
**Pótor Ferenc** (Lippai János Mezőgazdasági Szakközépiskola, Nyíregyháza)  
**Puskás Árpádné** (Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest)  
**Ragats Zsófia** (Berzsenyi Dániel Evangélikus Gimnázium és Kollégium, Sopron)  
**Rékási József** (Pannonhalmi Bencés Gimnázium és Kollégium)  
**Riedel Miklósné** (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium)  
**Saléti György** (Kereskedelmi és Vendéglátóipari Szakközépiskola, Eger)  
**Salló Ervin** (Bartók Béla Elméleti Líceum, Temesvár, Románia)  
**Sándor István** (Eötvös József Gimnázium, Budapest)  
**Schmidt Zoltán** (Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Miskolc)  
**Schweighoffer Ernőné** (Pápai Református Kollégium Gimnáziuma, Pápa)  
**Senk Lajos** (Debreceni Ady Endre Gimnázium)

- Simon Péter** (KTKT Általános Iskola és Középiskola, Petőfi Sándor Gimnáziuma, Kertészeti Szakközépiskolája, Kiskőrös)  
**Simon Péter** (Löwey Klára Gimnázium, Pécs)  
**Sipkai Tímea** (Tornaljai Gimnázium, Tornalja, Szlovákia)  
**Sipos Elvira** (Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta, Szerbia)  
**Sipos Imre** (Teleki Blanka Gimnázium, Székesfehérvár)  
**Sisák Sándorné** (Deák Ferenc Gimnázium, Szeged)  
**Solt Anna** (Baár-Madas Református Gimnázium, Budapest)  
**Solymosné Hirsch Erika** (Németh László Gimnázium, Budapest)  
**Solymoss Miklós** (Eötvös József Gimnázium, Budapest)  
**Somogyi Mihály** (Szent Margit Gimnázium, Budapest)  
**Soós Sándorné** (Dr. Mező Ferenc Gimnázium és Közgazdasági Szakközépiskola, Nagykanizsa)  
**Sparingné Köves Ildikó** (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest)  
**Stöszel Emma** (Pozsonyi Magyar Gimnázium, Szlovákia)  
**Suba Ágnes** (Szinyei Merse Pál Általános Iskola és Gimnázium, Budapest)  
**Surányi Istvánné** (Petrik Lajos Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Budapest)  
**Szabó Ilona** (Almássy Pál Mezőgazdasági Szakközépiskola, Gyöngyös)  
**Szabó Judit** (Apor Péter Szakközépiskola, Kézdivásárhely, Románia)  
**Szabó Magda** (Svetozar Marković Gimnázium, Szabadka, Szerbia)  
**Szabóné Heim Mária** (Ady Endre Gimnázium, Debrecen)  
**Szakács Erzsébet** (Szentendrei Református Gimnázium)  
**Szalkay Csilla** (Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola, Budapest)  
**Szanyi Szabolcs** (Nagydobronyi Középiskola, Ukrajna)  
**Szárnas István** (Evangélikus Mezőgazdasági és Kereskedelmi Szakközépiskola, Kőszeg)  
**Szárnasné Tóth Teréz** (Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg)  
**Szász Ágota** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)  
**Szécsi Pál** (Arany János Általános Iskola és Gimnázium, Százhalombatta)  
**Szecsódi Kornélia** (Szent István Közgazdasági Középiskola és Kollégium, Budapest)  
**Szentpáli Ágnes** (Széchenyi István Gimnázium, Sopron)  
**Szentpáli Csaba** (Eötvös József Evangélikus Gimnázium és Egészségügyi Szakközépiskola, Sopron)  
**Szijártó Miklósné** (Révai Miklós Gimnázium, Győr)  
**Szilágyi Tamás** (KLTE Gyakorló Gimnázium, Debrecen)  
**Szoldatics József** (Felsőbüki Nagy Pál Gimnázium, Kapuvár)  
**Szolnoki Jenőné** (Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged)  
**Szombati Edit** (Németh László Gimnázium, Budapest)  
**Szórád Endre** (Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta, Szerbia)  
**Szörényi Zoltán** (ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Iskola, Budapest)  
**Szűcsné Kerti Anita** (Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen)  
**Takács András** (Eötvös József Gimnázium, Tata)  
**Takács László** (Bolyai János Gyakorló Iskola és Gimnázium, Szombathely)  
**Tar József** (Eötvös József Gimnázium, Tata)  
**Telermayer Attila** (Báthory István Elméleti Líceum, Kolozsvár, Románia)  
**Theisz György** (Teleki Blanka Gimnázium, Székesfehérvár)  
**Tima Emese** (Arany János Általános Iskola és Gimnázium, Százhalombatta)  
**Tolnainé Korcz Ilona** (Baktay Ervin Gimnázium és Vízügyi Szakközépiskola, Dunaharaszti)  
**Torma Gábor** (Veres Péter Mezőgazdasági Szakképző Iskola és Kollégium, Győr)  
**Tóth Andrásné** (Eötvös József Gimnázium, Tata)  
**Tóth Attila** (Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium, Budapest)  
**Tóth Dénes** (Műszaki Középiskola, Szabadka, Szerbia)  
**Tóth Elemér** (Baár-Madas Református Gimnázium, Budapest)  
**Tóth Eszter** (Boronkay György Műszaki Középiskola és Gimnázium, Vác)  
**Tóth Kinga** (Bartók Béla Elméleti Líceum, Temesvár, Románia)  
**Tóth Piroska** (Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest)  
**Tóth Sándor** (Sárospataki Református Kollégium Gimnáziuma)  
**Tóth Tibor** (Szent László Gimnázium, Budapest)  
**Tóth Zoltán** (Kossuth Lajos Tudományegyetem Gyakorló Gimnáziuma, Debrecen)  
**Tóthné Wein Katalin** (Baár-Madas Református Gimnázium, Budapest)  
**Tölgvesné Kovács Katalin** (Zrínyi Mikós Gimnázium, Zalaegerszeg)  
**Török Árpád** (Kereskedelmi Iskolaközpont, Sepsiszentgyörgy, Románia)  
**Törökné Török Ildikó** (Csongrádi Batsányi János Gimnázium és Szakközépiskola és Kollégium)  
**Trencséniné Berzai Zsuzsanna** (Széchenyi István Gimnázium, Dunaujváros)  
**Udvari Zsolt** (Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely)  
**Újvári Sándor** (Lánczos Kornél Gimnázium, Székesfehérvár)  
**Újvári Tibor** (Gimnázium, Zenta, Szerbia)  
**Ungvári Imre** (KLTE Gyakorló Gimnázium, Debrecen)  
**Urbán János** (Gimnázium, Zenta, Szerbia)  
**Váradiné Szász Julianna** (Petőfi Sándor Gimnázium, Mezöberény)  
**Varga Jolán** (Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium, Csurgó)  
**Varga Márta** (Szinyei Merse Pál Általános Iskola és Gimnázium, Budapest)  
**Varga Szilárdné** (Bessenyei György Gimnázium, Kisvárd)  
**Vargáné Bertók Zita** (Janus Pannonius Gimnázium, Pécs)  
**Vargyai Antalné** (Hunyadi János Gimnázium, Bácsalmás)  
**Várkonyi Andrásné** (Váci Mihály Gimnázium, Bátortereny)  
**Vas Anna** (Székely Mikó Kollégium, Sepsiszentgyörgy)  
**Végh Erika** (Premontrei Rendi Szent Norbert Gimnázium, Szombathely)  
**Velencei András** (Baróti Szabó Dávid Líceum, Románia)  
**Velencei Melinda** (Baróti Szabó Dávid Líceum, Románia)  
**Velkei Rozália** (Patrona Hungariae Gimnázium, Budapest)  
**Vetéssy Katalin** (Kecskeméti Református Kollégium Gimnáziuma)  
**Vígh Veronika** (Eötvös József Gimnázium, Tata)  
**Vilisics Ferenc** (Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest)  
**Vincze István** (Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és Általános Iskola, Szeged)  
**Vincze Lajos** (Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok)  
**Violáné Bakonyi Ibolya** (Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium, Csurgó)  
**Vörös Alpár** (Apáczai Csere János Elméleti Líceum, Kolozsvár, Románia)  
**Weszely Tibor** (Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia)  
**Wilhelm Sándor** (Petőfi Sándor Elméleti Líceum, Székelyhid, Románia)  
**Wolkensdorfer János** (Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár)  
**Zátonyi Szilárd** (Veres Péter Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szakképző Iskola, Győr)  
**Zentai Ildikó** (SMÓ Mátyás Király Gimnáziuma, Fonyód)  
**Zolnai Ildikó** (Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest)  
**Zsigó Zsolt** (Nyíregyházi Szakképzési Centrum Bánki Donát Műszaki Középiskolája és Kollégiuma)  
**Zsolyomi Tamás** (Tokaji Ferenc Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium, Tokaj)



## Felejthetetlen díjátadóink

*Akik ma már, fájdalom, nem lehetnek közöttünk. Pedig amíg éltek, segítőkészen és hűséggel álltak a Természet Világa diákpályázata mellett. Akikre mindig lehetett számítani, értékeléseikkel, bölcs tanácsaikkal segítették a tehetséges fiatalok munkálkodását. Képösszeállításunkkal most rájuk is emlékezünk.*



**Szentágotthai János (1912–1994)** akadémikus, az MTA, a TIT és szerkesztőbizottságunk korábbi elnöke haláláig minden évben eljött köszönteni a fiatalokat



**Gergely János (1925–2008)** akadémikus, szerkesztőbizottságunk korábbi elnöke évekig kedvesen biztatta újabb alkotómunkára a diákokat



**Scharnitzky Viktor (1930–2003)** főiskolai tanár oly lelkesen tudott a matematika díjasaihoz szólni



**Réffy József (1939–2006)** egyetemi tanár, szerkesztőbizottságunk korábbi tagja különösen örült a kémiáról írt diákpályázatoknak



**Vekerdi László (1924–2009)** Széchenyi-díjas „könyvtáros”, szerkesztőbizottságunk korábbi tagja így biztatta a fiatalokat: Itt az is nyert, aki nem nyert!

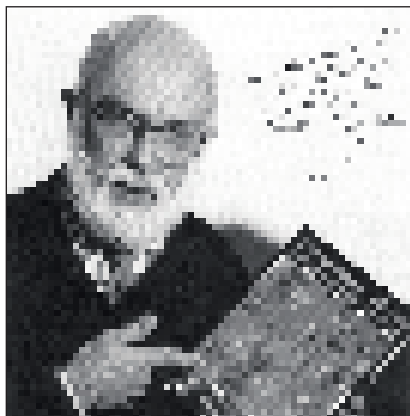


**Koch Sándor (1925–2009)** orvosprofesszor, szerkesztőbizottságunk korábbi tagja szíve szerint minden fiataalt díjazott volna



**Pálmay Lóránt (1929–2012)**, az ELTE tanára, vezető szaktanácsadó, évekig a matematikai különdíjunkt odaítélő zsűri elnöke volt

## Diákpályázatunk díjalapító támogatói



**James Randi** amerikai bűvész, neves szkeptikus 1992-ben írta ki diákjainknak a Szkeptikus különdíjat



**Martin Gardner** (1914–2010) amerikai tudományos újságíró, a Scientific American korábbi rovatvezetője 1993-ban hívta életre a róla elnevezett Matematika különdíjat



**Simonyi Károly** (1916–2001) akadémikus 1995-ben alapította a Kultúra egysége különdíjat



**Varjú Dezső** (1923–2011), a Tübingeni Egyetem Biofizikai Tanszékének vezetőjeként alapította a Biofizika-biokibernetika különdíjat



**Ernst Grote**, a Tübingeni Egyetem Agysebészeti Tanszékének professzoraként alapította az Orvostudomány különdíjat

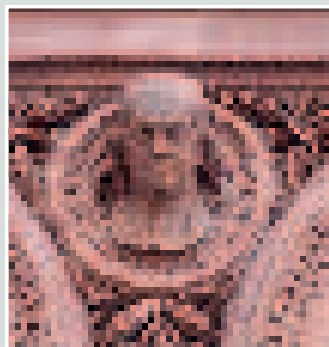
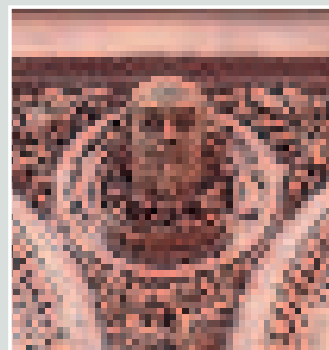
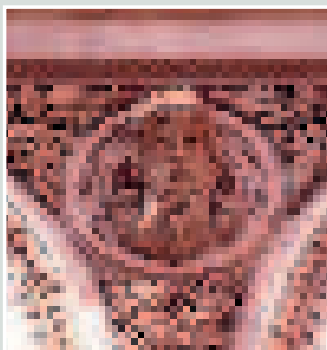


**Nicholas Metropolis** (1915–1999), görög származású amerikai elméleti fizikus és matematikus, a számítógép-tudomány egyik úttörőjének jóvoltából 1999-ben indíthattuk útjára a Metropolis-díjat és a legjobb felkészítő tanárok díját



**Hargittai Magdolna és Hargittai István** vegyész akadémikusok 2008-ban alapították a Hargittai-díjat, melyet a diákcikkpályázaton egy-egy legeredményesebb hazai és határon túli leány kaphat

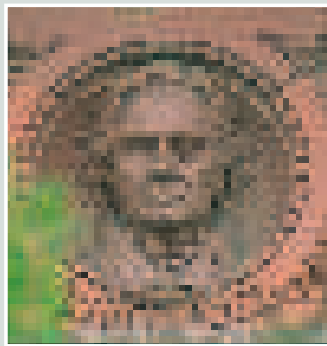
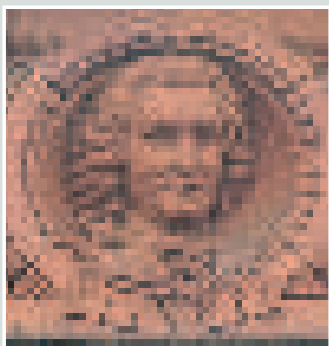
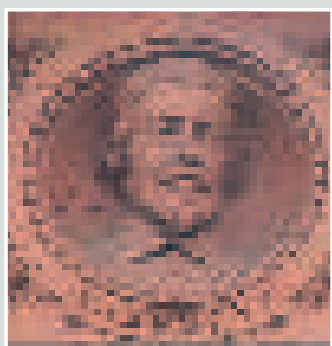
# Tudósok, művészek, felfedezők domborművei New Yorkban



## A Brooklyni Történelmi Társulat homlokzatán

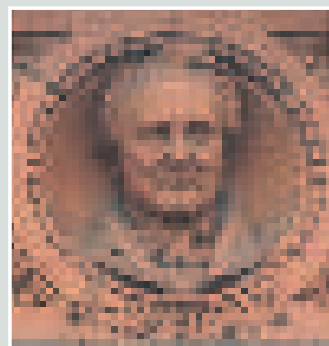
Felső sor: Johann Gutenberg, Ludwig van Beethoven  
Michelangelo és William Shakespeare,

alsó sor: Benjamin Franklin és Christopher Columbus



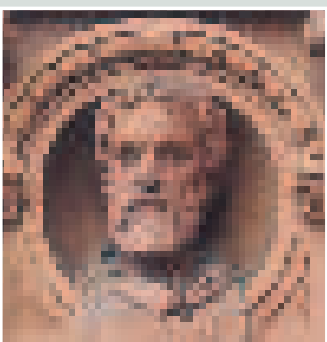
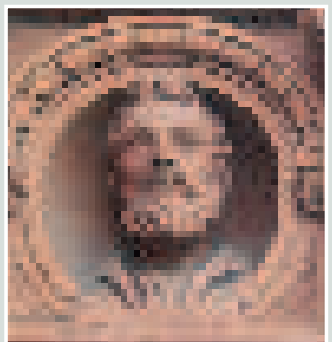
## A volt beteggondozó felső díszítésének domborművei

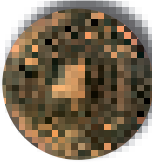
Harvey, Linne, Hufeland, Lavoisier és Humboldt



## A bejárat feletti domborművek

Galenus, Aesculap (Aszklépiosz), Celsius és Hippokratész





# 25 ÉVES A TERMÉSZETVILÁG DIASPÓRÁVÁZATA

## Fentővidéceink

