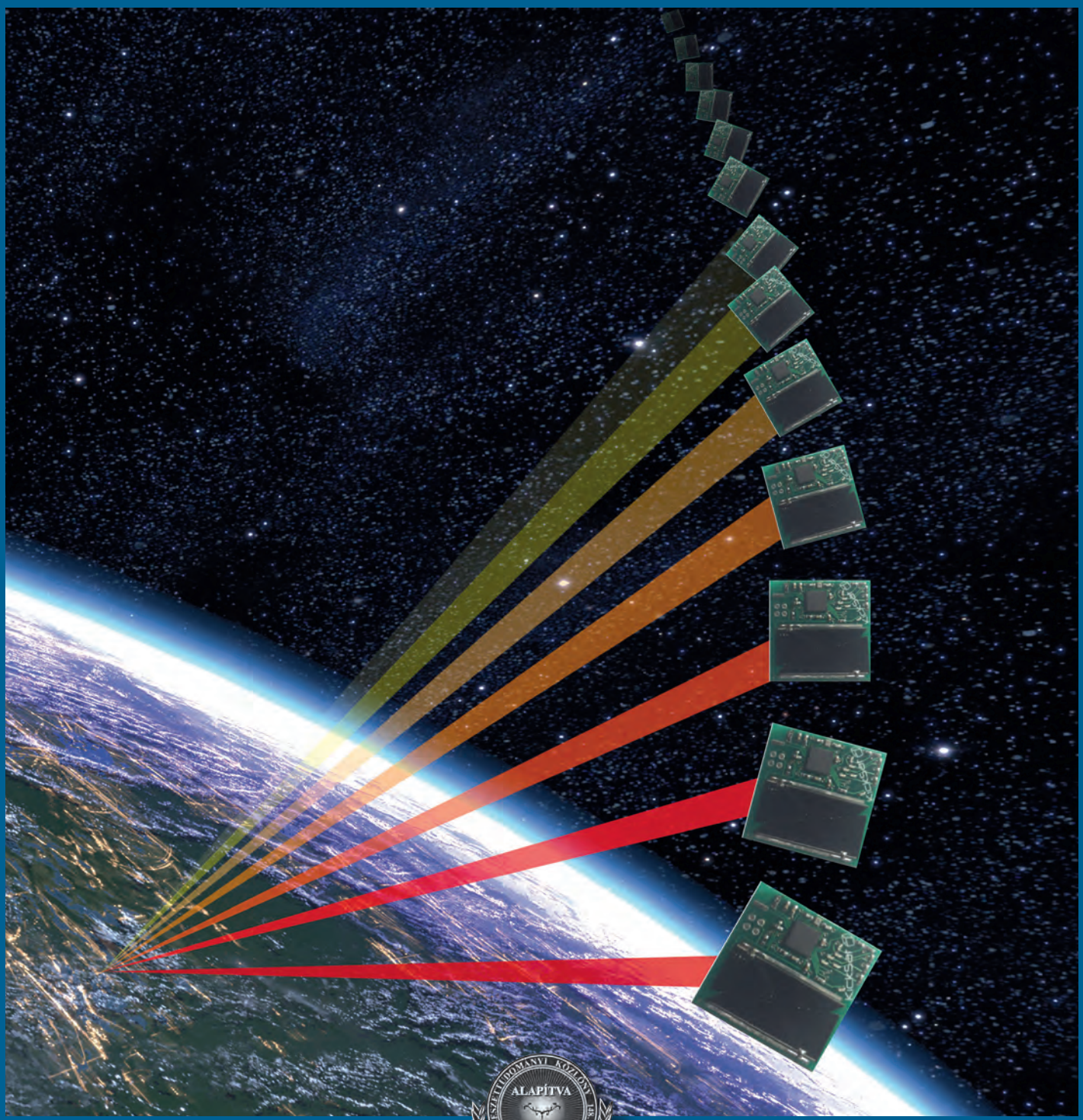
Természet Világa

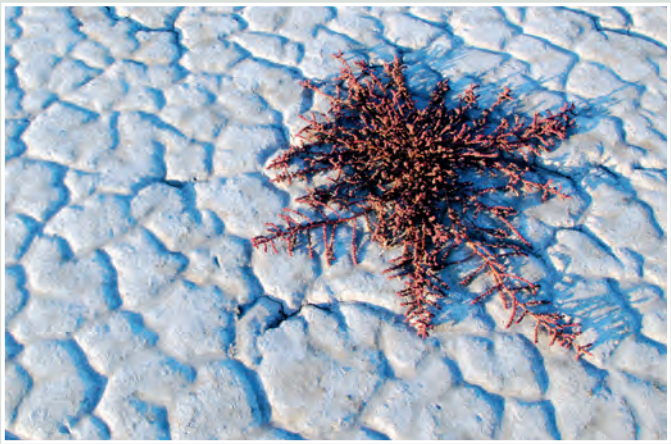
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY • 148. évf. 1. sz. • 2017. JANUÁR ÁRA: 780 Ft
Előfizetőknek : 670 Ft



ALAPÍTVA 1869

- ÍGY JUTUNK EL A CSILLAGOKIG
- A VELENCEI TÁJ VÁLTOZÁSAI
- AZ ŰRKUTATÁS HALOTTAI
- BÚCSÚ AMERIKÁTÓL
- APA SZÜLETIK
- KVANTUMSZOBRÁSZAT
- „SOHASEM AZT TANÍTJUK, AMIT TANÍTUNK”

A Velencei-tó élővilága



A bárányparéj a Velencei-tó környékén a szikes kopárok, szikfokok szélsőségesen sótűrő növényfaja, amely a kiszáradt szikes tavak medrében is gyakran megjelenik

A pozsgás zsázsa a szoloncsákos vakszikes foltok jellemző növénye. Baktériumölő hatása miatt a leveleiből készült teát felsőlégúti megbetegedések leküzdésére használják

A tó védett madárrezervátumában ma már nincsenek gémtelepek, de madárvilága még napjainkban is gazdagnak nevezhető

A cserregő nádiposzáta a Velencei-tó összefüggő nádasainak gyakori énekesmadara

A sávos szitakötők rendszerint a vízparti növényzeten pihenve lesnek apró repülő rovarokból álló zsákmányállataikra

A vidra állandó lakója a Velencei-tó halakban gazdag vizének

Kalotás Zsolt felvételei

Természet Világa

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
148. ÉVFOLYAMA

2017. 1. sz. JANUÁR

Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi Díjas folyóirat

Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő, a Nemzeti Tehetség Program és a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával.

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

Főszerkesztő:
STAAR GYULA
Szerkesztőség:
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 327-8950, fax: 327-8969
Levélcím: 1444 Budapest 8., Pf. 256
E-mail-cím: termvil@titnet.hu
Internet: www.termeszetvilaga.hu

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomás:
PAUKER Nyomda

Felelős vezető:
Vértes Gábor

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06-1-3278-950
e-mail: titlap@telc.hu

Előfizetés, reklamáció:
Magyar Posta Zrt.
Telefon: 06-1-767-8262
E-mail: hirlapelofizetes@posta.hu
Internet: eshop.posta.hu
Postacím: MP Zrt., Budapest 1900.

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

Előfizetési díj:
fél évre 4200 Ft, egy évre 8040 Ft

TARTALOM

Lente Gábor: Így jutunk el a csillagokig 2
Főzy István: A Kárpátok sárkánya, a barlangi medve. Az év ősmaradványa 2017 6
Vásárhelyi Zsóka Anna: A munkamegosztás ezer arca és egy modellje 11
E számunk szerzői 14
Németh Géza: Búcsú Amerikától. Első rész 15
Hollósy Ferenc: Apa „születik” 20
Rosivall László: Tudományos eredmények és a mindennapi orvoslás 23
Szili István: Változások a velencei tájban 25
Tóth Mária: Szőrszálak a túlélésért 29
Vizi E. Szilveszterről kisbolygót neveztek el 32
HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSÉGEK 32
Bakonyi Gábor–Kiss István: Dr. Széky Pál (1924–2016) emlékezete 34
Tóth János: Szent Borbála hagyománya 35
Both Előd: Tűzhalál. Az űrkutatás halottai 38
Bencze Gyula: Kvantumszobrászat 40
Landy-Gyebnár Mónika: Megtalálták a Terror maradványait 42
ORVOSSZEMMEL (**Matos Lajos** rovata) 45
FOLYÓIRATSZEMLE 46
Adó 1% felajánlás 48

Címképünk: Fantáziakép a Földről indított, lézerrel hajtott nanoűrszondákról (*Lente Gábor* montázsa)
Borítólapunk második oldalán: A Velencei-tó élővilága (*Kalotás Zsolt* felvételei)
Borítólapunk harmadik oldalán: Búcsú Amerikától (*Németh Géza* felvételei)

Mellékletünk: Surányi László: „Sohasem azt tanítjuk, amit tanítunk.” A középiskolai matematikatanítás reformjának történetéből. A XXV. Természet–Tudomány Diákpályázat cikkei (*Balogh Boglárka:* Bogi és a számrendszerek; *Pintér Noémi:* A Pándzsa). Gábor Dénes-díjasok 2016.

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ,
BAUER GYŐZŐ, 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, RESZLER ÁKOS,
SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI, SÓTONYI PÉTER,
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

LENTE GÁBOR

Így jutunk el a csillagokig

Amióta az ember először megpillantotta a csillagokat, azóta szeretne el is jutni hozzájuk, hogy saját szemével, közelről láthassa azokat. Már a római történelem augustusi aranykorának nagy epikus költője, *Vergilius* is írt ilyen sort *Aeneis* című művébe (IX. ének, 641. sor):

„Macte nova virtute, puer, sic itur ad astra.”

Lakatos István fordításában ez így hangzik magyarul:

„Jól van, a tett, fiú, nagyszerű volt: ez a mezsgye visz égbe.”

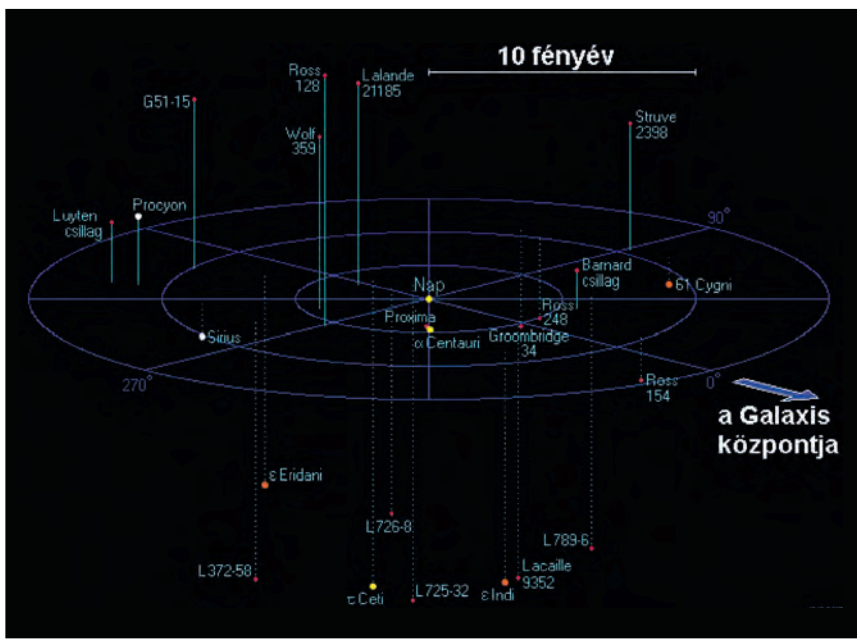
Az idézett sorból négy szó (*Sic itur ad astra*) önálló szállóigévé vált, de szokásos magyar megfelelőjeként nem a már bemutatott fordítás terjedt el, hanem a következő változat: *Így jutunk el a csillagokig.*

Kozmikus léptékekben mérve, a világűrnek csak elképzelhetetlenül kis részéről van közvetlen tapasztalatunk. A Naprendszer 20 fényéves körzetében már 150-nél is több csillagot ismerünk, ezek közül 12-ről bizonyosan tudjuk azt is, hogy vannak bolygói. A Földtől legmesszebb eljutó, 1977-ben indított Voyager–1 űrszonda ugyanakkor alig két éve ért el olyan térrészbe, amelyet a tudósok nem tekintenek már a Naprendszer részének. A szonda jelenlegi sebessége 17 km/s (61 200 km/h), amellyel a Földet ugyan 40 perc alatt megkerülné, de ez még mindig csak a fénysebesség 0,006%-a. Ilyen tempóban a Naphoz legközelebbi csillagig is majdnem 100 000 évig tartana az utazás –, ha éppen arrafelé tartana az űrszonda (ami messze áll a valóságtól).

Aligha van komoly tudós, aki vitatná, hogy még a Naphoz legközelebb lévő csillagok közelében is rengeteg felfedezni való lenne. A Naprendszerhez legközelebb lévő csillagok például mindjárt – ha nem is egyedülálló, de feltétlenül szokatlan – hármas rendszert alkotnak, amelynek tagjai a déli féltekéről szabad szemmel is megfigyelhetőek: *α Centauri A*, ennek ikercsillaga, az *α Centauri B*, valamint a rendkívül halovány *Proxima Centauri*. Ez utóbbi tömege a Nap 12%-a körüli, s körülötte néhány hónapja a Földhöz minden bizonnyal hasonló bolygó nyomait fedezték fel. Ennek tömege mintegy másfélszerese lehet a Földének, s a *Proxima Centauri*tól mért távolsága a Föld–Nap-távolság kb. 5%-a, keringési ideje (vagyis az ottani év hossza) 11,2 földi nap. Ezen adatok alapján úgy becsülhető, hogy az egyébként még el sem nevezett bolygó felszíni hőmérséklete hasonló lehet a Földéhez. Róla nézve saját Napunk a *Cassiopeia* csillagkép legfényesebb objektuma lenne.

A Naprendszerhez legközelebbi csillagokat tünteti fel az **1. táblázat**, térben elfoglalt helyzetüket pedig az **1. ábra** szemlélteti. A *Sirius* a teljes égbolt legfényesebb csillaga, hazánkból általában februári estéken lehet a legjobban megfigyelni. A listán szereplő csillagok közül ezen kívül Magyarországról még a fényes *Procyon* és a halványabb *ε Eridani* látható szabad szemmel, kellően sötét helyekről pedig időnként még a *61 Cygni* is. A húszas listára már nem fért fel, de az *1. ábrán* megtalálható a Földtől 11,89 fényév távolságra lévő *τ Ceti* is, amelynek tömege Napunkénál alig kisebb, s öt bolygót is gyanítanak körülötte.

A Naptól 41 fényévre lévő *55 Cancri* nevű csillag körül is már öt exobolygó jelenlétére van bizonyíték, ezek már nevet is kaptak: *Galileo*, *Brahe*, *Lipperhey*, *Janssen* és *Harriot*. A *Janssen* külön figyelmet is érdemel: tömege közel kilencszerese a Földének, s csillagához nagyon közel kering: egy ottani év hossza mindössze 16 óra. A becslések szerint a felszíni hőmérséklete akár a 2000 °C-ot is meghaladhatja. Spektroszkópiai vizsgálatok szerint a *Janssen*en igen nagy bőségben van szén. Ez alapján terjedt el a bulvársajtóban az a hír, miszerint a bolygó felszínét gyémánt vonhatja be a Földön szokásos kőzetek helyett. Így aztán látható, hogy saját Naprendszerünk közvetlen kozmikus szomszédságában sincs hiány érdekes helyekben: milyen nagyszerű is lenne közelről megfigyelni őket!



1. ábra. A Naphoz legközelebb eső csillagok helyzete

Meglehet, századunk végére ez a kívánság valóra válhat. 2016. április 12-én New York-ban tartottak egy nevezetes sajtótájékoztatót, melyen *Jurij Milner*, egy Internetes vállalkozásnak (Facebook, Twitter, Spotify, Groupon) köszönhetően milliárdossá vált orosz üzletember jelentette be az általa kezdeményezett, a legközelebbi csillagokhoz űrszondák küldését megcélzó tudományos program elindítását. A sci-fi irodalom rajongói számára ebben nem lehet semmiféle újdonság, ám az orosz mágnás valójában két lábbal áll a valóság talaján, és nem tervezi a jelenleg ismert fizikai tör-

	Csillag neve	távolság (fényév)	megjegyzés
1	Proxima Centauri α Centauri A α Centauri B	4,24 4,37 4,37	1 bolygó 2 bolygó*
2	Barnard-csillag	5,96	
3	Luhman 16A Luhman 16B	6,6 6,6	1 bolygó*
4	WISE 0855−0714	7,2	2014-ben felfedezett, nagyon halvány csillag
5	Wolf 359	7,78	
6	Lalande 21185	8,29	
7	Sirius A Sirius B	8,58 8,58	az éjjeli égbolt legfényesebb csillaga
8	Luyten 726-8 A Luyten 726-8 B	8,73 8,73	
9	Ross 154	9,68	
10	Ross 248	10,32	
11	ε Eridani	10,52	1 bolygó
12	Lacaille 9352	10,74	
13	Ross 128	10,92	
14	WISE 1506+7027	11,09	2011-ben felfedezett, nagyon halvány csillag
15	EZ Aquarii A EZ Aquarii B EZ Aquarii C	11,27 11,27 11,27	
16	Procyon A Procyon B	11,40 11,40	
17	61 Cygni A 61 Cygni B	11,40 11,40	
18	Struve 2398 A Struve 2398 B	11,52 11,52	
19	Groombridge 34 A Groombridge 34 B	11,62 11,62	1 bolygó
20	ε Indi A ε Indi Ba ε Indi Bb	11,82 11,82 11,82	1 bolygó*

1. táblázat. A Naphoz legközelebbi csillagok

*A * jelzésű rendszerekben a bolygó létezését megfigyelések alapján ugyan gyanítják, de még nem bizonyították*

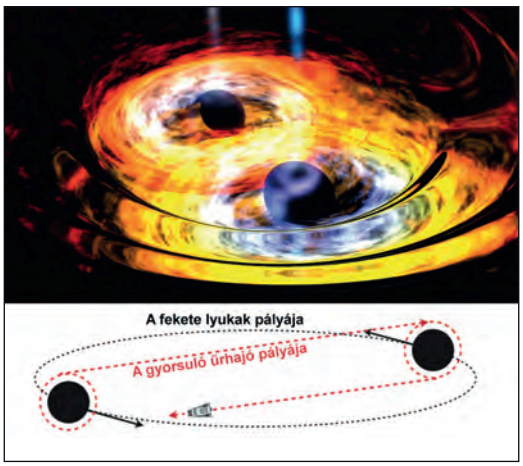
vények egyikének a felfüggesztését vagy megcáfolását sem. Az alapötlet lényege, hogy korunk nanotechnológiai fejlődésének köszönhetően, egy automata űrszonda minden lényegi funkcióját el tudja látni egy olyan eszköz, amelynek a tömege nem haladja meg az 1 grammot. Ezeket megfelelő módszerrel, a Földön elhelyezett vagy Föld körüli pályára állított nagy energiájú lézerekkel akár a fénysebesség egyötödét is meghaladó sebességre lehet felgyorsítani. Egy ilyen űrszonda a környező csillagokat két-három évtized alatt elérheti, és onnan információt tud visszaküldeni.

A sajtótájékoztató időzítése nem volt véletlen: éppen az első emberes űrutazás, *Jurij Gagarin* repülésének 55. évfordulójára esett. Jurij Milner vagyonának jelentős részét eddig is a tudományos haladás előremozdítására fordította: Breakthrough Prize (Áttörés-díj) néven tudományos díjat alapított, illetve a földönkívüli intelligenciák utáni rádió- és optikai távcsöves keresést végző szervezeteket 10 év alatt 100 millió dollárral támogatja. Az új, csillagközi kezdeményezésnek a „Breakthrough Starshot” nevet adta, s újabb 100 millió dollárt szánt a fejlesztések elindítására (azt senki nem gondolja, hogy ez elég is lesz a teljes cél megvalósítására). Ötletének megvalósításához tekintélyes tudományos támogatókat is megnyert: ilyen például *Stephen Hawking*, a nagy hírnevű, Cambridge-ben dolgozó elméleti fizikus, *Freeman Dyson*, a Princeton egyetem sokak által ismert professzora, vagy az Amerikai Űrkutatási Ügynökség (NASA) Ames Kutatóközpontjának több vezető munkatársa. A tervek szerint a kutatásokat ez utóbbi intézmény volt igazgatója, *Pete Worden* vezeti majd.

A jelenlegi űrhajók és űrszondák kémiai meghajtással működő rakéták segítségével mozognak a kozmoszban. Ezekben a tolóerőt kémiai reakciók hozzák létre, amelyeknek a szükséges reagenseit az űrhajón kell tárolni. Így aztán az az ellentmondásos helyzet jön létre, hogy a hosszabb utazásokhoz szükséges nagyobb mennyiségű üzemanyag magának a járműnek a tömegét is jelentősen növeli. Ezért viszont az elhasznált üzemanyag elég csekély része mozgat hasznos terhet a jelenlegi űrhajókban. Ezt jól példázza az a tény, hogy az első Holdra szállást megvalósító Apollo–11 teljes tömege indításkor 45,7 tonna volt, visszatéréskor viszont csak 4,9 tonna. A csillagközi utazásokhoz olyan meghajtásra lenne szükség, amely külső energiaforrást használ fel, mert így nem kell nagy tömegű üzemanyagot az űrhajóban vagy űrszondában szállítani. Ez korántsem annyira lehetetlen, amennyire elsőre tűnik.

Csillagközi utazásra eddig három, többékevésbé komolyan vehető, jelenlegi tudásunk révén is megvalósítható lehetőséget javasoltak. Az első ilyen (amely egyébként a három közül a legkevésbé tűnik gyakorlatiasnak) a fekete lyukak mellett végzett gravitációs hintamanőverek. Magát az elvet (bár persze nem fekete lyuk körül) már számtalanszor használták a gyakorlatban: a Naprendszerben lévő bolygókat megfelelő időben és szögben megközelítve űrszondák vagy űrhajók sebessége hatékonyan növelhető. A művelet első, tudományos alapossággal kidolgozott leírása 1938-ból származik, és *Jurij Vasziljevics Kondratyuk*, az ukrán származású szovjet rakétakutató érdeme. A Luna–3 szovjet szonda 1959-ben már sikerrel meg is valósította az első

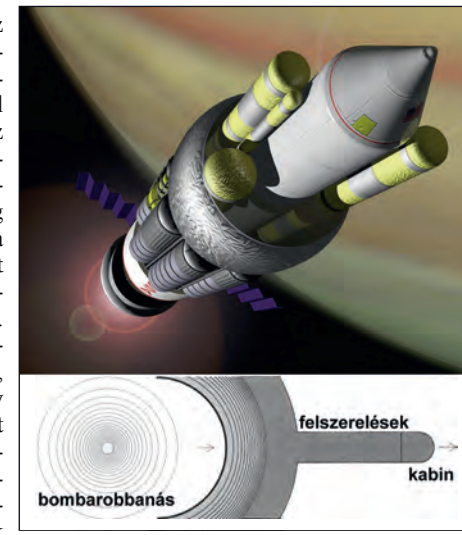
gravitációs hintamanővert. Azóta gyakorlatilag minden, a Mars pályáját keresztező emberi űreszköz használta ezt a műveletet. Ugyanezen az elven két, egymás körül keringő fekete lyuk segítségével akár galaxisok közötti utazásra alkalmas nagy sebességet is el lehetne érni. Ehhez a két fekete lyuknak nagyon elnyúlt pályán kell keringenie, és elég nagynak is kell lennie ahhoz, hogy árapályerőik ne semmisítsék meg az űrszondát. A művelet lényege, hogy csekély energiabefektetésekkel lehetséges pályamódosítások segítségével úgy



2. ábra. Gyorsítási lehetőség két egymás körül keringő fekete lyuk segítségével és elvi sémája

mozogjon az űrhajó, hogy csak akkor tartózkodjon a két fekete lyuk között, amikor azok egymáshoz közelítenek. A **2. ábra** mutatja be nagyon egyszerűsített formában, hogy milyen műveletekre lenne szükség. Így a fénysebességet meg lehetne közelíteni még egy nagy tömegű, embereket szállító űrhajóval is, majd egy újabb csekély pályamódosítással elhagyni a fekete lyukak környezetét – egyben a galaxist is. A relativisztikus hatások miatt ez az űrhajó (a saját fedélzetén mérhető időt tekintve), néhány év alatt jutna el nagyon távoli galaxisokba is, persze közben a Földön több tíz- vagy százmillió év telne el. Talán említeni sem kell, hogy mindehhez először a fekete lyukak megfelelő sajátságú kettősét kellene megtalálni. Ilyen egészen biztosan nincs a mi Naprendszerünkben, tehát már az utazás elkezdéséhez is csillagok közötti utazást kellene tenni.

A második, és talán a jelenlegi technológiák korlátait legkevésbé feszegető lehetőség a termonukleáris fúziós meghajtás. Ennek fizikai lényegét egy viszonylag egyszerű példán keresztül lehet illusztrálni: ha két deutérium-atommag egyesül (mint ahogy ez a Napban is megtörténik), akkor a keletkező héliumatommag tömege kb. 0,64%-kal kisebb, mint az eredeti két deutériummag tömegének összege. Ez a tömeg és energia közötti Einstein-féle ekvivalenciaelv alapján azt jelenti, hogy hatalmas energia szabadul fel egy ilyen magegyesülés során. Ha ez az energia kizárólag a keletkező héliumatom gyorsítására fordítódik, akkor annak sebessége elérhetné a fénysebesség 10%-át. Ezt az elméleti lehetőséget a tudományos körökön kívül is jól ismert nevű fizikus, *Freeman Dyson* alakította konkrétabb technológiai javaslattá. Elképzelésének alapja egy 20 kilométer átmérőjű, félgömb alakú, részecskenyalábokat nagy hatásfokkal elnyelő ernyő lett volna, amely mögött rendszeresen hidrogénbombákat robbantottak volna, s az így keletkező lökéshullámok gyorsítják az űrhajót. Dyson becslése szerint kedvező esetben akár a fénysebesség egyharmincad részéig is fel lehet gyorsulni. Itt persze az űrhajónak folyamatosan magával kell vinnie az üzemanyagot (mármint a bombákat), de ezek nukleáris elven működnek, vagyis sokkal hatékonyabbak a kémiai elven működő meghajtásnál. Az elv magvalósítására a NASA 1958-ban *Orion projekt* néven kísérleteket is kezdett, így született a **3. ábrá**n látható látványterv és elvi séma. A kutatási programnak 1963-ban az vetett véget, hogy az USA aláírta a nukleáris kísérleteket betiltó egyezményt. A projekt történetét Freeman Dyson fia, a tudománytörténettel foglalkozó *George Dyson* írta meg könyv formájában. Az igazság azonban az, hogy noha az elv embereket szállító űrhajó hajtására is könnyedén képes lenne, az elért sebességgel még a legkedvezőbb esetben is évszázadokig tartana, amíg a legközelebbi csillagig el lehetne jutni.



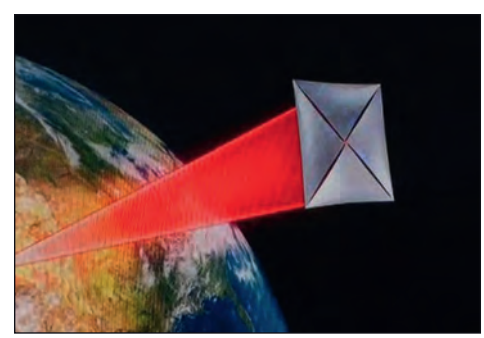
3. ábra. A termonukleáris fúziós meghajtás fantáziaképe és elvi sémája

A harmadik lehetőség, amelynek felhasználását *Jurij Milner* és az általa szervezett tudományos program is tervezi, automata, legénység nélküli űrszondák nagy energiájú lézernyalábokkal való gyorsítása. Ezt nevezik fotonmeghajtásnak is, fantáziaképét a **4. ábra** mutatja. A fénynyomásról és ennek űrhajózási felhasználási lehetőségeiről a *Természet Világá*ban is jelent meg a napvitorlázásra összpontosító cikk 2015 szeptemberében. Az ilyen típusú meghajtáshoz nem feltétlenül van szükség a Napra, hiszen nagy energiasűrűségű fénysugarakat lézerekkel viszonylag könnyű előállítani.

A fotonmeghajtás megvalósításához az űrszondán semmi másra nincs szükség, csak egy jó tükörre. Az energiaforrás, a meghajtást biztosító lézer akár a szondától nagyon messze is lehet: az egyetlen lényeges dolog, hogy a nyalábnak el kell találnia a szonda tükrét. Jurij Milner csapatának számításaiban általában 70 GW teljesítményű lézer használatát feltételezik: egy ilyen elkészítése ugyan korántsem magától értetődő (ez a teljesítmény mintegy negyven Paksi Atomerőművel lenne elérhető), de valójában nem szükséges hozzá jelentősebb technológiai áttörés; sok-sok ma is létező, kW-os tartományban működő lézer megfelelő összehangolása révén is megvalósítható lenne. Ilyen eszközöket az Amerikai Védelmi Minisztérium már most is tervez a DE-STAR (Directed Energy System for Targeting of Asteroids and exploRation) kutatási programban, amelynek elsődleges célja a Földet veszélyeztető kisbolygók pályájának módosítása. Ha a lézert a Földre telepítik, az időjárási viszonyok kiszámíthatatlansága, illetve a Föld forgásából eredő folyamatos pozícióváltás jelentik a fő problémát. Ezeket az űrben üzemelő, Föld körüli pályára állított lézerrel el lehet kerülni, ekkor viszont az eszköz energiaellátása jelentene igen komoly gondot.

A ma már elérhetőnek tűnő lehetőségek érdekes elvi számolásokra adnak lehetősé-

4. ábra. A fotonmeghajtás fantáziaképe



get. Ezeknél az űrszondán lévő tükör vastagságát 1 mm-nek, anyagának sűrűségét pedig 1,4 g/cm^3-nek szokták feltételezni. Egyetlen 70 GW-os lézer segítségével elképzelhető utazási stratégiák néhány alaptulajdonságát mutatja be az **5. ábra**. A lézersugárzás nyalábja ugyan igen szigorúan párhuzamos, ennek ellenére egy minimális széttartás így is van benne. Azt, hogy meddig lehet hasznosan gyorsítani egy szondát egy lézerrel, éppen ez a csekély széttartás szabja meg, mert ha a szonda már messze jár a lézertől, akkor a nyaláb átmérője elkerülhetetlenül meg fogja haladni a tükör méretét. Az *5. ábra* több különböző tömegű és tükörfelületű szondára is mutat számításokat. A legkisebb, mindössze egy gramm tömegű szonda példájában egy 86 cm-es átmérőjű tükör már elég ahhoz, hogy az eszköz szűk tíz percen belül, mintegy tízmillió kilométer alatt a fénysebesség 20%-át elérje. Ez persze hatalmas gyorsulást jelent: a Föld felszínén uralkodó gravitációs gyorsulás több mint tízezerszerese, de a Nap felszínén érvényes gyorsulásnál is ötszázszor nagyobb. Élőlény természetesen nem tudna ilyen körülményeket elviselni, de az 1 grammos űrszondatömegbe amúgy sem férnének bele utasok. Az *5. ábrán* bemutatott adatokat azzal a feltételezéssel számították ki, hogy a hajtáshoz felhasznált lézersugár csak egyetlenegyszer találja el a szondán lévő tükröt. A lézerforrásnál megfelelő tükörrendszert kiépítve a hatékonyság elvileg többszörösére lenne növelhető: ezt az elképzelést „foton-visszaforgatás” néven ismeri a szakirodalom.

Egy emberek szállítására is alkalmas űrhajónak viszont legalább 1 tonna a tömege; ilyen esetben a szükséges tükör átmérője legalább 1 km lenne, az elérhető maximális sebesség pedig a fénysebesség 0,5%-a. A folyamat időben egy szűk évig, térben majdnem a Plútó pályájáig tartana, közben a gyorsulás még a Hold gravitációs gyorsulásánál is lényegesen kisebb lenne. Ezzel a sebességgel egy évezredig tartana az *α Centauri* elérése. Tehát a fotonmeghajtásos technológiával csak kis tömegű automata űrszondáknak lehet esélye arra, hogy egy emberöltőn belül elérjék a környező csillagokat. Viszont az elképzelésnek van egy váratlan előnye is: a gyorsulás mindössze tíz percig veszi igénybe a lézert, vagyis egyetlen rendszerrel évente akár ötvenezer szondát is el lehetne indítani, s ebből következően az sem jelentene problémát, ha az elindított űrszondák csak csekély százaléka érne célba és működne megfelelően.

A következő kérdés persze az, hogy hogyan lehet teljesen működő és hasznos adatokat a Földre juttató űrszondát készíteni úgy, hogy annak tömege mindössze 1 gramm körül legyen. Valójában ez a mai technológiával közel sem tűnik lehetetlennek. A jelenleg Föld körüli pályára juttatott szondák jelentős része úgynevezett CubeSat, vagyis lineáris méreteik 10×10×11,35 centiméter, tömegük pedig nem haladja meg az 1,33 kilogrammot. Manapság a megfelelő érzékelők, illetve vezérlést végző számítástechnikai eszközök mérete már eleve nagyon kicsi; valójában a ma épített nagyméretű űrszondákban a tömeg nagy részét az őket egymáshoz kötő rendszerek és a szerkezeti szilárdságot biztosító váz teszi ki. A számítástechnika világában alig három évtized alatt eljutottak a teremméretű, viszonylag kis teljesítményű számítógépektől az olyan, rendkívül gyors rendszerekig, amelyeknek a fizikai méretét nem a processzor vagy a memória határozza meg, hanem a külvilággal való kommunikációt biztosító, az emberi test sajátosságaihoz igazodó eszközök (billentyűzet, képernyő).

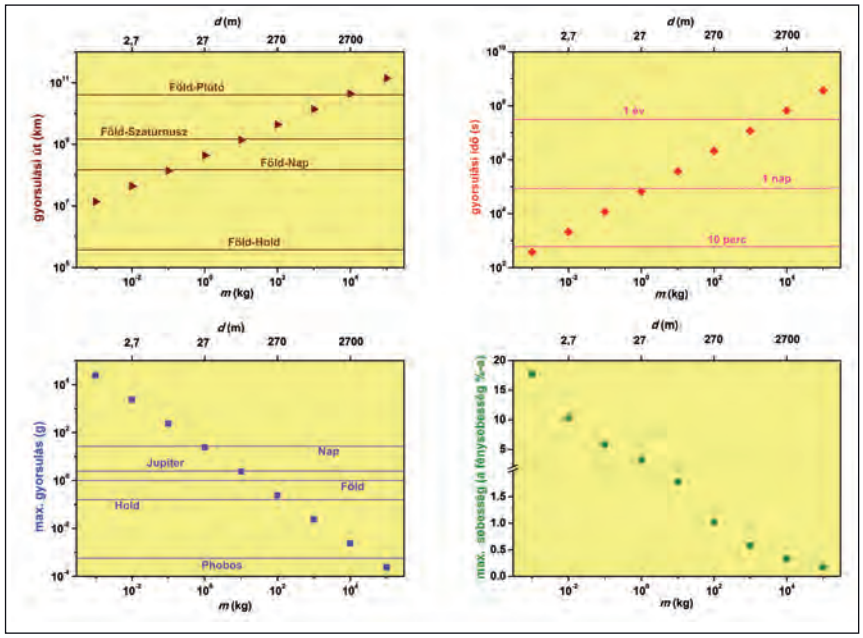
Egy csekély méretű űrszondába energiaforrást sem nehéz beleképzelni: radioizotópot használó termoelektromos generátorok (RTG) már régóta használatosak az űrkutatásban olyan eszközöknél, amelyek a napenergiát valamilyen okból nem tudják hasznosítani. Egy ilyen eszköz a radioaktív izotópok bomlásából származó hőt közvetlenül elektromos árammá alakítja a Seebeck-hatás segítségével. A **2. táblázat** öt különböző radioaktív izotópot sorol fel, amely elvileg alkalmas lehet ilyen célra. Ezek közül az első kettőt, a ^{238}Pu-ot és ^{90}Sr-ot jó ideje ténylegesen is használják már RTG-kben (amelyek néha űrkutatástól eltérő alkalmazásokban is fontosak), és már a ^{210}Po-mal és ^{241}Am-mal is vannak kísérletek. Az elképzelt 1 g-os szondát néhány évtizedig kellene működtetni, így fél évnél is rövidebb felezési ideje miatt a ^{210}Po-izotóp erre nem lenne alkalmas. A táblázatban utolsóként látható izotópot, a ^{60}Co-ot jelenleg nem használják RTG-kben, noha ötéves felezési ideje és tömegegységre eső nagy teljesítménye nagyon jól megfelelne a kis méretű űrszondák igényeinek. Érdekes módon az RTG teljesítményének megőrzésében a fénysebességhez közeli utazási sebesség segítene a relativitáselmélet értelmében fellépő időlassulás miatt.

Izotóp	felezési idő	elvi teljesítmény
238 Pu	87,7 év	0,54 W/g
90 Sr	28,8 év	0,46 W/g
210 Po	139 nap	140 W/g
241 Am	432 év	0,11 W/g
60 Co	5,27 év	17,7 W/g

2. táblázat. Néhány termoelektromos generátorban használható radioizotóp lényeges sajátságai

A szomszédos csillagrendszerekhez való eljutásnál nehezebb problémának tűnik az, hogy az űrszonda ott hogyan állhat pályára. Amíg ugyanis az utazási sebesség a fénysebesség 10–20%-a, addig egy másik csillag körüli pályára álláshoz ennek legalább az ezredrészére kell lassítani. Elvi lehetőség az új csillag fénynyomásának vagy napszelének kihasználása lehetne, esetleg a csillagrendszerben lévő égitestek mágneses tulajdonságainak felhasználása. Talán még érdekesebb ötlet a célcsillag exobolygóinak légkörében való közegellenállást felhasználó fékezés. Ilyen műveletet a valóságban a *Mars Global Surveyor* szonda 1997-ben már használt a Mars körüli pályára álláshoz, 2014-ben pedig a *Venus Express* ugyanígy lassult a Vénusz körül. Persze ezekben a példákban jóval kisebb sebességváltozásra volt csak szükség, mint egy csillagok közötti utazásnál. Az elvi lehetőségek közös tulajdonsága, hogy még közelítő megtervezésükhöz is a jelenleginél sokkal pontosabb információ szükséges a célpontnak kiválasztott csillagrendszerről. Így az első ilyen küldetés minden bizonnyal „flyby” típusú lesz, vagyis csak elrepül a kiválasztott csillag mellett, és közben a lehető legtöbb információt gyűjti össze a következő küldetéshez. A tervezett utazási sebességgel a Naprendszerben egy ilyen eszköz szűk három óra alatt repülne el a Nap mellett úgy, hogy közben kétszer keresztezné a Mars, a Föld, a Vénusz és a Merkúr pályáját. Az ilyen óriási sebességnek már az optikai képalkotásra is érdekes, torzító hatása lenne.

Akár sikerül az elért csillag körül pályára állni, akár nem, egy ilyen űrszonda csak akkor lehet az emberiség szempontjából sikeres és hasznos, ha adatokat küld vissza a Földre, vagyis képes a kommunikációra. Természetesen itt csak egyoldalú kommunikációról lehet szó: az űrszonda előre meghatározott program szerint működne, és a nyert adatokat visszaküldené a Földre valamilyen elektromágneses sugárzás segítségével. Az üzenetküldés még a legközelebbi csillagtól is bő négy évet venne igénybe egy irányba; ez semmiféle emberi beavatkozást nem tesz lehetővé. Valójában a kommunikáció kérdése az előzőekben ismertetett gyorsulási és lassulási problémáknál jóval nehezebben megoldható. Elvi számítások szerint a lézerhajtásnál felhasznált tükör és mindössze 10 W adási teljesítmény segítségével 4 fényév távolságból lehetne kb. 70 Mbit/s sebességgel kommunikálni, ami megközelíti egy ma használatos vezeték nél-



5. ábra. Elméleti számolási eredmények a fotonmeghajtási rendszerek jellemzésére; az alsó vízszintes tengelyen mindenhol az űrszonda tömege, a felsőn a tükör átmérője szerepel

küli Internetes adatátvitel sebességét. Az erre valóban alkalmas technológiáknak azonban manapság még nyoma sincsen. Elképzelhető, hogy folyamatos, állandó adási teljesítmény helyett kedvezőbb lenne szakaszosan, a teljes idő csekély részében jóval nagyobb adási teljesítményeket használni, de ehhez az egyébként is kicsi űrszondán még valamiféle energiatárolási rendszernek is kellene lennie.

Mindezen nehézségek ellenére Jurij Milner és a kezdeményezést támogató tudósok azt gondolják, hogy a legközelebbi csillagokig eljutó és a Földre adatokat küldő űrszonda egyetlen emberöltőn belül akár célba is juthat, mert a szükséges technológiai fejlődés nem nagy, ez a közeljövőben várhatóan megvalósul. Az első kihívás a mikroméretű eszközök pontos elkészítése, ebben a mobiltelefon-gyártóknak már ma is elég nagy tapasztalata van. A StarChip névre keresztelt részprojekt célja, hogy lényegében egyetlen csipen teljes űrszondát alakítsanak ki kamerával, áramforrással, navigációs és kommunikációs rendszerrel. A mai legjobb technológiákkal egy ilyen eszköz tömege 370 mg (vagyis alig több mint egy gramm harmada), a 2030-ig várható ipari fejlődés révén pedig valószínűleg 220 mg-ra csökken majd. Az ilyen StarChip-eket tömegesen is lehetne gyártani nagyjából egy okostelefon árával összevethető költséggel.

A második kihívás nanotechnológiai jellegű: a lézerhajtáshoz szükséges, igen kis tömegű tükör elkészítéséhez olyan anyagra van szükség, amely néhány száz atomnak megfelelő vastagságú rétegben is kellően stabil mechanikailag. Az eddig tesztelt napvitorlák még nem tesznek eleget ezeknek a követelményeknek, de nincsenek nagyon távol sem. A harmadik kihívás a megfelelő lézertechnológia kifejlesztése: a számításoknál feltételezett 70 GW teljesítményű lézer természetesen ma még nem létezik a Földön, azonban – amint arról már szó volt – kifejlesztésén más okokból is munkálkodnak a szakemberek, és a jelenlegi becslések szerint néhány évtizeden belül sikerrel is járhatnak. És Jurij Milner eltökéltsége révén ehhez jelenleg az anyagi feltételek is adottak.

Irodalom

1. Lente G.: Távolban egy napvitorla, Természet Világa, 2015, 146, 392-394.
2. K. Thorne: Az Interstellar és a természettudomány, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2015
3. P. Lubin: A Roadmap to Interstellar Flight, Journal of the British Interplanetary Society, 2016, 69, 40-72.
4. K. F. Long: Deep Space Propulsion, Springer, 2012
5. F. J. Dyson: Gravitational Machines, Interstellar Communication, 1963, 115-120
6. F. J. Dyson: Interstellar Transport, Physics Today, 1968, October, 41-45
7. R. Forward: Pluto, the gateway to the start, Missiles and Rockets, 1962, 10, 26-28
8. R. Forward: Roundtrip Interstellar Travel Using Laser-Pushed Lightsails, Journal of Spacecraft and Rockets, 1984, 21, 187-196
9. A. Tsiaras et al.: Detection of an atmosphere around the super-Earth 55 Cancri e., Astrophysical Journal, 2016, 820, ID99, 13 pp.
10. Guillem Anglada-Escudé et al: A terrestrial planet candidate in a temperate orbit

Talán még emlékeznek az olvasók: 2016-ban az eocén óriás egysejtű maradványát, a Szent László pénzeként is ismert legendás kövületet, a Nummulitest választották az év ősmaradványának. Az idén a legtöbb szavazatot a jégkorszak egyik emblematikus ősállata, a barlangi medve kapta. A szoros versenyben lemaradtak a további jelöltek: a Parascutella*, azaz a homoki dollárra emlékeztető miocén tengerisün, a második helyen végzett, és a tihanyi kecskeköröm rege ihletője, a pannóniai kagyló, a* Congeria ungulacaprae *csak a harmadik helyezést érte el.*

A nyertes tehát a barlangi medve, latin nevén az *Ursus spelaeus*, amely a mamut és a gyapjas orrszarvú mellett a jégkorszak egyik legjellegzetesebb állata. Maradványai Eurázsia számos pontján gyakoriak – vagy legalábbis azok voltak, amíg a gyűjtők és kutatók össze nem szedegették azokat. A hatalmas állat főként növényeket fogyaszthatott, de valószínű, hogy a mai barna medvéhez (*Ursus arctos*) hasonlóan nem vetette meg a húst sem. A barlangi medve az ősi ember kortársa volt, és a növekvő emberi népesség kitartóan irtotta a medvéket: kellett a hús, és kellett a barlang is, amely mindkét lénynek menedékül szolgált. Nehéz megválaszolni a kérdést, hogy kihalásukhoz mennyiben járult hozzá az ember, és mennyiben az embertől függetlenül is változó éghajlat és növénytakaró átalakulása.

Élő és elpusztult sárkányok nyomában

A barlangi medvékkel küzdő őseink annak láthatták a medvéket, amik azok valójában is voltak: félelmetes vadállatnak, alkalomadtán ellenségnek, amellyel meg kellett küzdeniük, ha harcra került a sor. A középkor embere azonban már nem láthatta az élő állatot, de rábukkant hatalmas csontjaira, így a koponyákra is, amelyek akár félméteresek is lehettek – kétszer akkorák, mint a barna medve koponyája. A koponyák tetején hátul, a rágóizmok tapadására szolgáló magas taréj és az óriási szemfogak a sárkányokat idézték. Ráadásul a csontok nagy része barlangokból került elő. Ezek az egyszerű okai annak, hogy a XV–XVII. században született útleírások és visszaemlékezések bővelkednek a hegyek között, vagy a barlangokban tanyázó sárkányokról szóló feljegyzésekben. E korai említéseket elsőként Tasnádi Kubacska András „A mondák állatvilága”című, 1939-ben kiadott könyvében gyűjtötte színes csokorba, és a régóta ismert adatokat a közelmúltban Farkas Gábor (2013) újabb hivatkozásokkal egészítette ki.

Az említett munkákból tudjuk, hogy az egyik első sárkánykutató az eperjesi kirurgus, Johann Patersonius Hain (1615-1675)

FŐZY ISTVÁN

Az év ősmaradványa 2017

A Kárpátok sárkánya, a barlangi medve

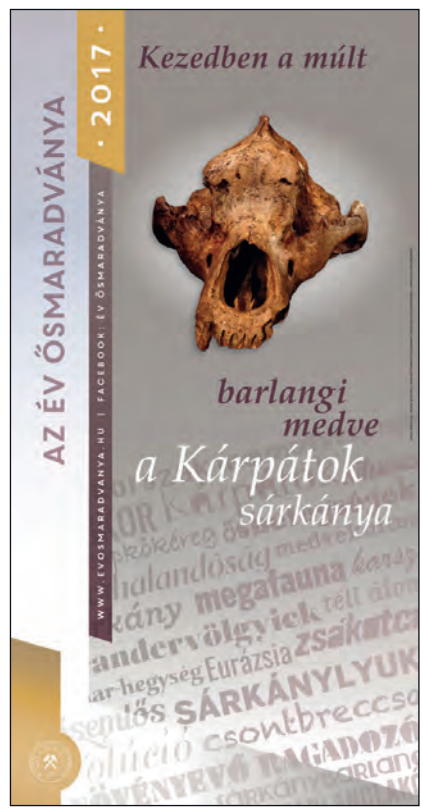
volt; Tasnádi, a korának gyakorlatához híven, csak Hain Jánosként említi az orvost. Hain a felvidéki parasztoktól összeszedegette a hatalmas csontokat, a gyűjtőket kifaggatta, és maga is – személyesen – a sárkányok nyomába eredt. Tapasztalatairól levelekben számolt be német barátainak, és a csontok egy részét – bizonyítékképpen – postán, csomagban, el is küldte nekik. Ezek a rövid feljegyzések latin nyelven, Lipcsében jelentek meg, egy természetrajzi, orvosi érdekességeket és ritkaságokat ismertető „Miscellanea curiosa …" című lapban (a teljes cím egy sorban sem férne ki). Ma már mosolygunk rajta, de ez a Kárpátok sárkányairól szóló tudósítás (*De draconibus Carpathicis*) fontos tudománytörténeti dokumentum: ebben található az első hazai vonatkozású őslényábrázolás. Dolgozatának végén az eperjesi kirurgus büszkén jelentette: „*Azt hiszem, sikerült sok mindent megvilágítanom és a sárkányok történetét érthetőbbé tennem*."

Beszámolók persze korábbról is vannak. *Petrus Ransanus* (1428–1492), a hazánkban is működő itáliai szerzetes és történetíró már Hain előtt két évszázaddal részletesen beszámolt a Partium és Erdély barlangjairól, „*amelyekben sok érintetlenül maradt sárkánykoponya és csont található*". Ransanus érdekesnek találta a dolgot, kiváltképp mert „*azon a vidéken ilyenfajta állatok nem élnek, bár néhányan úgy tartják, hogy az özönvíz idején Afrikából vagy máshonnan, ahol sárkányok élnek, a kiáradó víz sodrával kerültek ide ezek a testek*." A leírások arról tanúskodnak, hogy a humanista történetíró maga is egy „sárkánykoponya" boldog tulajdonosa lehetett.

Voltak, akik nemcsak kutatták, nemcsak elképzelték, hanem állítólag látták is a sárkányt… Sőt! Olyan feljegyzés is akad, amely arról számol be, hogy volt, aki barlangjából előcsalta a sárkányt és messzire repült rajta. Ehhez elég nehéz bármit is hozzátenni. Egy másik leírás pedig arról szól, hogy egy oláh egyszer elégetett egy élő sárkányt, amely egy fa odvában lakott; ennek a történetnek talán egy nagyobb gyík, vagy valami más hüllő lehetett az ihletője.

A titok nyitja

Persze mindig akadtak olyanok is, akik nem hittek a sárkánymesékben. Volt, aki egyszerűen „ismeretlen állatok" maradványainak tekintette a csontokat, és volt, akinek feltűnt a medvecsontokkal való erős hasonlatosság is. *Johann Friedrich Esper* (1732–1781) teológus és természettudós már 1774-ben jegesmedve-maradványokként értelmezte a sárkánycsontokat, és húsz évvel később, 1794-ben honfitársa, a lipcsei *Johann Christian Rosenmüller* (1771–1820) hivatalosan is elnevezte az *Ursus spelaeus*t, azaz a barlangi medvét. A hazánkon átutazó angol természetbúvár, *Robert Townson* (1762–1827) 1796-ban kiadott útleírásában már minden kétséget kizáróan kijelenti, hogy a nevezetes felvidéki sárkánybarlangokból származó csontok vagy a jegesmedve (*Ursus maritimus*), vagy a barlangi medve maradványai lehetnek. Townson egyébként személyesen fel is kereste a deménfalvi „sárkánybarlangot", amely Hain kiadott leveleinek köszönhetően amolyan kihagyhatatlan természeti látványosság lett az idők folyamán.



A Kárpátok sárkánya, az év ősmaradványa – barlangi medve koponyájával

A sárkány-sztorinak a Párizsban dolgozó nagy tekintélyű *Georges Cuvier* (1769–1832), az összehasonlító anatómia atyja adta meg a kegyelemdöfést. Cuvier 1806-ban rámutatott, hogy az európai sárkányok legendája a barlangi medve maradványainak félreértelmezése nyomán született. Bizonyítékul éppen a Hain-féle koponyaábrázolás szolgált. Az emberiség szegényebb lett egy csodálatos mesével, de közelebb jutott a természet megismeréséhez.

Lássuk a medvét!

Hogy milyen állat lehetett a barlangi medve? Kinézetéről, habitusáról pontos képet alkothatunk az ősember végtelenül egyszerű, de mégis rendkívül kifejező barlangrajzai alapján. Találtak lapos kövekre karcolt medveábrázolásokat is. Ismerjük a barlangok agyagjába süppedt lábának nyomát, de legtöbbet mégis a csontok árulnak el. Kinézetre hasonlított az Európában ma is élő barna medvékre, de azoknál jóval testesebb volt. Tömege 300–700 kg lehetett – a hímek akár kétszer nagyobbak is voltak, mint a nőstények. A legnagyobb példányok az északamerikai grizzly, a Kodiak-medve, illetve a jegesmedve méreteihez hasonlíthatók.

Mellső végtagjai rövidek, mancsai hatalmas voltak – félelmetes karmainak nyomát ott hagyta a barlangok falán. Koponyája magas volt, homloka meredek. Pofájának szembetűnő elemei voltak a hatalmas szemfogak. Állkapcsában elől hiányoztak a barna medvékre jellemző premolárisok, azaz kisőrlők. Ezzel együtt a hátulsó moláris, azaz a nagyőrlő, különösen hosszú volt. Az őrlőfogak gumós rágófelülete inkább a vaddisznók mindenevő fogazatát idézi, és nem a valódi ragadozók tarajos zápfogait.

Egy jobbára vegetáriánus ragadozó

Mit evett hát a barlangi medve? Bár a medvék a ragadozók (Carnivora) rendjébe tartoznak, éppen a fenn tárgyalt fogazat arról árulkodik, hogy nem kifejezetten húsevők voltak. Sőt! Minden okunk

Barlangi medve koponyája Johann Patersonius Hain munkájában. „A Kárpátok sárkányairól” közölt tudósításban található metszet a barlangi medve első ábrázolása, és egyúttal az első magyarországi ősmaradvány-ábrázolás is. A koponya el van rajzolva: elülső része némiképp felülről, hátulsó része oldalról látszik. A zápfogak alakjuk szerint inkább szarvas, vagy valami egyéb patás állat fogainak tűnnek. A nagyon jellegzetes és hatalmas szemfog hiányzik, illetve a rajz felső részén külön ábrázolták. A fogak egyébként könnyen kihullanak az állat pusztulása után. A szemfog helye, az alveolus, ott sötétlik a koponya elülső részén. A premoláris (kisörlő) fog helyén azonban egy oda nem illő görbe fog ül – ez talán egy másik, kisebb medve szemfoga lehet. A koponya mellett található másik két kicsi csont közül az egyik pedig nem is a medve, hanem a barlangi oroszlán utolsó ujjperce, azaz karma

megvan azt feltételezni, hogy az *Ursus spelaeus* mindenevő volt. A mai barna medve is főként gyökerekkel, hajtásokkal, bogyókkal él, de elfogyasztja a kisebb állatokat, pl. csigákat is; karmaival szétszaggatja a korhadó fatörzseket és kikaparja a hangyákat, rovarokat – eszik, amit talál. Alaszkában gyakori látvány a halakra lesben álló medve. Alkalomadtán nagyobb vadakat is elejt, és zsákmányára egész addig visszajár, amíg abból csak a csont és a bőr nem marad. Minden jel arra utal, hogy a barlangi medve is hasonló étrenden élt. Ez persze nem jelenti, hogy „jámbor növényevő” lett volna. Az útjába kerülő kisebb élőlények, köztük az ősember számára félelmetes ellenség képében tűnhetett fel.

Élőhelye – lelőhelye

Csontjait leginkább barlangokban találták, erre utal fajneve (*spelaeus*) is, és jó okunk van feltételezni, hogy idejének jelentős részét valóban a barlangokban is töltötte. Barlangok pedig leginkább a hegyek közt találhatók. Ezek után nem meglepő, ha Európa számos hegyvidékéről ismerjük maradványait. Tényleges elterjedési területe Anglia déli részétől kezdődően, Nyugat-Európán át égészen a Fekete-tengerig, ill. a Kaszpi-tengerig húzódott. Híresek a Spanyolországból, Franciaországból előkerült barlangimedve-leletek. A csontok az Alpok 1500–2000 méter magasan nyíló barlangjaiban is gyakoriak. Az itt élt barlangi medvék azonban jóval kisebbek voltak, mint a máshonnan ismertek. Az erdőhatár felső széléhez közeli pásztában a növényzet meggyérül, és valószínű, hogy az elégtelen táplálkozási feltételekkel magyarázhatjuk az alpi medvék törpe termetét.

A Kárpátokból ismert előfordulás – mint láttuk – klasszikusnak tekinthető, de számos, jól dokumentált barlangimedve-előfordulást ismerünk hazánk mai területéről is, elsősorban a Bükk, a Pilis és Aggtelek területéről. Előfordul, hogy a barlang elnevezése is utal a leletekre. Sárkánylyukból több is van az országban, a hivataloson Kis-kevélyi-barlangként ismert sziklaüreget pedig Mackó-barlang néven említik. A régóta ismert erdélyi sárkánybarlangokban mára már nem sok csont maradt, de a Peştera Urşilornak, azaz a Medvék barlangjának elkeresztelt járatot csak 1983-ban fedezték fel. A leírások szerint 140 medve maradványát tárták fel itt.

A barlangi medve azonban nem csak ott élt, ahol barlangot talált. A sík vidékről, az egykori tundra területéről is szép számmal előkerültek a maradványaik. Hazánk egyik legfontosabb barlangimedve-lelőhelye is egy lapályon, pontosabban szólva egy alacsony fennsíkon található sekély völgyben van. Budapesthez közel, Érd közvetlen határában húzódik a már nevében is különleges Fundoklia-völgy. *Gáboriné Csánk Vera* régész vezetésével több tízezer állatcsontot és ősemberi eszközöket, tűzhelynyomokat stb. találtak itt. A csontok halmokban hevertek, és a leggyakoribbak a barlangi medvék csontjai voltak. Egy jellegzetes „medvés” csontkupacban 970 medvecsontot azonosítottak, és a többi ott talált 94 csont tucatnyi különböző más állattól (farkastól, hiénától, oroszlántól, mamuttól, vadszamártól, szarvasféléktől) maradt fenn. A sok csontot az egykor itt

A kutatók úgy vélik, hogy a barlangi medvék több időt tölthettek barlangokban, mint a ma is élő barna medvék, amelyek leginkább csak a téli álom idejére keresik fel a sziklaodúkat. Ráadásul azokkal ellentétben nem a szűk, ember számára járhatatlan üregeket keresték, hanem a tágas, nagy barlangokat – akárcsak őseink. A barlangban könnyen megőrződik az ott felhalmozódó csont, amelyet betemethet az üregbe bekerülő agyag, vagy beboríthat a vízből kiváló cseppkőkéreg. Az ép csontvázak ritkák – ezek megőrződéséhez különös szerencse kell. A barlangi medve gyakori állat volt, és a fosszilizálódás szempontjából nem számít, hogy a csontok ott elhullott egyedek, vagy ember által behurcolt zsákmányállat maradványai. Ez az oka annak, hogy az *Ursus speleaus* csontok egyes helyeken nagyon gyakoriak. A képen a Csobánka feletti Kis-kevélyi-barlang tágas bejárata látható. A félhivatalosan Mackó-barlangként is ismert sziklaüregből rengeteg medvecsont került elő

Barlangi medvék araszny péniszcsontjai. Jobb oldalon egy eltörött, majd összeforrt péniszcsont látható. Tasnádi Kubacska András szerint „az állatok, különösen a nőstény rendkívüli türelmetlensége" okozhatja az ilyen – súlyos sérüléssel járó – baleseteket

élő emberek halmozták fel, és az érdi vadásztelepen feltárt hulladékhalmok vizsgálata arra világított rá, hogy a legfontosabb zsákmányállat éppen a barlangi medve volt. Az érdi medvevadászok életéről további izgalmas adatokkal szolgál *Az ősember Magyarországon* című könyv. *Vértes László* 1957-ben megjelent könyve pedig, a *Medveemberek krónikája* főként a bükki ásatások tapasztalatai alapján született.

Magyar medvék és medvetanulmányok

A barlangi medve látványos csontjai a korai természetbúvárok képzeletét is megragadták. A „sárkány-korszakot" követően az első felfedezésekről már *Kovács János* (1816-1906) tudósított a „Földtani Közlöny" elődjeként tekinthető „*Munkálatok*"-ban, 1863-ban. Később *Primics György* (1849–1893) 1890-ben „A barlangi medve hazánkban" című cikkében már részletesen beszámol a sok lelőhelyről és leletről.

A legtöbb maradvány a késő-pleisztocén második feléből (kb. 70–15 ezer évvel ezelőtti időszakból) ismert. A múzeumok különösen sok medvecsontot őriznek a Bihar megyei Oncsásza- és Igric-barlangokból. Az oncsászai barlangban Primics egy teljesen ép csontvázat is talált, amelyet azután ki is állítottak a Földtani Intézet Múzeumában. Az Igric-barlangból pedig mintegy 300, többé-kevésbé ép barlangimedve-koponya került elő, amelyekkel éveken keresztül foglalkozott a később vegyészként tevékenykedő földtani intézeti szakember, Majer István (1887–1953). Eredményei jórészt publikálatlanok maradtak, csak néhány, a medvék törzsfejlődését kritikailag tárgyaló cikke jelent meg.

A barlangi medvét választotta bölcsészdoktori értekezése témájául Mottl Mária is. Az „*Igric-barlang medvekoponyáinak morfologiája*" című kismonográfiája 1932-ben jelent meg. Az Igric-barlang csontanyaga egyébként azért is különösen gazdag, mert a hely azon barlangok egyike volt, amelyet a medvék folyamatosan, hosszú időn át laktak. Csontvázaik így úgyszólván helyben halmozódtak fel. Az elpusztult állatok tetemeit, illetve vázrészeit felhőszakadások vagy áradások vize sodorta a barlang legmélyebben fekvő részébe, a Medveörvénynek is nevezett Csontterembe.

A gyűjteményekben évtizedek alatt felgyülemlő hatalmas barlangi medve csontanyag kiváló lehetőséget kínált

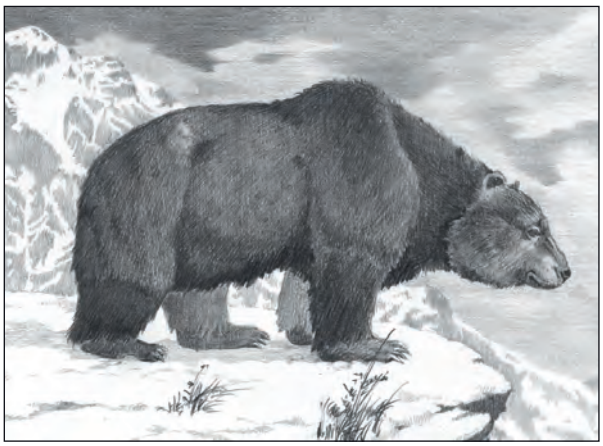
A bihari Igric-barlangból származó barlangimedve-koponyák a Magyar Természettudományi Múzeum Őslénytárának mélyraktárában. A paleontológusokhoz hasonlóan őseink is gyűjtötték a medvekoponyákat. A bükki Kőlyuk-barlangban például három, egymás mellett szabályosan elrendezett koponyát találtak, más barlangokban pedig a nagy, lapos kövek alatt gondosan elhelyezett koponyák és csontok árulkodtak a hajdani medvekultuszról

Barlangi medve metszőfogai a bükki Istállóskői-barlangból. Az ásatásokon olykor száz- és ezerszámra kerültek elő barlangi medvék maradványai. Ahogy a barlangok kiürülnek, úgy telnek meg lassan a múzeumi szekrények. Az átfúrt medvefogakat az ősi ember akár ékszerként is viselhette – bár ilyen holmit nem találtak a hazai anyagban. Az Istállóskői-barlangból azonban előkerült egy olyan síp, amely a medve átfúrt ujjpercéből készült

paleopatológiai megfigyelések végzésére is. E téren Tasnádi Kubacska András „*Az ősállatok pathologiája*" című, 1960-ban megjelent könyve a legátfogóbb munka. A fogak, ízületek, csigolyák és bordák különböző megbetegedései és sérülései mind jól nyomozhatók a barlangi medve csontjain. Az egyes elváltozásokat, töréseket ábrázoló fényképfelvételek között találunk olyat is, amely a medve eltörött és callusszal gyógyult péniszcsontját (baculum) ábrázolja.

Egyéb medvék

Hazánk területéről egyébként nem a barlangi medve a legidősebb medvelelet. Az első medveszerű állatokat a miocén második feléből, a pannóniai üledékekből ismerjük. A miocén különben a medvék sokirányú és gyors fejlődésének fontos időszaka volt. A *Kormos Tivadar* (1881–1946) által Baltavárról *Ursus ponticus*ként leírt medveszerű állat maradványait *Kretzoi Miklós* (1907–2005) később az *Indarctos* nemzetségbe sorolta. Pannóniai korúak azok a Rózsaszentmártonból és Hatvanból származó fogak is, amelyekre Kretzoi – a rá oly jellemző határozottsággal – önálló nemzetséget (*Agriarctos*) s azon belül két új fajt alapozott. Az *Agriarctos gaali* és az *Agriarctos vighi* egy, a medvék családján belüli olyan alcsalád kihalt képviselői, amelynek ma is élő tagja az óriáspanda.



Az ősi ember számára félelmetes ellenség lehetett a ma is élő barna medvénél jóval termetesebb és erősebb barlangi medve

A késő-pliocén–kora-pleisztocén időszakból is ismerünk medvéket. A még struccleleteket is tartalmazó, és több szempontból is egyedülálló Kislángról előkerült faunából ismeretes a kistermetű medve, az *Ursus etruscus*, amely feltehetően azonos az *Ursus arvernensis* néven leírt alakkal.

Az őslénytani irodalomban további medvékkel is találkozhatunk. Kretzoi Miklós írta le a középső-pleisztocén *Ursus gombaszoegesis*t és a még idősebb az *Ursus stehlini*t. Utóbbi Villányból származik. A barlangi medve őse az *Ursus deiningeri* lehetett, és az első barlangi medvék a jégkorszak utolsó melegebb időszakában (interglaciális) jelentek meg.

Korunk barna medvéje (*Ursus arctos*), amely ha számban megfogyatkozott is, még mindig él a Kárpátokban, nem leszármazottja a *deiningeri-speleaus* fejlődési vonalnak, hanem egy azzal párhuzamos evolúciós ágat képvisel.

Az utolsó barlangi medvék

A barlangi medvék a jégkorszak utolsó hideg periódusában (glaciálisában) tűntek el. Az *Ursus speleaus* a pleisztocén végi megafaunaként ismert ősállat-együttes jellegzetes tagja volt. Együtt élt a késő-jégkori gyapjas mamuttal, a barlangi oroszlánnal, az óriásszarvassal, a sztyeppei bölénnyel és a barlangi hiénával is. Az egész menazséria fokozatosan odalett, amint az északi féltekén visszahúzódott a szárazföldi jégpáncél és nyomában gyökeresen megváltozott a növénytakaró, és végső soron az egész élővilág. Patersonius Hain felvidéki sárkányainak utolsó képviselői kb. 30 000 évvel ezelőtt tűntek el a Felvidékről; ezt a legújabb radiokarbon adatok alapján ma már elég bizton lehet állítani. További néhány ezer év elteltével pedig egész Eurázsiából kihaltak a barlangi medvék. Kihalásukat talán a folyamatosan és gyorsan változó természeti környezet okozta, amihez nem tudtak alkalmazkodni.

De van itt még valami, amit a különböző kutatók más-más súllyal vesznek számításba. A lassan eltűnő barlangi medvék már együtt éltek a neandervölgyi ősemberrel (*Homo neanderthalensis*), és a később feltűnő modern ember (*Homo sapiens*) korai képviselőivel is. A kőkorszak embere vadászott a medvére, amelynek húsa fontos táplálék volt, gereznája értékes prémként szolgált, és talán még fontosabb lehetett, hogy a medvéktől elfoglalt barlangokban a korai emberek is védelmet találtak. A barlangokból előbújó medvéket talán súlyos kövekkel sújtották halálra és az is lehet, hogy a téli álmot alvó medvékre rátört a kőbaltával, fa dárdákkal felszerelt ősember. Találtak olyan medvekoponyát, amelyben máig benne van a csontba fúródott dárdahegy. Könnyen elképzelhető, hogy az állat járását kiismerő ősember vermet ásott és csapdát állított a barlangi medvének. Akárhogy is volt, az emberi nem és a barlangi medvék küzdelme az emberiség alighanem leghosszabb háborúja volt, amelynek során mindkét fél komoly veszteséget szenvedhetett el. A paleolitikum végével azonban az utolsó barlangi medvék is odalettek, és ettől kezdve az ember már csak a másik embertől vehette el a barlangot. A területért és a javakért való ember ember elleni küzdelem gyakorlata azóta sem ment ki a divatból.

A gyapjas mamut (*Mammuthus primigenius*) és az óriásszarvas (*Megaloceras giganteus*) a barlangi medve kortársai voltak – Szunyoghy András ceruzarajzai

Irodalom

Farkas Gábor Farkas (2013) Ransanus és a sárkány – Erdélyi Múzeum, LXXV/4, 32–37.

Gáboriné Csánk Vera (1980): Az ősember Magyarországon, Budapest, Gondolat, p. 264.

Tasnádi Kubacska András (1939): A mondák állatvilága, Budapest, Magyar Királyi Természettudományi Társulat, p. 372.

VÁSÁRHELYI ZSÓKA ANNA

A munkamegosztás ezer arca és egy modellje

Aki a biológiai szakirodalomban a munkamegosztás kifejezést keresi, jelenségek felfoghatatlan sokaságára bukkan. Munkamegosztás előfordul ugyanis gének között, sejtek között, szervek között, egyedek között, vagy akár közösségek között is, azaz a biológiai szerveződés összes szintjén. A következőkben példákon keresztül ismertetek egy rendszerezési elvet, aminek segítségével a jelenségek közötti hasonlóságok, illetve különbségek könnyebben áttekinthetők, valamint bemutatom a szociális munkamegosztást vizsgáló elméleti modellünket és eredményeinket.

Mi is a munkamegosztás? Legegyszerűbben talán úgy fogalmazhatjuk meg, hogy az, amikor együttműködő egységek egymást kiegészítő funkciókat látnak el valamilyen közös cél érdekében. Ez a megfogalmazás talán túlzottan általánosnak tűnik, de ahogy utaltam rá, annyira különböző szerveződési szinteken, szituációkban és célok érdekében fordul elő munkamegosztás, hogy az általánosítás szükségszerű. Ahhoz, hogy vizsgálataink tárgyát, a *szociális* munkamegosztást ennél konkrétabban is definiálni tudjuk, a munkamegosztással kapcsolatos jelenségeket két fontos tulajdonságuk alapján az **1. táblázatban** is látható négy csoportra bontottam. Az egyik fontos szempont, hogy az adott munkamegosztás szoros kapcsolatban áll-e a szaporodással, a másik pedig, hogy a részt vevő egységek egy egyeden belül találhatók, vagy esetleg maguk is egyedek. *Szociális munkamegosztásnak* az *1. táblázat* jobb alsó cellájába sorolt jelenségeket nevezem, azaz a szaporodással nem kapcsolatos, *egyedek közötti munkamegosztást*. A következőkben lássunk néhány példát a munkamegosztás egyes típusaira!

Szaporodással kapcsolatos munkamegosztás

A szaporodással kapcsolatos, egyeden belüli munkamegosztás elemi példája a többsejtűség kialakulása, vagyis az a nagy jelentőségű evolúciós átmenet, amely során a korábban magányos egysejtűek elkezdtek kolóniákat, telepeket, majd fokozatosan egyre bonyolultabb többsejtű szervezeteket alkotni. A többsejtűség kialakulásának fontos lépése, hogy míg bizonyos sejtek megőrzik szaporodóképességüket, mások elvesztik azt. Ennek értelmében tehát minden többsejtű állategyedben reproduktív munkamegosztás működik. Nem mindig egyértelmű azonban, hogy a szerveződés melyik szintjét nevezzük *egyednek*. A telepes medúzák például rengeteg apró, számos különböző funkcióra specializálódott többsejtű medúzaegyedből állnak, mégis magára a telepre hivatkoznak, mint egyedre. A legismertebb ide tartozó faj a portugál gálya (**1. ábra**), amely a nyílt tengervízen zöldes-lilás-kékes színekben pompázó, gázzal telt hólyaggal vitorlázik, és kis halakkal táplálkozik. A portugál gálya testét alkotó apró medúzák aszexuális szaporodással jönnek létre, így a telepet alkotó egyedek genetikailag azonosak.

1. ábra. Portugál gálya (balra) és szurikáták (jobbra). Mindkét fajnál reproduktív munkamegosztás alakul ki: a portugál gályánál egyeden belül, a szurikátáknál egyedek között. *(Köszönet a képekért a Dunn Labnek: http://dunnlab.org, és a Burrard-Lucas Photographynak: http://www.burrard-lucas.com/)*

Az egyed fogalmának kérdése felmerül az ún. euszociális rovartársadalmak (termeszek, hangyák, méhek) esetében is. Jól ismeri mindenki, hogy ezekben a rovartársadalmakban általában egy vagy nagyon kevés nőstény szaporodik, ő a királynő. Az összes többi nőstény steril, ők a rovartársadalom komplexitásától függően akár több kasztba is tagozódhatnak, és más-más módon vehetnek részt a kolónia életében, de sohasem szaporodnak. Az euszociális társadalmak annyira hasonlítanak egy többsejtű élőlény felépítéséhez, hogy egyesek szerint nem is rovartársadalomként, hanem inkább szuperorganizmusként kéne rájuk tekintenünk, tehát a helyzetük kicsit hasonlít a portugál gályáéhoz.

Találkozhatunk azonban olyan példákkal is, ahol a reproduktív munkamegosztás teljesen egyértelműen különböző *egyedek között* zajlik: sok szociális fajnál tapasztalható, hogy erős hierarchia áll fenn az egyedek között, és csak a hierarchia tetején álló alfapáros szaporodhat, ám bármelyik csoporttagnak van esélye arra, hogy egyszer alfaegyed váljon belőle. Ilyen szaporodási rendszerben élnek például a szurikáták (*1. ábra*), ahol a csoportban egy szaporodó pár van, és a többi egyed, a nőstények és a hímek egyaránt részt vesznek az alfapár utódjainak gondozásában, etetésében, védelmében.

Ha kicsit tágabb értelemben tekintünk a szaporodással kapcsolatos munkamegosztásra, a szexuális szaporodást önmagában is ide sorolhatjuk, hiszen a két szülő sohasem fektet ugyanannyi energiát az utódok létrehozásába és gondozásába. Sőt, éppen az eltérő típusú és mértékű befektetés miatt kialakulhat egy másodlagos munkamegosztás a szülők között, ami ily módon szorosan kapcsolódik a szaporodáshoz. Említhetnénk erre példaként emberi társadalmakat is, ahol, míg a férfiak klasszikusan több munkát végeznek „házon kívül", addig a nők a házimunkából veszik ki a nagyobb részt.

Láttuk tehát, hogy bár néha nehéz megállapítani, hogy mi számít egy egyednek, az egyeden belüli és egyedek közötti szaporodással kapcsolatos munkamegosztás nagyon elterjedt.

	SZAPORODÁSSAL KAPCSOLATOS	SZAPORODÁSSAL NEM KAPCSOLATOS
EGYEDEN BELÜLI	Egysejtű algák kolóniái Többsejtűség Telepes medúzák kolóniái	Specializált rokon gének Sejtszervecskék Specializált végtagok
EGYEDEK KÖZÖTTI	Steril kasztok hangyakolóniákban Szaporodási hierarchia szurikátáknál Kétszülős utódgondozás Nemek közötti munkamegosztás	Csimpánzok kooperatív vadászata Steril hangyák specializált kasztjai Szociális pókok munkamegosztása Iparosodott társadalmak felépítése

1. táblázat. A rengeteg különböző, de közösen munkamegosztásként címkézett természeti jelenség egy lehetséges felosztása néhány szemléltető példával. A munkamegosztás megjelenhet egy egyeden belül vagy egyedek között is, valamint kapcsolódhat szorosan a szaporodáshoz, vagy lehet attól független

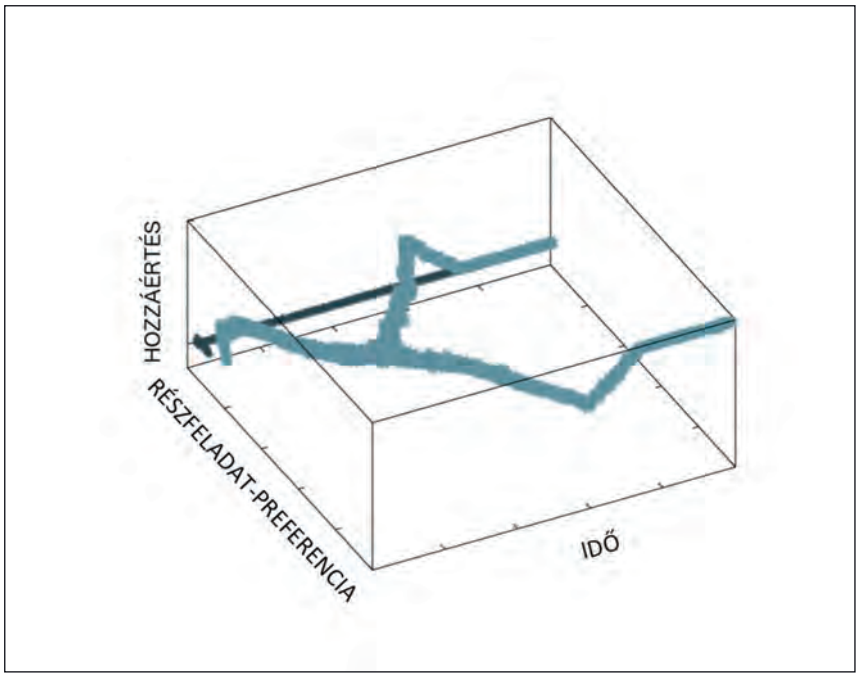
Szaporodással nem kapcsolatos munkamegosztás

Vegyük szemügyre most a munkamegosztásnak azon eseteit, ahol nem a szaporodás az elsődleges kiváltó oka az aszimmetrikus együttműködési formának. Az egyeden *belüli* példákért nem kell messzire mennünk, elég saját testünk hierarchikus szerveződésére, és az azonos szinten egymást kiegészítve működő egységekre gondolnunk, azaz szervrendszereinkre, szerveinkre, szöveteinkre, sejtjeinkre. De akár egyetlen sejten belül gondolhatunk a sejtszervecskékre, fehérjékre, génekre is. A gének együttműködésének alapja lehet pl. egy véletlen mutáció, aminek eredményeképp egy gén megkettőződik, majd a két, kezdetben azonos gén, további mutációk során egymást kiegészítő funkciókra specializálódik. De ebbe a kategóriába tartozik az ízeltlábúak lábainak specializációja is, így pl. a folyami rák ollóinak vagy a zöld lombszöcske hosszú hátsó ugrólábainak kialakulása.

Végül elérkeztünk a számomra legérdekesebb kategóriához, a szaporodással nem kapcsolatos, egyedek *közötti* munkamegosztáshoz, amelynek érdemes a szociális munkamegosztás nevet adni. Az ebbe a kategóriába sorolható jelenségek az embernél nagyságrendekkel gyakrabban fordulnak elő, mint más fajoknál. Ám találunk rá 1–2 példát az állatvilágban is. A következőkben ezek közül mutatok be egy érdekeset, a pókok szociális munkamegosztását.

Régóta ismeretes, hogy az alacsonyabb viselkedési komplexitású élőlények között is találunk különböző **ún. állati személyiségeket**, azaz már a pókok és más ízeltlábúak körében is felfedezhetünk időben és térben többé-kevésbé állandó öröklődő viselkedési különbségeket. Ilyen különbségeket találhatunk az állatok aktivitásában, bátorságában, agresszivitásában stb. Azt is tudjuk, hogy a közismerten ragadozó pókok között is előfordulhat jelentős szocialitás: bizonyos fajok nagy számban élnek együtt, közös hálóban, akár többezres kolóniákat alkotva (**2. ábra**). Nemrégiben *Wright* és munkatársai egy kísérletben megmutatták, hogy az egyik ilyen szociális fajnál személyiségalapú munkamegosztás alakul ki: az együtt élő nőstény pókok közül a szelídebbek az utódgondozásban vesznek részt, az agresszívebbek, bátrabbak pedig a préda elejtésében, illetve a háló rekonstrukciójában. Sőt nemcsak, hogy ezeket a részfeladatokat látják el, de ezekben bizonyíthatóan jobban is teljesítenek, mint a másik viselkedési típusba tartozó egyedek. Úgy tűnik továbbá, hogy ez a munkamegosztás egyáltalán nem magától értetődő, hiszen azoknál a pókfajoknál,

2. ábra. Szociális pókok *(Stegodyphus spp.)* egyedi jelöléssel ellátva egy kísérlethez (balra) és a préda kooperatív elejtése közben (jobbra). *(Köszönet a képekért a Spidarlabnek: http://www.spiderlab.dk)*



3. ábra. A populáció sorsa attól függően, hogy milyen kezdeti állapotból indítjuk. A sötétkék pontsor azt mutatja, amikor a populáció abba az extrém helyzetbe jut, ahol mindenki ugyanahhoz a részfeladathoz ért. A világoskék pontsor esetében a populáció először úgy változik, hogy csupa generalistából álljon, majd kétféle specialistacsoportra bomlik, amelyek kis költséggel és nagy valószínűséggel végzik saját feladataikat

ahol csak időszakos az együttélés, nem alakul ki hasonló feladatfelosztás.

A szociális munkamegosztás azonban leginkább az embernél jelenik meg: a mai iparosodott társadalmakban az élet teljesen elképzelhetetlen szociális munkamegosztás nélkül. Evolúciónk során azonban ez nem mindig volt így. Igaz, őseink mindig is szociális csoportokban éltek, de ezekben a csoportokban nem feltétlenül fordultak elő specializált egyedek: mesteremberek, kereskedők, művészek. Legfeljebb egy-egy sámán, varázsló vagy más spirituális vezető. Erre persze bizonyítékaink nincsenek, de ha megfigyeljük a ma is létező, folyamatosan vándorló vadászó-gyűjtögető népek társadalmi berendezkedését, akik feltehetőleg viszonylag hasonlóan élnek 15 000– 50 000 évvel ezelőtti őseinkhez, azt tapasztaljuk, hogy a szociális munkamegosztás nem jellemző rájuk. Legfeljebb egy-egy vadászati módszerre vagy prédaállatra specializálódhatnak egyesek, de ez se jelenik meg mindenhol. Igaz, van munkamegosztás a nemek között, illetve a gyerekek és az öregek is külön feladatokat látnak el, de érezzük, hogy ez nem valódi szociális munkamegosztás, hiszen mind a nemek, mind a különböző életkori csoportok szaporodási szempontból nagyon különböznek egymástól. Az egész életen át tartó specializáció és szociális munkamegosztás tehát viszonylag késői evolúciós szerzemény lehet, az első bizonyíték a mesterségek létrejöttére például csak a földművelés megjelenése utánról, úgy 8000–10 000 évvel ezelőttről származik. A mai vadászó-gyűjtögetők példája ezt jól illusztrálja: akik a tradicionális életmód mellett maradtak, ott továbbra sincs specializáció, akik viszont szorosabb kapcsolatba kerültek az iparosodott társadalom vívmányaival (oktatással, fegyverekkel, turizmussal stb.), ott megjelentek nagyobb különbségek az egyes emberek életmódja között.

Ezt a folyamatot, az állandó munkamegosztás megjelenését és hatását az egyedek viselkedésére, munkatársaimmal egy egyszerű modell segítségével vizsgáltuk. Elsősorban arra voltunk kíváncsiak, hogy milyen körülmények kedveznek az állandó szociális munkamegosztás megjelenésének, illetve hogy hatására kialakulnak-e konzisztens és öröklődő viselkedési különbségek.

A munkamegosztás egy modellje

A modell felépítése

A szociális munkamegosztást egy társadalomban természetesen csak leegyszerűsítve, a lényeget megragadva lehet modellezni. Senki ne lepődjön meg ezért, ha a modellezett populációnk egyedei semmilyen ismert létformára nem hasonlítanak! A modellbe ugyanis csak legfontosabb tulajdonságaikat építettük be. Képzeljünk hát el egy populációt, ahol véletlenszerűen összeálló csoportoknak újra meg újra együtt kell megoldaniuk valamilyen feladatot (pl. a táplálékszerzést). A megoldandó feladat két részfeladatból áll, melyek különböző képességeket igényelnek (pl. a préda felkutatásából és elejtéséből) és az egyedek még a csoportba kerülésük előtt eldöntik, hogy a csoportban melyik részfeladattal foglalkoznak majd. Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a feladatot annál sikeresebben hajtja végre egy csoport, minél egyenlőbb tagjai között a részfeladatokat vállalók aránya. Egy csoport tehát akkor szerzi a legtöbb táplálékot, ha pontosan a csoporttagok fele nyomolvasó és másik fele vadász. (Természetesen az optimális arány tetszőlegesen beállítható, ez a modell viselkedésén érdemben nem változtat.) Tegyük fel továbbá, hogy az egyedek mindössze két tulajdonságcsoportban különböznek: hogy melyik feladatot milyen valószínűséggel választják, illetve, hogy melyiket milyen költséggel hajtják végre. Ezek a tulajdonságok csereviszonyban állnak, tehát ha valaki pl. nagyon szeret vadászni, akkor kevésbé szeret nyomot olvasni, illetve ha könnyedén rátalál a prédára, akkor a vadászat biztosan nagyobb energiabefektetést igényel tőle. Feltesszük, hogy ezek a tulajdonságok öröklődnek, de bizonyos valószínűséggel az egyedek nem pontosan öröklik szüleik tulajdonságait (mutáció). Végül, modellünk kulcsfontosságú része az, hogy az egyes csoportok hogyan osztják szét javaikat egymás között, azaz példánk esetében a megszerzett táplálékot. Kétféle elosztási rendszert is megvizsgáltunk: I. a javakat (megszerzett táplálékot) a csoporttagok teljesen egyenlően osztják szét, II. a javakat a csoporttagok között úgy osztják szét, hogy akinek többet kellett dolgoznia, az többet kap. Ha például egy csoportban csak egyetlen nyomolvasó van és a többiek mind vadászok, az egy szem nyomolvasó mindenképp többet dolgozik, de csak a II-es verzióban jutalmazzák ezért bőségesebben, mint a vadászokat. Természetesen a csoport ilyen esetben eleve kevesebb táplálékot tud szerezni, tehát a II-es verzióban ilyenkor a vadászok különösen rosszul járnak.

Előzetesen arra számítottunk, hogy a modellben a kezdetben egységes (mindenhez egyenlően értő) populáció hamar specializált felekre fog bomlani, azaz a munkamegosztás leírt feltételei elegendőek lesznek, hogy hamarosan öröklődő specializált személyiségtípusok alakuljanak ki, akik mindig ugyanazt a részfeladatot választják és azt kis költséggel hajtják végre. Azaz a kezdetben egysé-

ges, nem specializált egyedekből álló populáció később vadászok és a nyomolvasók populációjává fejlődik.

Az eredmények röviden

A modellt kétféle módszerrel, matematikai analízissel és számítógépes szimulációkkal is megvizsgáltuk. A vizsgálatok során két fő kérdésre kerestük a választ. Egyrészt, hogy milyen paraméterek mellett válik szét a populáció két specializált félre, másrészt, hogy mi a helyzet, ha a szimuláció elején a populációnk kizárólag, vagy jórészt az egyik feladatra specializált egyedekből áll.

Az első kérdésünkre a válasz az, hogy a szétválás sokkal ritkábban következik be, mint gondoltuk volna. Gyakorisága függ a tulajdonságok közti csereviszony erősségétől, illetve a feladatok összköltségétől. A szétválás valószínűségét nagyon megnöveli a II-es típusú jutalomelosztási rendszer: ahol nagyobb jutalomban részesül az, aki többet dolgozott, ott sokkal nagyobb valószínűséggel alakul ki a specializáció. Ez egyébként egybevág azzal, amit a mindennapok alapján gondolunk: megéri ritka szakmát választani, ha azt, ritkasága miatt, jobban megfizetik. Ez az eredmény alátámasztja azt a megfigyelést is, hogy az emberi társadalmakban sokkal gyakrabban találkozunk szociális munkamegosztással, mint az állatoknál. A jutalom nem egyenlő, illetve nem random elosztása ugyanis bonyolult feladat, kivitelezéséhez nemcsak igen fejlett kognitív képességek kellenek, hanem valamiféle szándék és kontroll is. Érdekes továbbá, hogy a vadászó-gyűjtögetők tipikusan az I-es típusú jutalomelosztási rendszert használják, ami részben magyarázat lehet arra, hogy náluk miért nem jelent meg a specializáció.

A második kérdésünkre is érdekes választ kaptunk: ha a populációnk kizárólag az egyik fajta specialistából áll, szinte sohase fog megjelenni a másik tevékenység specialistája. Ha azonban a populáció egy kritikus hányadában mégis jelen van a másik specialista, az egész populáció meghatározott pályára áll: először az evolúció úgy alakítja a dolgokat, hogy mindenki generalista legyen, azaz, hogy megszűnjenek a preferenciák, majd amikor ez teljesült, akkor megindulhat a specializáció (**3. ábra**).

Értelmezzük ezt az eredményt eredeti példánkon keresztül! Tegyük fel, hogy van egy csoportunk, ahol mindenki mestere a vadászatnak, de senki nem tudja, hogyan kell megtalálni az elejtendő vadakat. Egyedeink nem lesznek túl sikeresek, hiszen ritkán fogják véletlenül megtalálni a prédát. Tegyük fel most, hogy az egyik vadásznak egy mutáns, nyomolvasásra is képes utódja születik. Egyetlen mutáns egyed, amelyik ugyan képes nyomolvasásra, de csak viszonylag nagy költséggel, még mindig nagyon kevés lesz ahhoz, hogy populációnk nagyságrendekkel sikeresebben működjön, ráadásul sokat dolgozik majd komolyabb haszon nélkül, így valószínűtlen, hogy sok utódja lesz. Ha azonban egyszerre annyi mutáns jelenik meg, hogy több vadászó csoportnak is jut egy-egy nyomolvasó, a populációnk összsikere egyértelműen növekedni fog. Mivel azonban kevés a nyomolvasó, megjelennek azok az egyedek, amelyek a nyomolvasáshoz és a vadászathoz is értenek. Ezek az egyedek a kis csoport nyomolvasó nélkül nem lehettek volna sikeresek, de így azok lesznek. Populációnk tehát előbb-utóbb olyan egyedekből fog állni, amelyben mindenki ért mindenhez (a vadászó-gyűjtögető társadalmak tipikusan ilyenek). Ebben az állapotban, ha a körülmények (pl. normák, szokások) engedik, ismét megjelenhetnek a specialisták, immár egyenlő arányban, amelyek kisebb költséggel képesek ugyanarra a feladatra, mint a korábbi generalisták. Ezt a folyamatot mutatja a *3. ábra* is, ahol jól megfigyelhető a kétféle végeredmény.

Összegzés

A szociális munkamegosztás különösen érdekes jelenség, többek között azért, mert az embernél sokkal gyakrabban fordul elő, mint más állatoknál. Modellünk segítségével megvilágítottuk ennek lehetséges okait: a szociális munkamegosztás kialakulásához a különböző körülmények nagyon szerencsés együttállása szükséges, ezért nem meglepő, hogy ritkán fordul elő a természetben. A kulturális intézmények azonban megváltoztatják a körülményeket, így azon sem lepődünk meg, hogy a különböző emberi kultúrákban változó mértékben, de megjelenik. Míg az iparosodott társadalmakban mindennapi és elkerülhetetlen a szociális munkamegosztás, addig a tradicionális vadászó-gyűjtögetőknél, a javak egyenlő elosztása és más normák miatt teljesen hiányzik.

Modellünk segítségével megmutattuk továbbá azt is, hogy az állandó szociális munkamegosztás öröklődő specializációhoz vezet. Elképzelhető, hogy még az emberi faj mérhetetlen sokfélesége is visszavezethető a csoportjainkban többé-kevésbé állandóan fennálló szociális munkamegosztásra. ◄

Az írás a Magyar Tudományos Akadémia Természettudományi Kutatóközpontja és a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat közös ismeretterjesztő cikkpályázatán dícséretben részesült.

Irodalom

[1] BOEHM, C. Hierarchy in the Forest: The Evolution of Egalitarian Behavior. Harvard University Press, 2001.

[2] CLUTTON-BROCK, T. H., RUSSELL, A. F., AND SHARPE, L. L. Behavioural tactics of breeders in cooperative meerkats. *Animal Behaviour 68* (2004), 1029–1040.

[3] FINLAYSON, B., AND WARREN, G. M. Changing natures: hunter-gatherers, first farmers and the modern world. Duckworth, 2012.

[4] RUEFFLER, C., HERMISSON, J., AND WAGNER, G. P. Evolution of functional specialization and division of labor. *PNAS 109, 6* (2012), 326–335.

[5] VÁSÁRHELYI, Z., MESZÉNA, G., AND SCHEURING, I. Evolution of heritable behavioural differences in a model of social division of labour. *PeerJ* (2015).

[6] WRIGHT, C. M., HOLBROOK, C. T., AND PRUITT, J. N. Animal personality aligns task specialization and task proficiency in a spider society. *PNAS 111, 26* (2014), 9533–9537.

E számunk szerzői

DR. BENCZE GYULA, a fizikai tudomány doktora, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Részecske- és Magfizikai Intézet, Budapest; DR. BOTH ELŐD csillagász, Budapest; DR. FŐZY ISTVÁN DSc, geológus, Magyar Természettudományi Múzeum Őslénytani és Földtani Tár, Budapest; DR. HOLLÓSY FERENC biológus, klinikai kutatási munkatárs, KCR, Budapest; LANDY-GYEBNÁR MÓNIKA, a Magyar Csillagászati Egyesület tagja, Veszprém; DR. LENTE GÁBOR egyetemi tanár, Debreceni Egyetem, Kémiai Intézet, Debrecen; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; NÉMETH GÉZA szerkesztő, Természet Világa, Budapest, DR. ROSIVALL LÁSZLÓ egyetemi tanár, Semmelweis Egyetem, Általános Orvosi Kar, Kórélettani Intézet, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; TÓTH MÁRIA PhD, főmuzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum, Állattár, Budapest; TÓTH JÁNOS igazgató, Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum, Zalaegerszeg; VÁSÁRHELYI ZSÓKA ANNA biológus, ELTE TTK Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszék, Budapest.

NÉMETH GÉZA

Búcsú Amerikától

Elhagytuk az elülső rendszámtáblánkat. Erre alig két órával bérelt kocsink Las Vegas-i felvétele után döbbentünk rá, a Hoover-gát parkolójából távoztunkban. Azért gyanús volt a dolog. Nem látszott a csavarok helye, egyáltalán, semmi jel nem utalt arra, hogy ott valaha rendszámtábla volt. Most már mindegy, majd a végén elrendezzük valahogy.

De hol van még a vége, hiszen épp csak elkezdtük. Barátommal 2011 tavaszán elhatároztunk, hogy független utazóként bejárjuk Amerika legszebb vidékeinek egy részét, autóval. Bálint is járt itt, de turistacsoporttal a nyakában, én is, még 1985-ben, de „rablancra fűzve" a Greyhound busztársaság útvonalhálózatához, úgyhogy ránk fért egy kis szabadság. Hol másutt kezdhettük volna, mint Las Vegasban. Egyszer úgyis át kell szállni amerikai belföldi járatra, a bolond városba minden légitársaság repül. Itthonról elintéztük a kocsibérlést, megint az Alamónál, mint Hawaiin két évvel korábban (pedig hogy megutáltuk az Alamót, de ők a legolcsóbbak), a vegasi szállást, megterveztük az útvonalat, így aztán egy júniusi estén, chicagói átszállással betont fogtunk a nevadai sivatag közepén. Talán el se hiszik, de már a reptér csomagvárójában ott csilingeltek-villogtak a félkarú rablók és hasonlók. Szállásunk, a Riviera (hotel+kaszinó) a vegasi főutca, a 60–70-es években felvirágzó, közel hét kilométer hosszú *The Strip* északi részén emelkedik, 2100 szobájával. Kissé már lepukkant, a szoba puritán, de ebbe a városba nem aludni járnak az emberek. Csak mi. Első vegasi látogatásom kivételével (1985 – 2 dollár) egyetlen centet sem játszottam egyetlen kaszinóban sem.

Mű-Velence Las Vegasban *(A szerző felvételei)*

Negyven fokban délelőtt gyalogosan nekiindulunk a Strip sűrűjének. Harmadszor járok a városban, de ezen a környéken még nem voltam. Eiffel-torony-replika, Luxor, piramissal, New York-másolat Empire State Buildinggel, Szabadságszoborral, miegymás – tiszta tébolyda. Csak a The Venetian-be megyünk be; kívül Szt. Márk harangtornya-replika, Rialto-híd stb., belül Szt. Márk tér butikokkal, velencei freskóutánzatokkal, mű-égbolttal és mű-csatornákkal, viszont igazi gondolákkal. Iszonyatos víz- és áramfogyasztásával itt, a sivatag közepén Vegasnak akkora lehet az ökológiai lábnyoma, hogy befedi fél Amerikát. Este, bár a hőség alig enyhül, újra nekiveselkedünk, ismét gyalogosan – irány a belváros. De mit látok útközben? A város egyik ikonikus hotel-kaszinóját (ha úgy vesszük, itt mindegyik hotel-kaszinó ikonikus), a Saharát 59 év után bezárták, kinn a tábla, hogy berendezési darabjait árverezik. Utóbb, 2016-ban a mi hotelünket, a Rivierát is lebontották. Így megy ez errefelé; bontanak, építenek. Fölmegyünk a 350 méter magas Stratosphere nevű hotel-kaszinó-torony kilátójába. Azon kívül, hogy lenézhetünk a kivasalt karácsonyfára emlékeztető városra, lehet mindenféle őrültséget csinálni, pl. hullámvasutazni, kilövetni magunkat 4 G-vel 50 méterre, csaknem a torony tetejéig. Na nem, ha nekem fizetnének, akkor sem.

Kilátás a Hoover-gátról

A belváros főutcáját, a *Fremont Streetet* egy 450 méteres szakaszon 1995-ben befedték, a tetőt váltakozó színekkel és mintákkal kivilágították, és persze itt is hozzá lehet jutni némi adrenalinlökethez, ha kötélen végigcsúszunk a magasban az utca fölött. Itt állnak Vegas legrégebbi kaszinói – már-már műemlékek a neon cowboyjal és megannyi, filmekből is ismerős épülettel.

Las Vegasból egyórányi autóútra (mert ki is kell találni a városból) áll az amerikai ipari építészet egyik mesterműve, a 220 méter magas Hoover-gát. 1936-ban készült el, mindössze hat év alatt, ami a kor technikai lehetőségeit nézve hihetetlen teljesítmény. A Coloradón épült erőmű közel másfélmillió embert lát el árammal, a mögötte felduzzadt Mead-tó pedig 20 milliót vízzel. Nem lehet azonban nem észrevenni, milyen brutálisan csökkent a tó vízszintje, aminek oka egyrészt a csillapíthatatlan vízigény, másrészt a Nyugatot hosszú évek óta hullámokban sújtó szárazság. A gát korábban autóútként is szolgáló tetején már csak a bámészkodók járhatnak, az autóforgalmat alig valamivel ottjártunk előtt áttelerelték egy új mérnöki mesterműre, egy a folyó fölött 270 méteres magasságban átívelő négysávos hídra. (De hol lehet a rendszámtáblánk?)

Késő délután már Utah államban járunk, melyet (ha nem lenne 2 milliós fővárosa, Salt Lake City), bő két Magyarországnyi kiterjedésével, úgy, ahogy van, nemzeti parkká lehetne nyilvánítani. Így is van öt. A *Zionnal* kezdjük. Jó alkalom, hogy 80 dollárért megvegyük az összes amerikai nemzeti parkra szóló éves bérletet, mely – ez is Amerika! – egy autónyi népségre szól, függetlenül az utasok számától. Persze, egy szál gyalogos is megveheti, de az errefelé a fehér hollónál is ritkább. Megéri, hiszen az egyes belépők ára 10–25 dollár. Nem érvényes viszont az indián közösségek kezelésében levő védett területekre. A Zion-kanyonban kereken 150 millió év (nagyrészt középidei) geológiai eseményeit követhetjük végig, de őszinte leszek: a geológia sem itt, sem másutt egy percre sem jutott eszünkbe. Egyrészt, mert nagy vonalakban már korábban ismertük, másrészt ittlétünknek jószerével egy célja van: régi szép emlékek fölelevenítése és még inkább

A Bryce-kanyon

A Dead Horse Point

a töltekezés mindazon esztétikai élményekkel, melyeket a Nyugat tájai kínálnak. Azért most is rácsodálkozom a vidék legmarkánsabb képződményére, az 500–600 méter átlagvastagságú vörös Navahó Homokkőre, mely egy brutális, 10 millió évig tartó sivatagos időszak óriási homoktengerének megkövült, cementálódott maradványa, káprázatos keresztrétegzettségekkel, hatalmas, vakablakszerű sziklaívekkel. Némi meglepetés, hogy arra a részre, ahol a kanyon a kis vacaknak tűnő, ám rendkívül hatékony eróziós munkát végző Virgin-patak jóvoltából kezd igazán kanyonná válni, s ahol a leglátványosabb sziklakolosszusok emelkednek, tavasztól őszig nem engednek be autókat, viszont átszállhatnánk ingajáratban közlekedő buszokra. Mivel tömérdek az ember, meg az eső lába is lóg, ezt kihagyjuk.

A délutánt már a *Bryce Canyon* peremén töltjük. Ez a vidék minden, csak nem kanyon, sokkal inkább a hátravágódó erózió típuspéldája. Egy fennsík peremébe marja bele magát sok ezernyi kis időszakos vízfolyás, több óriási amfiteátrumszerű mélyedésben. Az itteni kőzetek sokkal fiatalabbak a Zion-belieknél, nagyrészt 60 millió éve lerakódott tavi-folyóvízi iszapkövek, konglomerátumok (ezek – a vas-oxidtól – vörösek), a mélyebb vizekben pedig mészkövek képződtek (ezek fehérek) és idővel bizarr alakzatokká formálódtak. Errefelé a fagyaprózódás az egyik fő felszínformáló tényező, télen hó borítja és kemény hideg uralja a tájat. A Magas-Tátra legkiemelkedőbb csúcsaival járkálunk egy szinten, sőt, még fölöttük is, itt pedig nyoma sincs magashegységnek. Egy szó mint száz, ha listát írnék a tájképileg legvarázslatosabb helyekről, amiket valaha láttam, a Bryce az első háromba kerülne.

Szinte néptelen, kopár, köves tájakon gurulunk tovább északkelet felé. Egy-két elszórt farm, állatokkal, földművelésnek szinte nyoma sincs. Épp ezen morfondíroztunk: mi tartotta itt az embereket? A kisszámú indián népesség elvolt vadászatból, csekély földművelésből, az első európaiakat, a spanyolokat nem túlzottan vonzotta, a XIX. században idekeveredetteket csak a prémvadászat érdekelte, a mormonokat meg az, hogy itt, az isten háta mögött békén hagyták őket. Vajon amikor e természeti csodákra rábukkantak, kimondták-e: milyen szép! Vagy csak legyintettek: a francba, itt se terem meg semmi.

Kora este megjött az eső, némi hó is hullott vele. A *Capitol Reef Nemzeti Park* bejáratához közel, egy Torrey nevű kisvárosban (179 lakos) találunk motelszobát. A tulajdonos figyelmeztet, ha rá akarok gyújtani, csak az épülettől 21 lábra (kb. 7 méter) tehetem meg, különben jön a pénzbüntetés. Egy másik motelnél már bejelentkezéskor elkérték a 100 dollárt, ha netán arra vetemednék, de mivel nem vetemedtem, távozáskor visszaadták. Amerikában úgy 60–80 (vagy több) dollárért lehet motelszobát kapni, kétágyasat, igény esetén pótággyal. Általában jók – vagy nem túl jók, de egy éjszakára elmennek. Alapfelszerelés a tévé, a többnyire ósdi és zörgő légkondi, a hűtő, a mikró. Itt mondom el, hogy Amerikában a kasszánál semmi sem annyiba kerül, mint amennyi ki van írva, szóval, a pénztár előtt nem érdemes centre kiguberálni az árat. Nincs áfa, van viszont úgynevezett *sales tax*, amit a fogyasztó/vásárló fizet, és államonként eltérő mértékű, átlagban 5 százalék. Torrey egyetlen vendéglőjében, mely

Az Arches

A Monument Valley

talán inkább fagylaltozó, miközben pizzánkat esszük, ismét rácsodálkozhatunk amerikai felebarátaink elképesztő gyomorkapacitására. Egy liter üdítőnél alább itt nem adja a vendég, pizzája minimum kocsikerék méretű, aztán jöhet a desszert. Egyébként csak a kisvárosokban szűk a keresztmetszet; burgerek (de azokból sokféle – mintha nem lenne mindegy), pizza, csirke és kész. Nagyobb városokban vagy hipermarketekben viszont hatalmas a kínálat, elsősorban a nemzetközi konyha választékából. A Subway szendvics- és salátabárban meg egyenesen zavarba jövünk, hiszen itt magunk állíthatjuk össze az étkünket tömérdek hozzávalóból. A nehézséget az amerikai kulináris nyelvezetben járatlanok számára éppen az okozza, hogy kiszolgáló készíti, mert jön a kérdések sorozata. Milyen legyen a tojás, a marhahús stb. A legnépszerűbb a „tengeralattjáró-szendvics", egy hosszú kenyérfélébe pakolt őrület, mely túlzott mohóság nyomán akkorára nőhet, hogy egy nagy fehér cápa se bírná átharapni. Arról nem is beszélve, hogy ha a betétek szakítószilárdsága számottevően különbözik, akkor harapáskor jön a potyogás, majonézek, ketchupok spriccelése.

A *Capitol Reef* bejáratánál reggel még a kutya sem jár, nemhogy parkfelügyelő. Igazából túrázóknak való hely, nagy része autóval meg sem közelíthető, mi pedig nem készültünk több napos gyaloglásokra. A vidék azokról a fehér, kupolaszerű képződményekről kapta a nevét, melyek feltáróikat a washingtoni Kapitólium kupolájára emlékeztették. Az uralkodó szín azonban, miként szinte mindenütt Utahban, a vörösbarna; erősen erodált homokkőrétegek. A műút egy szakasza átvezet egy szurdokon, melyben örvénylő vizek által formált kőüstök százait figyelhetjük meg. Angol nevük waterpocket (szó szerint víz-zseb), s egyben névadója annak a mintegy 150 kilométer hosszú monoklinális redőnek, mely a kréta időszak végén, a nagy észak-amerikai larámi hegységképződési fázis során emelkedett ki.

Több mint kétezer sziklaív, óriási kőbábuk, kőtornyok, kőtűk, ingókövek fogadják az *Arches* Nemzeti Park látogatóit. E káprázatos morfológiai változatosság oka az a tengeri eredetű, igen vastag sóösszlet, mely a felszíni homokkőrétegek alatt rejtőzik. A só igen képlékeny és a ránehezedő roppant üledéktömeg súlya alatt helyenként berogyott, tömörödött, másutt följebb emelkedett, s ez törések ezreit hozta létre a rátelepülő kőzetekben, melyekben vígan kitombolhatja magát a szél- és vízerózió. A kőhidakra fölmenni szigorúan tilos, merthogy némelyik elég omlékony (1970 óta több mint 40 szakadt-omlott le), ám természetesen egyesek juszt is fölmennek. Könynyű gyaloglás a leghosszabb, 88 méteres sziklaívhez, a *Landscape Arch*-hoz, melyből csak az utóbbi húsz évben három jókora sziklatömb vált le, aztán… , aztán csak később jövünk rá, hogy elfelejtettük megnézni az egész Nyugat egyik szimbólumának számító *Delicate Arch* nevű alakzatot. Ez kb. ahhoz hasonló mulasztás, mintha valaki Párizsban járva pillantást se vetne az Eiffel-toronyra.

Az Antilop-kanyon

A *Canyonlands* Nemzeti Park közel esik az előbbihez, hatalmas és igen tagolt, ezért végigmenni nem is lehet rajta, legföljebb délről, illetve északról behajtani. Az utóbbit választjuk. A Colorado itt veszi fel legnagyobb mellékfolyóját, a Greent. 1921-ig a Coloradót csak innentől nevezték Coloradónak, felső folyása addig a Grand River nevet viselte. Számtalan kisebb állandó vagy időszakos vízfolyás is belemarta magát a fennsík főleg homokkőből álló lerakódásaiba. Igazgatásilag nem tartozik hozzá, de közelsége révén mégiscsak idekapcsolódik a *Dead Horse Point* Állami Park. A döglött lóról elnevezett pont egy kisebb plató, jóval a kanyon szintje alatt; három oldalról a Colorado veszi körbe. A XIX. században, így tartja a szóbeszéd, a cowboyok, miután befogták a vad musztángokat, ilyen platókon alakítottak ki karámokat. A legjobb lovakat eladták, a maradékot elengedték. Egy csapatot viszont itt felejtettek bezárva, és mind éhen-szomjan veszett. E környéken forgatták Ridley Scott egyik kultfilmjének a „Thelma és Louise"-nak a záró, „Grand Canyon"-jelenetét, ahol a főhősnők autós öngyilkosságot követnek el.

A Horseshoe Bend

Teszünk némi kitérőt a *Natural Bridges* (természetes hidak) Nemzeti Emlékműhöz. Elárulom, nincs itt semmiféle emlékmű; a National Monument is egyfajta védettségi kategóriát jelent. Olyan, mint a nemzeti park, csak nem egészen; természeti, történelmi, kultúrtörténeti értékeket óv, de míg a parkok létesítéséhez a Kongresszus jóváhagyása szükséges, emlékműveket 1906 óta a mindenkori elnök is kijelölhet. Az itteni, perm időszaki fehér homokkőbe két patak vájt szurdokot megvadult korszakaiban, és ezek fölött keletkeztek a kőhidak; manapság három áll. Az Owachomo (hopi indián név) ugyan a legrövidebb, de a legdrámaibb látványt kínálja.

A *Monument Valley* a Vadnyugat legikonikusabb tája, megszámlálhatatlan western- (és egyéb) film forgatási helyszíne. Völgynek se nevezném, inkább egy szél- és vízerózió által kivájt mélyedés, melyből 100–300 méter magas, bizarr formájú, konglomerátumsapkával ellátott homokkő-tanúhelyek tucatjai emelkednek ki. E vidék a navahó indiánok kezelésében van, a körút bejárásához fizetni kell (egyes részeire csak vezetett túrával lehet eljutni). Már ha bejárjuk. Ám nem járjuk be, s nem a húsz dollár miatt, hanem mert akkora porvihar kerekedik, hogy alig látunk ki a kocsiból, üvegen át kattintgatok. A látogatóközpontban várjuk a tisztulást, tengernyi indián kerámia, szőttes, továbbá a szokásos borzalmas szuvenírek között. Cappuccinójuk van? – kérdem a pultos lányt. Van, de öt dollár (Yes, we have, but it's five dollars) – feleli, majdhogynem bocsánatkérően. Vagy nem nézte ki belőlem, hogy ki tudok fizetni ennyit, vagy ő maga is röstellte. Kb. 1500 forintért nem kértem, az idő meg úgy két óra várakozás után se nagyon tisztult, úgyhogy távoztunk.

Az éjszakát már Arizonában, *Page* városában töltjük. Szomszédságában található az ugyancsak navahó kezelésben levő *Antilop-kanyon*, melyhez hasonló alighanem több száz volt a vidéken, míg 1966-ban el

A Grand-kanyon

Mesa Verde – a Sziklapalota

nem készült a Coloradón az amúgy impozáns *Glen Canyon-gát*, s mögötte felduzzadt a Balatonnál kissé nagyobb Powell-tó, mely ugyan nagyszerű lehetőségeket kínál a vízisportokra, ám mivel maximális vízállása idején átlagosan 40 méterrel emelkedik az eredeti szárazföldi térszín fölé, elárasztott egy csomó természeti csodát, barlangot, kis kanyont. Az Antilop-kanyon megúszta. Kb. 300 méter hosszú (megközelítése csak helyi indián vezetővel), nagyjából 40 méter mély (de mivel lent megyünk, mondjuk úgy, hogy magas) és helyenként olyan keskeny, hogy kitárt karjainkkal mindkét falát egyszerre érinthetjük. Az optimális látogatási idő a legmagasabb napállás ideje, olyankor a kis kanyon aljára csodás fénypászmák vetülnek. Ettől függetlenül is varázslatos. És ha már ott a gát, azt is megnézzük. Mondanom se kell, nem elsősorban a pihenni vagy kalandozni vágyók kedvéért építették és hozták létre a tavat. Az erőmű kapacitása megközelíti a paksi atomerőműét, más kérdés, hogy mivel az utóbbi egy-két évtizedben a Colorado vízhozama nagyon alacsony, a teljesítményét messze nem tudják kihasználni.

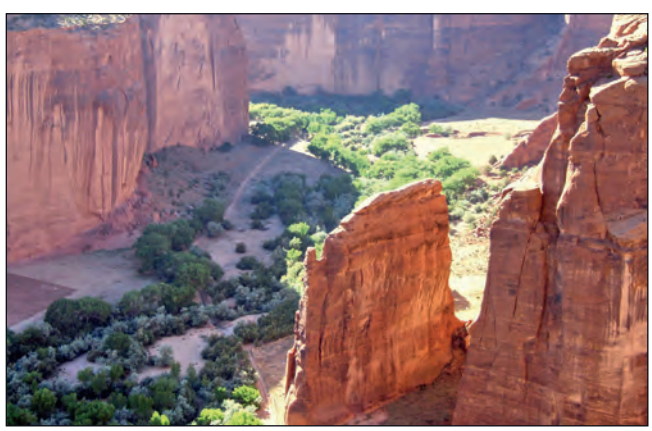
A lényeget már megint majdnem kihagytuk – mert nem tudtunk róla. Előző este prospektusokban böngésztük a környék látnivalóit, s akkor fedeztük fel, hogy szinte macskaugrásnyira van innen egy igazi csoda. A Glen Canyon egyik kanyarulata, a *Horseshoe Bend*. Amúgy nem nagyon igyekeznek felhívni rá a figyelmet, az út mentén kis, kopott barna tábla jelzi a letérőt. Ballagunk a parkolóból úgy tíz percet és elénk tárul. Mondhatom, az egész út leglenyűgözőbb látványa volt számomra. Közben elgondolkodtam, milyen jó név is a lópatkó számára a lócipő (a horseshoe valódi, ill. szó szerint lefordított jelentése).

Grand-kanyon – számomra immár harmadszor. Az első feledhetetlen. 1985 júliusa. Érkezés busszal, rohanás ki a peremre és semmit sem látok. Eső, ború, két napig. Életem nagy álma a porba hullt. Öt év múltán visszamentem, rövid eső akkor is lezúdult, de amúgy verőfény, ráadásul még repültem is egyet fölötte. Most, szintúgy verőfényben, urasan gurulunk, minden kilátópontnál gondosan megállunk, bámulunk egy kicsit, kattintok, kocsiba vissza, tovább. Eszembe se jut a kanyon geológiája. Valamikor úgy tudtuk, hogy így és így, ekkor és ekkor keletkezett, de az utóbbi időkben azt mondják, hogy amúgy, és nem is egészen akkor. Másnapra beterveztünk egy repülést. Reggeli kérdés: akarunk mi itt mindenáron repülni? Nem akarunk, már mindkettőnknek megvolt. Jó, akkor tovább.

Száguldunk a pusztában a legendás *arizonai meteoritkráterhez*, mely polgári nevét arról a Daniel Barringer bányamérnökről kapta, aki 1905-ben először vetette fel, hogy a kráter becsapódásos eredetű. Ha meg így volt, akkor ott sok vasnak kell lennie, úgyhogy a derék ember először több tonnányi ércet kapart össze a kidobódott törmelékből, aztán lefúrt, hogy megtalálja a mesés vagyont sejtető meteorit főtömegét. Ám mivel az elpárolgott, persze, hogy nem találta meg. A terület még ma is a család birtokában van, úgyhogy 15 dollár ugrott, ráadásul az egész, 1200 méter átmérőjű kráter a peremről bele se fért a nagy látószögű objektívembe.

Ismét egy újdonság, mindkettőnknek: a *Petrified Forest* (megkövült erdő) Nemzeti Park. Főként késő-triász (kb. 225 millió év) araukáriafélék őrződtek meg itt iszonyú mennyiségben az iszap és a vulkáni hamu alatt. Az utóbbiból kioldódott kovasav csendben kikristályosította a fákat, melyek gondosan feltáblázva hevernek az ösvények mentén. Szeretjük nagyon, hogyne szeretnénk az ipolytarnóci megkövesedett

A Canyon de Chelly



A White Sands

fákat, azt a néhányat, de hát mégis… nagy ország, tömérdek famaradvány. Amerikában még a törpe is óriás. A parkhoz kapcsolódik a hatalmas kiterjedésű *Painted Desert* (kb. színes sivatag) egy része is; szintúgy felső-triász tavi, folyóvízi, mocsári, könnyen pusztuló iszapkövekből, palákból, és ellenállóbb mészkőből formálódott és csakugyan nagyon színes.

Késő délután, fél négy körül érkezünk a *Canyon de Chelly* National Monumenthez. Ezt is a navahók kezelik, és négykor bezárnak. A kanyonba már nem mehetünk be, viszont a peremén futó útról számtalan nagyszerű kilátópontról tekinthetünk alá – ingyen. (A navahóknál, mint láttuk, amúgy semmi sincs ingyen.) Számos film forgatási helyszíne volt; számomra akkor vált kikerülhetetlen megnézendő látványossággá, amikor megtudtam, hogy itt (is) játszódott az egyik klasszikus western, a MacKenna aranya (1969), többek közt Gregory Peck-kel és Omar Shariffel. A filmből semmire nem emlékszem, csak a káprázatos táj fogott meg. Nem csalódtam.

De játsszunk még indiánosdit! Újabb állomásunk, a *Mesa Verde* Nemzeti Park a „Négy sarok" (Four Corners) környékén terül el, ahol Utah, Colorado, Arizona és Új-Mexikó határai csaknem derékszögben találkoznak. Ennek persze emlékműve is van, de oda is zárás előtt érkeztünk. A „zöld tábla" tényleg zöld a sok fenyőtől, de a szó geológiai értelmében nem kibillent fennsík, hanem réteglépcső, vagyis kueszta, szintén homokkövekből áll, de ezek diszkrétebb, fehéres színűek, nem az az ordító vörös, amilyenhez hozzászoktunk. Itt bizony sorba kell állni a sok hajdani indián építmény megtekintéséhez. Az *anasazi* indiánok (a navahó nyelvben ősök) jól kihasználták a természetes üregeket, sziklaboltozatokat, azok alá építkeztek, s fénykorukat 1100 és 1300 között élték. Ekkortájt épült a 150 „szobás" Sziklapalota is, melyhez sikerült közelebb is férkőznünk. 1300 körül aztán a lakók otthagytak csapot-papot, és nyomtalanul más vidékre költöztek, vagy a csoda tudja…, mert mindenüket hátrahagyták. Állítólag az aszály miatt távoztak, de ez nem egyértelműen elfogadott nézet.

Az új-mexikói *Albuquerque* a legnagyobb város, ahol egész utunk során megfordultunk, bár magából a városból semmit sem láttunk, és gyanítom, semmit nem vesztettünk. Megaludtunk egy városszéli motelben, ahonnan telefonos segítséget kértünk az Alamótól, mi a teendő, ha leesett az olajnyomás az autóban. Mert azt az autó műszerfala szépen, szavakkal kiírta. Pár év, és be is fogja mondani. Tudtuk, persze, hogy szerviz lesz a vége, de hogy adminisztratíve hogyan oldjuk meg. Mennyit mennek még? Sokat. Milyen sokat? Nagyon. Akkor olajcsere. Megtörtént. A nagyon sok is. Másnap, a szerviz után nekivágtunk délnek, a *White Sands National Monumentnek*. Oda-vissza több mint 800 kilométer. A White Sands egyedülálló a maga nemében, mivel gipszsivatag. Hogy miből van, teljesen mindegy volt a hadseregnek, a sivatagokat az isten is arra teremtette, hogy ott atombombát (a legeslegelsőt) robbantsanak, majd a továbbiakban még számos katonai létesítménnyel pakolják meg. A védettség egy részére csak bónusz. 1985-ben itt követtem el életem egyik legnagyobb szamárságát. A parkfelügyelők, pedig szépen kértem, restek voltak a kocsijukkal bevinni a dűnék sűrűjébe, ellenben azt javasolták, vágjak át gyalog. Átvágtam. Iszonyú meleg volt, egy óra után még mindig nem értem el a sűrűjét, és még vizet se vittem magammal. Szerencsére ép bőrrel és ésszel kikeveredtem. Most urasan, még iszonyúbb melegben negyedóra alatt ott voltunk – a sűrűjében. Ekkora fehérséget már nem állhat a szem, mindenesetre gyönyörű volt. Azért megjegyeztük, ha itt bóklászna az út mentén egy gyalogos turista, nem hagynánk ott.

A Great Sand Dunes

Végül még egy homok, de nem sivatag. A Sziklás-hegység egyik lánca, a Sangre de Cristo nyugati lábához tapadva emelkednek az Egyesült Államok legmagasabb homokdűnéi. Ez a *Great Sand Dunes* Nemzeti Park. A San Luis-völgyön átfolyó, illetve tóban megrekedt vizek raktak le itt töméntelen hordalékot még a jégkorszakban, aztán a nyugati szelek felhalmozták, nekitapasztották a homokot a hegyvonulatnak, s azóta is terelgetik. Megjegyzem, olyan kevés az évi csapadék, hogy közelít a sivatag kritériumához, de mégsem sivatag.

Colorado Springs táján egy motelben megtudjuk, hogy a környéken ne is keressünk szállást, valami rendezvény miatt minden szoba foglalt. S ha már lejöttünk az autópályáról, vissza se találunk. Gyönyörű alhavasi tájon bolyongunk, tőlünk jobbra a főút, de felvezető nincs rá. Csak később. Végre találunk egy motelt. A recepciós lány gyanakodva forgatja Bálint útlevelét. Ő még ilyenről, hogy Magyarország, sosem hallott. Akkor talán nincs is ilyen. Viszont kapunk szobát, úgy este 10 körül. Már csak enni kéne. Át az út túloldalára, immár gyalogosan – minden zárva, kivéve egy Wendy's-t, pontosabban annak autósok kiszolgálására szakosodott részlegét. Beállunk az autók közé. Kisvártatva kiderül, hogy itt csakis autós vendégeket szolgálnak ki. Egyik kocsiból besegítenek, bemondhatjuk a mikrofonba a rendelésünket. (Áll ott ugyanis egy oszlop, abban van a mikrofon, és érzékeli mellette a fém karosszériát.) Nincs kocsijuk? Akkor nem adhatjuk ki a szendvicsüket az ablakon. Miért? Csak. Némi tanakodás után a személyzet úgy dönt, hogy kiadják – közvetlenül az ablak melletti ajtón. Leülünk a parkoló betonszegélyére, falatozunk, iszogatunk elégedetten (mert sört az egyik közeli italüzletben kaptunk). Bálint enne még egyet, visszamegy. Ahogy ott ülök és a fűben törpenyulak ugrándoznak körülöttem, kikanyarodik egy kocsi és az ablakból barátságos mosollyal szendvicset nyújtanak felém. Itt ül ez a nyomorult hajléktalan, vagy micsoda, bánatában vedel, segítsünk rajta. Szintúgy barátságosan visszajelzem, hogy nem kérem. Jön Bálint vigyorogva a szendvicsével. Hogy csináltad? Hozzáérintettem a slusszkulcsot a fémoszlophoz. Kiadták újra, ajtón keresztül, és nem omlott össze Amerika. Belátom, szürreális jelenetsor volt, de minden szó igaz.

Még maradt négy teljes napunk, mit kéne csinálni? Fölmehetnénk a hegyekbe, az egy nap, Colorado Springs közelében is van némi látnivaló, az pár óra. És aztán? A Yellowstone nagyon messze van. És mi lenne, ha hazamennénk? Ezek megőrültek, gondolhatja a nyájas olvasó, ott vannak a világ egyik leggyönyörűbb szegletében (ráadásul Amerikában) és haza akarnak jönni. Az az igazság, hogy megteltünk, már semmit nem tudtunk befogadni. Tíz nap alatt 6000 kilométer, s közben a fentebb említettek. Ingerküszöbünk olyan magasra szökött, hogy nem is tudom, minek kellett volna történnie, hogy újból felizgasson bennünket. Talán, ha tíz vulkán egyszerre tör ki a környezetünkben (de pont arrafelé nincsenek vulkánok).

Ahhoz tudnám hasonlítani a helyzetet, mint amikor tíz napon át hancúrozhatunk az ágyban a világ legszebb nőivel és még messze nincs vége. Én ugyan ezt soha nem próbáltam, de el tudom képzelni. Másnap délelőtt kimentünk a denveri reptérre, átírattuk a jegyünket még aznapra és hazarepültünk. Mondhatom, rém boldogan. Ám még nem jött el a búcsú ideje, hiszen a Nyugat fele még kimaradt, úgyhogy egy év múlva visszatértünk.

S hogy hová tűnt az első rendszámtáblánk? Képzeljék, nem is volt. A kocsit ugyanis Új-Mexikóban regisztrálták, ott pedig az nem kötelező.

HOLLÓSY FERENC

Apa „születik”

Egy nő életének talán a legszebb és legboldogabb időszaka a gyermekvárás. A fogantatás pillanatától a születésig a magzat benne fejlődik, vele együtt lélegzik és érzi minden egyes szívdobbanását, mozdulatát.

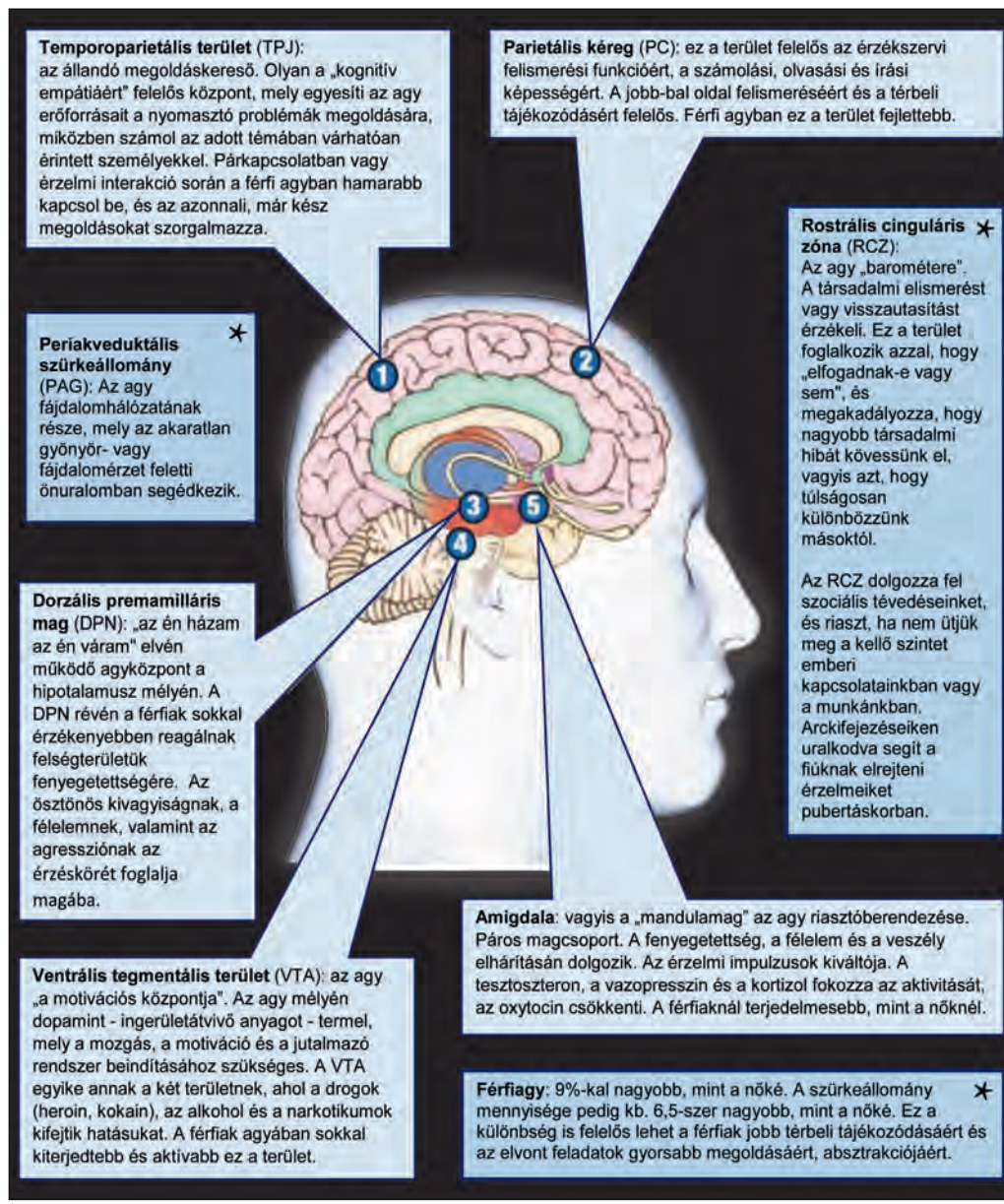
Sokáig tartotta magát az a (téves) nézet, miszerint a terhesség idején a férfiakkal alapvetően nem történik semmi. A kutatások azonban arra hívták fel a figyelmet, hogy a várandósság és a szülés idején bizony az anyákhoz hasonlóan jelentős hormonális és viselkedésbeli változások mennek végbe a férfiakban is, sőt még az agyuk is másképp kezd működni az MRI vizsgálatok szerint.

Storey és munkatársai izgalmas hasonlóságokat mutattak ki az anyák és az apák hormon-koncentrációjának változásában a szülés előtti és utáni időszakban. A kutatók megvizsgálták a leendő apákat partnereik terhességének utolsó három hónapjában, és kimutatták, hogy ezeknél a férfiaknál a szülés előtti utolsó három hét során 20%-kal megnőtt a prolaktin- és a kortizolszint, a tesztoszteronszint viszont 33%-kal csökkent. A megnövekedett prolaktin- és kortizolszint a szülői válaszkészséget, a gondozói magatartást támogatja, a tesztoszteronszint csökkenése pedig elsősorban a férfi versengő viselkedését és az ehhez tartozó szexuális érdeklődést tompítja. Azt is megállapították, hogy egy férfi tesztoszteron- és prolaktinszintje akkor kezdett visszaállni a normális értékre, amikor a csecsemő elérte a hathetes kort. A gyermekáldás előtti állapot viszont csak a csecsemő járóképességének idejére állt helyre.

Az apák viselkedése a világ különböző kultúráiban igen eltérő. Kiderült, hogy azoknak az apáknak, akik aktívan vesznek részt gyermekük nevelésében, kultúrától függetlenül alacsonyabb a tesztoszteronszintjük, mint azokénak, akiknek nem volt kapcsolatuk gyermekeikkel. Az utóbbi apák tesztoszteronszintje majdhogynem megegyezett az egyedülálló férfiakéival. Azt viszont nem lehetett megállapítani, hogy az eltérő hormonszint miatt volt-e más a viselkedésük, vagy az atyai törődés volt az, ami elfojtotta a hormonokat.

Az említett hormonális változások azoknál a férfiaknál voltak a legkifejezettebbek, akik érzelmileg erőteljesen vettek részt a babavárásban, és az újszülött gondozása során minden rezdülésükre érzékenyen reagáltak. Mindebből azt a fontos következtetést lehetett levonni, hogy a férfiak hormonális válaszait párjuk hormonális változása idézi elő – azaz a várandós partnerrel való tartós kontaktus, azon belül pedig a

1. ábra. A férfi agy azon területei, melyek domináns szerepet töltenek be az apává válás folyamatában. Az ábrákon a csillaggal hivatkozott agyterületek vagy nem esnek az agy itt látható metszeti síkjába, vagy kevéssé lokalizálható területek, vagy éppen több agyi területet, az agy egészét érintik



feromonok (szaglás) által történő kommunikáció alapozza meg az apai viselkedés biológiai alapjait. *Vaglio* és munkatársai 2009-ben fedezték fel, hogy terhességük alatt a nők izzadságmirigye és bőre 5 különböző illatanyagot választ ki, melyek feromonként hatnak a párjukra.

Feltehetőleg a feromonok hatása is szerepet játszhat az ún. szimpátiaterhesség (Couvade-szindróma) kialakulásában, amely gyakori, de szinte alig ismert jelenség. Ennek során a leendő apa olyan fizikai elváltozásokat észlel magán, mint az állandó éhségérzet, az elhízás, a hasmenés, vagy éppen az étvágytalanság, rossz emésztés, székrekedés. Megfigyelték, hogy a többi emlősnél is előfordul a szimpátiaterhesség. A hímek súlyfeleslegre tettek szert a terhes nőstény párjuk mellett. Erről *Ziegler* és munkatársai számoltak be 2006-ban.

2011 óta *Gettler*nek és munkatársainak köszönhetően azt is tudjuk, hogy a versengést és a szexuális érdeklődést aktiváló tesztoszteron is támogatóan hat a férfiak párkereső, majd utódgondozó magatartására. A magas tesztoszteronszinttel rendelkező férfiak öt éven belül nagy valószínűséggel megházasodnak, és amint apává válnak, eredeti magas tesztoszteronszintjük nagymértékben csökken. Az újszülöttjük gondozásában intenzíven résztvevő apák esetében a tesztoszteronszint viszszaszorulása kifejezettebb volt, mint azoknál, akik kevésbé vették ki részüket a babázásból. A csecsemőjükkel egy ágyban és egy légtérben alvó apák reggeli tesztoszteronszintje alacsonyabb volt, mint a külön szobában alvóké. A babák fizikai közelsége tehát segíti az apákat abban, hogy aktív gondozóvá váljanak – egyben csökkenti annak valószínűségét, hogy szexuális kíváncsiságuk esetleg más irányba sodorja őket. A várandósság és az újszülöttről való gondoskodás idején zajló specifikus hormonális változások sora tehát nemcsak az anyák kiváltsága. Felkészíti a férfiakat arra, hogy az anya mellett maradjanak, és utódaikat az anyához hasonló odaadással gondozzák.

Mivel egy újszülöttnek 24 órás figyelemre és állandó ellátásra van szüksége a túléléshez, az anyatermészet elszakíthatatlan biológiai kötelékkel veszi körül a szülőt és gyermekét. Olyan érzelmeket generál a szülők agyában, ami a szerelemhez hasonló. Mindezért a dopamin és az oxitocin a felelős. A dopamin, mint ismeretes, az agyban neurohormonként és az idegsejtek közötti ingerületátvivő vegyületként van jelen. A dopamint többnyire az agy boldogságközpontjával hozzák kapcsolatba, ahol is élvezetet, örömet stimulál. Ennek a jutalom-mechanizmusnak a szerepe feltehetőleg az, hogy új viselkedésformákat alakítson ki a szülőkben, ezzel is motiválva az apát és az anyát, hogy újra és újra dopaminhoz jusson.

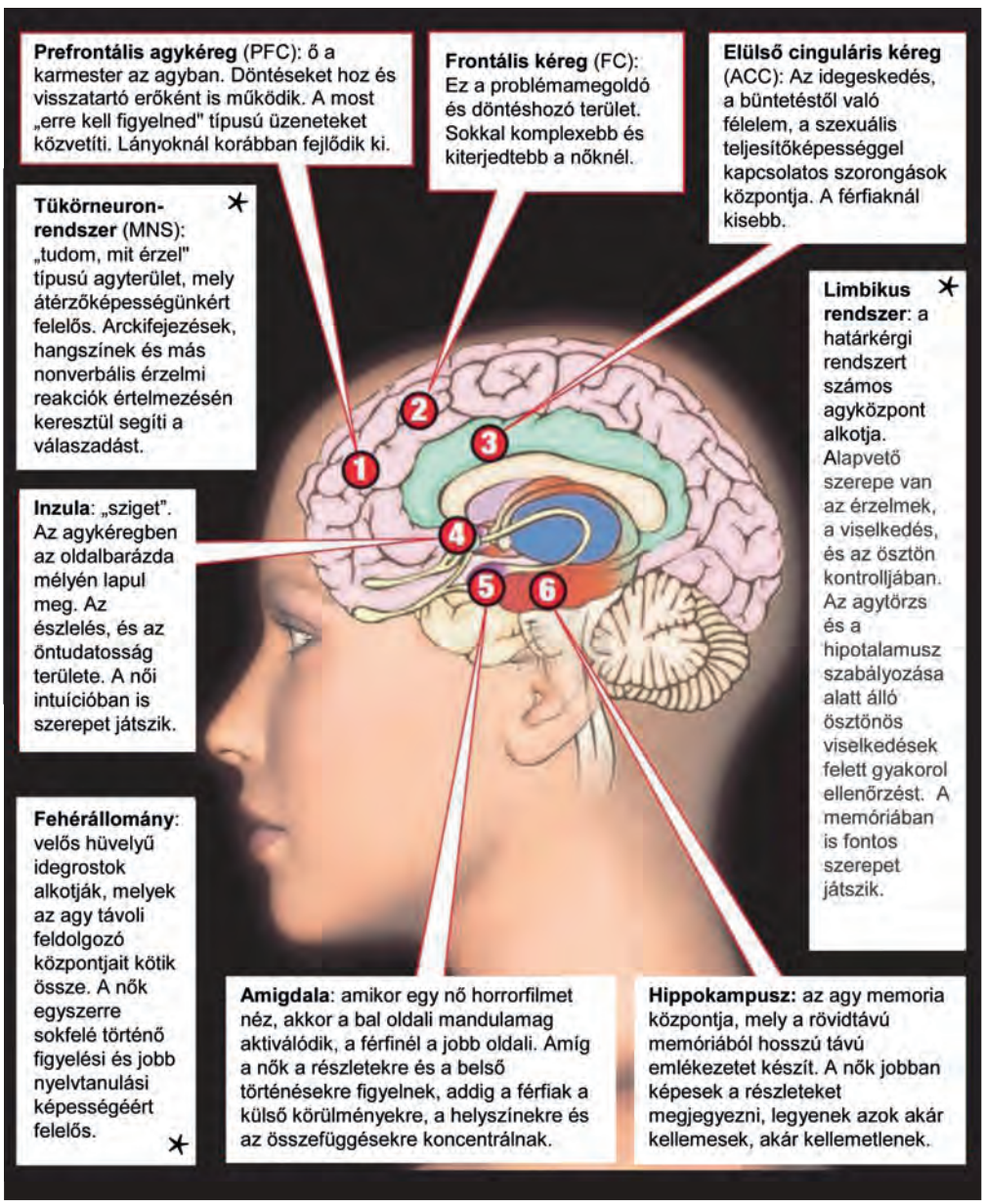
A másik vegyület az oxitocin, mely a hipotalamuszból érkező és az agyalapi mirigy hátulsó lebenyében tárolódó hormon. Elősegíti az anyai tejképződést a szoptatás alatt, szülés közben a méhösszehúzódásokat. Fokozza az átérző képességet, és a bizalmat, valamint emberi kötődéssel kapcsolatos hálózatokat épít az agyban. Az anyai oxitocin felkészíti a magzati agyat a szülésre. Csökkenti a fájdalomérzetet és a stresszhormonokat. A férfiaknál a vérnyomást is. Döntő szerepet játszik az apai érzések kialakításában. Növeli a biztonság- és nyugalomérzetet.

A dopamin és az oxitocin hatása felelős azért, hogy a csecsemők puha, piros pozsgás bőrének érintésére és hatalmas szemük látványára a másodperc töredéke alatt működésbe hozza azokat az agyi területeket, amelyek a szülői gondozási ösztönök kiváltásáért felelősek.

Kiderült, hogy az ösztönös szülői gondoskodás nemcsak az anyáknál, hanem minden

2. ábra. A női agy azon területei, melyek domináns szerepet töltenek be az anyai érzelmi reakciókban és jelentős eltérést mutatnak az „apai agy”-tól

(Ábrák forrása: http://cdn.zmescience.com/wp-content/uploads/2010/09/f_brain.jpg alapján módosítva)



emberi agyban eleve megtalálható. A gyermekkel való törődés során azonnal és egyszerre kapcsol be az amigdala, az aggályokért felelős elülső cinguláris kéreg (ACC), és az undorérzetért felelős inzula, amint a gyermek sírni kezd. (Az amigdala – vagy más néven mandulamag – agyunk riasztóberendezése a fenyegetettség, a félelem és a veszély elhárítására. Változatos érzelmi impulzusokat generál attól függően, hogy milyen stimulus éri: míg a tesztoszteron, a vazopresszin és a kortizol harcra ingerli, addig az oxitocin csitítja. A férfiaknál terjedelmesebb méretű, mint a nőknél. Az ACC az idegeskedés, a büntetéstől való félelem és a szexuális teljesítőképességgel kapcsolatos szorongások központja. Felméri a lehetőségeket, felismeri a konfliktushelyzeteket és döntéseket hoz, miközben a tesztoszteron csökkenti a büntetéstől való félelmet. Ez a központ felelős az öntudatosságért is. Mérete a férfiaknál kisebb, mint a nőknél.)

A gondoskodás a babából persze azonnal boldog mosolyt csal elő, ami beizzítja a jutalomért felelős agyi központot, a nucleus accumbenst (NAc). A jutalmazás arra sarkallja a szülőt, hogy újra és újra kapcsolatot létesítsen a babával, és ezzel is megerősítse az ösztönös törődést. Minden egyes kapcsolatlétesítéssel egyre nagyobb összhangba (szinkronicitás) kerül a szülő a gyermekével.

Az apai agy kifejlődéséhez nemcsak hormonok és az apai agytekervények szükségesek, hanem fizikai érintések is. A Princeton Egyetem kutatói összehasonlították az apákat és a gyermektelen hímeket főemlős rokonainknál, a selyemmajmoknál. A selyemmajom apák vesznek részt a világon a legerőteljesebben az utódnevelésben, mivel a születés utáni első hónapban, nap mint nap 15 órát tartják karjaikban kicsinyeiket. A naponta az apával eltöltött idő még jobban összehangolja az apa és gyermeke agyát. A kutatók kiderítették, hogy a selyemmajom apák agyában a gondolkodásért és a következmények megítéléséért felelős terület, a prefrontális kéreg (PFC) sokkal több sejtet és kapcsolódási pontot tartalmaz, mint a gyermektelen hímeknél. (A prefrontális agykéreg az aktuális problémára összpontosít, és megfelelő döntéseket hoz. Ez a „most erre kell figyelned" üzenetű agyterület egyben visszatartó erőként is működik, és féken tartja impulzusainkat. Nagyobb a nőknél, és a lányoknál egy-két évvel korábban is fejlődik ki.)

A PFC receptoraival befogadóképes az úgynevezett apasági hormonokra: a korábban már említett prolaktinra, az oxitocinra és a még nem említett vazopresszinre. (A vazopresszint vagy antidiuretikus hormont a hipotalamuszhoz tartozó nucleus supra opticus nevű idegsejtcsoport termeli, és az agyalapi mirigy hátsó lebenyében raktározódik. A lovagiasság és a monogámia hormonja, ha kell, erőszak árán is megvédi felségterületét, párját és utódait. A tesztoszteronnal együtt a férfiak agyközpontjai felett uralkodik, és a férfiasságot hivatott megerősíteni bennük.)

Nemcsak a hormonok, hanem a gének szintjén is izgalmas megfigyeléseket tettek *Alastair S. Garfield* és munkatársai a Bath-i Egyetemen, melyről a *Nature* hasábjain számoltak be. Nevezetesen egereken végzett kísérleteikkel kimutatták, hogy van egy olyan gén, amelynek apai és anyai változata különböző területeken fejti ki a hatását. A grb10 gén apai változata az utódokban főként az agy egyes területein aktív, és a viselkedésbeli dominanciát befolyásolja; míg az anyai allél a test más területein hat, és a növekedésben játszik szerepet. Ez a jelenség a genetikai bevésődés (genomic imprinting), mely szerint néhány gén csak az egyik szülő allélját mutatja mindig, függetlenül attól, hogy a másik szülőtől milyen génváltozat kerül az utódba. Ez az első olyan gén, amelyről sikerült kimutatni, hogy hatása szülői kontroll alatt áll az utódokban is, és a viselkedés alakításában játszik szerepet. Egyben elegáns evolúciós megoldást szolgáltatott arra, hogy ugyanazon gén teljesen eltérő feladatokra is szakosodhat.

A kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy az apaságban szerzett gyakorlati tapasztalat kiugró mértékben megnöveli a férfi agyban az atyai viselkedésért felelős kapcsolódási pontok számát.

A vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a szülő és gyermeke közötti kontaktus működésbe hozza a PFC-t. Az tudott volt, hogy az anyai agy a baba születése első napjától fogva riadókészültségben áll, de ma már az is biztos, hogy az apai agy is villámgyorsan képes hozzá felzárkózni.

Ruth Feldman tanulmányai alapján ez az oda-vissza történő interakció felettébb fontos szerepet játszik a szülői magatartás kifejlődése során. Azoknál az apáknál, akiknek nincs mindennapos fizikai kapcsolatuk gyermekeikkel, sokszor nem fejlődnek ki rendesen a szülő és gyermeke közötti szinkronitáshoz szükséges apai agyi hálózatok. Egy ilyen szoros interakcióhoz szükséges környezetet teremteni leginkább a születés előtt lehet.

A tudósok úgy vélik, hogy a csecsemők agyának érzelmi és kommunikációs központjai megtanulnak másképpen viszonyulni az apához és az anyához, ami a csecsemő három hónapos kora körül történik meg, amikor is hirtelen elkezd kevesebbet aludni, és több időt tölteni interakcióval. A kutatások kimutatták, hogy az apák nemcsak akkor viselkednek másképpen, amikor az anyák távol maradnak, hanem akkor is, ha azok éppen nem figyelnek, és ezt a különbséget a csecsemők észreveszik.

A kutatók kimutatták, hogy az a mód, ahogyan a gyerekek apjukkal játszanak, kíváncsibbá teszi őket, és fejleszti a tanulásra való képességüket. Az anyákéval összehasonlítva, az apák játékstílusa sokkal fizikálisabb és féktelenebb. A kutatók szerint egy apa kreatívabb és kiszámíthatatlanabb, amikor játszik, ezáltal serkentő hatással van a gyermekre. Az apák kreativitása a játék mellett akkor is képes megnyilvánulni, amikor gyermekükhöz beszélnek, vagy énekelnek neki. És nem ez az egyetlen különbség. Egy németországi kutatás során a tudósok 15 éven keresztül kísérték végig gyermekkorú alanyaik életét. A kutatás első része az apák és kétéves korú gyermekeik közötti játék megfigyeléséből állt. Kiderült, hogy azok a gyerekek, akikkel az apjuk játékból minduntalan birokra kelt, sokkal magabiztosabbá váltak, mire elérték a kamaszkort. Az apa és gyermeke közötti kötődés kialakításához tehát testi kontaktus is szükséges.

Összegzésként elmondhatjuk, hogy a férfiak teste ugyanúgy felkészül a szülői szerepre, és az újszülött gondozására, védelmezésére, mint a nőké. Minél inkább testi-lelki közelségben él valaki a gyermekét váró párjával, majd a gyerekével, annál inkább természetes lesz számára a gyerek ellátása, gondozása, és a vele való játék. Erre az egészséges életszemléletre kellene törekednie minden szülővé váló korosztálynak. Ebbéli törekvéseinkben bizton számíthatunk génjeink, hormonjaink és agyműködésünk támogatására.

Irodalom

Louann Brizendine: A férfi agy. Libri Könyvkiadó, 2012.

E. Abraham, T. Hendler, I. Shapira-Lichter, Y. Kanat-Maymon, O. Zagoory-Sharon: Father's brain is sensitive to childcare experiences. PNAS. 2014, Vol. 111. No. 27, pp 9792-9797.

B. Leuner,E. Glasper, E. Gould: Parenting and plasticity. Trends in Neuroscineces. 2010. Vol 33. No. 10, pp. 465-473.

E. Gustafsson, F Levréro, D. Reby, N. Mathevon: Fathers are just as good as mothers at recognizing the cries of their babies. Nature Communication 4, Article number: 1698 (2013) doi:10.1038/ncomms2713.

Storey, A.E., C.J. Wash et al. Hormonal correlates of paternal responsiveness in new and expectant fathers. Evol. Hum.Behav. 2000. 21:79-95.Vaglio, S.P., P. Minicozzi et al. Volatile signals during pregnancy: A possible chemical basis for mother-infant recognition. J.Chem.Ecol. 2009.35:131-139.Ziegler, T.E., S.L.Prudom et al. Pregnancy weight gain: Marmoset and tamarin dads show it too. Biol Lett. 2006. 2:181-183.

Gettler, L.T., McDade, T.W. Longitudinal evidence that fatherhood decreases testosterone in human males. PNAS. 2011. 108:16194-16199.

Garfield,A.S., M. Cowley et al. Distinct physiological and behavioural functions for parental alleles of imprinted Grb10. Nature. 2011. 469:534-538.

Feldman, R. From biological rhytms to social rhytms: Physiological precursors of mother-infant synchrony. Dev. Physiol. 2006. 42: 175-188

ROSIVALL LÁSZLÓ

Tudományos eredmények és a mindennapi orvoslás

Lehet művészet, tudomány és folyamatos kérdésfelvetések nélkül élni?
Lehet, de minek! (Rll)

Újra meg újra csodálkozva vesszük tudomásul, hogy már évszázadokkal ezelőtt is milyen sokat tudtak a gyógyítók az emberi test működéséről és a beavatkozási lehetőségekről.

Kosi Hippokratész (i.e. 439–377) leírta és betegeinél használta a bor nyugtató, fájdalomcsillapító, vizelethajtó, hasmenésellenes és sebgyógyító hatását. Ez utóbbiról az Újtestamentumban is olvashatunk, amikor az irgalmas szamaritánus a rablók által kifosztottnak és félholtnak „bekötözé sebeit, olajat és bort töltvén azokba".

A ma divatos prevenciót és az ehhez szükséges életstílusváltást is Hippokratész több mint 2000 évvel ezelőtt így fogalmazta meg: „Ha minden személynek biztosítani tudnánk a megfelelő mennyiségű táplálékot és testmozgást – nem túl keveset és nem túl sokat –, akkor megtalálnánk a legbiztosabb utat az egészséghez." *Julius Caesar* (i.e. 100–44) katonáinak a harcmezőn napi 1,5 liter vörösbort rendelt, hogy megelőzze a gyomor- és bélfertőzéseket, mert tudta, hogy a hasmenés eldönti a csatát. *Zrínyi Miklós* (1508–1566) ugyancsak stratégiai eszközként használta az alkohol hatását: „Ha az ellenségnek van innepe, vagy már öröme vagyon, az melyben részegeskedik és gondatlan: akkor vagyon ideje, hogy rá menj." *Stephen Hales* és *Christopher Warrick*, angol sebészek 1744-ben hasüregi folyadékgyülem leengedése után vörösbort és vizet töltöttek egy bőrből készült tubuson keresztül a hasüregbe, megelőzve ezzel a peritoneális dialízist. Ma úgy tartjuk, hogy étkezés közben egy pohár bor kifejezetten egészséges lehet, ezt sok-sok százezer ember hosszú ideig történő nyomon követésével végzett modern vizsgálatok eredményeiből vonták le a kutatók. Ugyanezt *Eubulos* költő és filozófus (i.e. IV. század) már pontosan megfogalmazta:

Vincent van Gogh: Az irgalmas szamaritánus

„A bölcseknek három korsó italt keverek:
Az elsőt a jó egészségnek,
A másodikat a szerelemnek és boldogságnak,
A harmadikat az alvásnak.
A negyediket már nem magunknak, az dühössé tesz,
Az ötödik kiabáláshoz vezet,
A hatodik megrészegít,
A hetedik elvakít …"

A salernói iskolában (*Arnaldo de Villanueva*, 1235–1311) életmód-tanácsadásként a következőt írták: „soha ne igyál bort étkezések között, ha el akarod kerülni az ártalmat, viszont gyakran és keveset igyál étkezés közben, hogy egészséges legyél".

Ma büszkék vagyunk arra, hogy az elmúlt években különböző módszerekkel sikerült meggyőzni a pékeket, a séfeket, hogy csökkentsék az áruik sótartalmát, mert az, bár fokozza a fogyasztást, rendkívül egészségtelen. A legrégebbi ismert orvosi könyvben, a

Az első ismert orvosi könyv

kínai *Sárga Császár* belgyógyászati könyvében (*Huangdi*: Neijing kb. i.e. 2500) a következő olvasható: „Ha túl sok só van az ételekben, akkor kemény lesz a pulzus…". 4500 évnek kellett eltelnie ahhoz, hogy ezen igaz megállapításnak gyakorlati következménye legyen.

Az ősi fogpótláson, agyműtéteken, melyekre a régészeti leletekből lehet következtetni, ugyanúgy megdöbbenünk, mint a mai szív-, tüdő-, vese- vagy génhiánypótlás-beavatkozásokon. Mondják, a mai orvosi tudásunk mintegy 80%-át csak 1800 után szereztük, több mint 50%-át pedig 1900 óta, és ezek jelentős része állatkísérleteken alapszik.

Manapság tanúi vagyunk az orvostudomány exponenciális, szinte robbanásszerű fejlődésének. Vajon hogyan fogják majd utólag értékelni ezt a szakemberek? De lehetünk-e büszkék korunk orvostudományára, illetve annak gyakorlatára, melybe éppúgy beletartozik az afrikai szabadtéri, szinte minden higiénét nélkülöző „rendelés", mint a da Vinci sebészeti robottal készült távműtét vagy rákos sejtek lecserélése egészségesekre fehérvérű emberekben?

Az A-vitamin-hiány miatt még ma is mindennap mintegy 6000 ember hal meg a világon és évente félmillióan vesztik el szemük világát ott, ahol a mindennapi táplálkozás, sőt éhínség okoz gondot. Crick (1916-2004) és Watson (1928-) híres, Nobel-díjat érő (1962) felfedezése megindította a genetika iszonyatos fejlődését. Ennek szinte beláthatatlan következménye van az emberiségre a gyógyításra való közvetlen hatáson túl is. Néhány éve például *Ingo Potrykus* és *Peter Beyer* professzorok előállították a genetikailag tervezett úgynevezett arany rizst, melyben a sárga szín a rizsszemek az endospermium β-karotin-tartalma miatt jön létre. E rizs elterjedésével az A-vitamin-hiány előfordulása óriási mértékben csökken.

2015-ben *Juju Tu* az alkalmazott kórélettan sikereként Nobeldíjat kapott az *Artemisinin,* a malária erőteljes gyógyszerének növényből történő sikeres kivonásáért *(lásd Természet Világa 2016. 3. szám)*. A vizsgálatok bizonyítják, hogy 10 év alatt 34, a malária elleni harcban elkötelezett országban 85%-kal csökkent a maláriaesetek száma, bizonyítva az egynyári üröm, mint új gyógyszerforrás felhasználásának hihetetlen következményeit.

Hiába minden siker, ha ugyanakkor terjed a kövérség, egyre gyakoribb a magas vérnyomás, a diabétesz, a vesekárosodás, a légszennyezettség miatti obstrukciós légúti betegség, nő az alkoholfogyasztás, fokozódik a kórházi fertőzések száma, nő a rezisztens baktériumok előfordulása, sőt csökken az erdők kiterjedése, pusztulnak a fajok és így tovább...

Szélsőséges, de valóságos példák a mai orvosi ellátás különbségeire

A gyógyítás és betegellátás nem kizárólag orvostudományi kérdés. Még a betegség megfogalmazása is nagy körültekintést kíván. *Korányi Sándor* (1866–1944), 1928-ban a legmodernebb holisztikus szemlélettel ezt írta a betegségről: „…a beteg baja nemcsak egy szerv, nem is egész egyéniségének egyetlen szerv állapotából megítélhető betegsége, de mind annak összessége, amit felőle érez, amit felőle gondol, ami morphologiailag beteg szerve állapotából a többire következett, vagy következni fog és amit általa testileg, lelkileg szenved." Korányi azt is állította: „…az olyan egyetem, ahol politizálnak, az olyan tudomány, melynek igazságai különböző pártállásra épülnek, nem egyetem és nem tudomány. Az orvostudományban egyetlen igazság van: ez a tudásnak és az emberszeretetnek igazsága…".

Miért nehéz a beteggyógyítás, amikor például a magas vérnyomás egyszerűen a perctérfogat (a szív által időegység által továbbított vérmennyiség) és az erek összellenállásának fizikai következménye? Ha viszont ilyen egyszerű, akkor Magyarországon miért van mintegy 2 millió ember, aki e komoly következményekkel járó betegségben szenved? Ha azonban mélyebbre ásunk, akkor kiderül, hogy a perctérfogatot és az érellenállást is megszámlálhatatlan mennyiségű humorális faktor, a vesemű-ködés, az idegrendszer, sőt az idegrendszeren keresztül a külső pszicho-szocioökonómiai környezet is meghatározza.

Mit tehet a szegény orvos, ha a betegségért nemcsak az egészségügy, hanem a gazdaság, a politika, a társadalom is felelős? Tudjuk, hogy az ember szociális, biológiai, pszichológiai lény, vagyis az éremnek két oldala van, de az életnek/embernek három. Vajon eljutunk-e majd oda, hogy az orvosunk az adott tünetről, például a magas vérnyomásról megállapítsa annak primer okát és sekunder következményeit? Mert lehet az elsődleges ok genetikai eltérés (biológiai), majd következményesen pszichológiai zavar (viselkedési eltérések) és ennek következtében szociális zavar/baj jön létre (munkahely elvesztése). Ugyanakkor egy magas vérnyomású betegnél lehet az elsődleges ok a munkahely megszűnése (szociális), és ennek következtében lépnek fel a pszichológiai, sőt a biológiai zavarok (például csökken az ellenálló képesség fertőzések, sőt daganatok képződésével szemben is).

E bonyolult rendszerben az orvosok egyre nehezebben igazodnak el. Egy angliai oktató kórházban végzett friss felmérésből kiderül, hogy például az akut veseelégtelenség kórházon belüli növekvő előfordulása nagyrészt megelőzhető, ha az orvosok a laboratóriumi eredményekre hamarabb reagálnak, az eseményeket jobban dokumentálják. A kísérletképpen bevezetett, mobiltelefonra érkező automatikus betegértesítő a laboratóriumi eredményekből következő veszélyekre jelentősen csökkentette a betegség előfordulását.

Egyre több és szigorúbb előírás jelenik meg arról, hogy adott beteget, szinte receptkönyvszerűen, hogyan kell kezelni. Az igazi gond az, hogy a nagy epidemiológiai vizsgálatokból levont következtetések mindig az átlagra vonatkoznak, de az átlag **az adott betegben nem érvényes, hiszen a betegek környezete, háttere, genetikája stb. sohasem egyforma.**

Vajon mi a jövő, milyen lesz a betegellátás 50, 100 vagy akár 1000 év múlva? Hogy tudjuk megelőzni, hogy az USA-ban ne legyen a hatodik leggyakoribb halálok az orvosi tévedés? A módszertani váltás elkerülhetetlen az oktatásban, a diagnózisban, a gyógyításban, **sőt a megelőzésben egyaránt. Hamarosan** új számítástechnikai eszközök, mikro- és nanorobotok, csipek jelennek majd meg és robbanásszerűen terjednek, hogy szervezetünkbe beépítve, bőrünk alatt, beleinkben, vérkeringésünkben folyamatos méréseket, állapotfelmérést készítsenek és irányítsák a napi életünket, a folyadékfelvételünket, a táplálékbevitelünket személyre szabottan, egyedi módon.

Vajon eljön az idő, amikor az emberben egyszer csak több lesz a mű (gép, protézis, információhordozó stb.), mint az igazi? És meg tudjuk majd különböztetni az embert a géptől, vagy a gépet az embertől?

SZILI ISTVÁN

Változások a velencei tájban

Induljunk csak ki *Cziegler Sándor Mihálytól*, aki neves gyermekét hagyta ránk, meg a hazaszeretetét. Német létére Bécsben Kossuth követője vált belőle, magyar asszonyt választott, és szüntelen vándorlások közepette is hű maradt az elveihez. Azt, hogy a tó, a Velencei-tó is éppen útba esett, még inkább a Balaton vidéke, azon belül is talán Somogyország volt a leghűségesebb hozzá, jelen esetben figyelmen kívül hagyhatjuk. Talán még azt is, hogy keresztül-kasul járta Ferenc Jóska birodalmát, sehol nem lelvén otthonra benne. Csak egy pöttyöt hagyott hátra, hét gyermeke közül az egyetlent, aki a felnőttkort megérte, és aki hosszú időre meghatározója lett a magyar irodalomnak. Innen, a Czigler Sándor Mihálytól, de sokkal inkább a később Gárdonyi C. Gézától, mely névből szép lassan kikopott a „C", szóval *Gárdonyi Gézától* indítjuk ezt a túrát.

A tó nevének jelentése: *szélzászló*. Legalábbis a régi népi elnevezésekben rábukkanhatunk egy szóra, amit a halászok a szélirány jelölésére használtak. Minden esetre az Első Katonai Felmérés idején már ezen a néven emlegették a tavat.

A Velencei-tó a jégkorszak végén, mintegy 12 000–15 000 éve jött létre, amikor is a kiterjedése jóval nagyobb lehetett a mainál. Különösen Székesfehérvár keleti-délkeleti végénél, ahol azonban a környező dombok és a lefolyás iránya gátat szabott a vízszint korlátlan emelkedésének. A tó akkori kiterjedése 61 km^2 volt (a jelenlegi 26 km^2), ami 5–6 m-rel jelenthetett magasabb vízszintet a mainál. A tó magas víz idején egészen biztosan összeköttetésben állott a Zámolyi-medence tavával (ennek egyik maradványa a csákvári Csíkvarsa, illetve a Császár-patak), amit a rómaiak jóval később elrekesztettek. A Császár-patak egyébként sokáig a Nádastóba (Fertőbe) torkollott, majd fokozatosan elrekesztődött és közvetlenül a Velencei-tóba kezdett folyni. (Nyomait még ma is megtalálni.)

A Velencei-tó
(A szerző felvételei)

A tavat Mária Terézia óta folytonosan le akarták csapolni. A mérnöki szempontból legtökéletesebben kidolgozott tervet Chiapo-féle lecsapolási tervként ismerjük, ami 1792-ből való. A tervet Chiapó (Csapó?) Benjaminus Fejér vármegye hiteles földmérője készítette. Szerencsére ez sem, és a soron következők sem valósultak meg. A tó – lévén, hogy kizárólag a csapadékvíz táplálta – többször is a kiszáradás veszélyébe sodródott. A legjelentősebb kiszáradás 1866-ban be is következett. (Ekkor száradt ki a Fertő-tó és részben a Balaton is.) Ugyanakkor a kiáradás is jellemző volt a tóra, így az 1838-as pesti árvíz idején, amit a Sió–Sárvíz rendszerének visszaduzzadása okozott. A tó vizét szabályozni óhajtó Sárvíz csatorna elszívó hatása már 1780-tól megmutatkozott, de az 1920 után megépült Dinnyés–Kajtori csatornáé még erőteljesebben. Leszögezhetjük, hogy a tó vízjárása sokkal szélsőségesebb, mint a Balatoné.

A tó már a történelmi időkben híres volt az úszólápjairól. Ezek voltaképpen legyökerező nádasok voltak, amelyeket azonban az erős szél felszaggatott és kihajtott a mélyvíz irányába. 1995 körül még magam is megtapasztaltam a bizonytalan felszínű úszólápok csalafintaságát. Ezek ugyanis be-beszakadtak a télen rámerészkedők súlya alatt. A népnyelv úgy is nevezi őket, hogy „szakadás", és annak idején ugyancsak megkeserítették a nádvágók helyzetét. Egy 1930 körüli adat szerint a tó fedettségére 16 km^2 nádmentes, illetve 10 km^2 nádas tó volt jellemző. Ez az állapot a 80-as években végrehajtott kotrások ellenére sem igen változott, mivel időközben a nádasok aránya megnőtt. Egy mai adat szerint a nádasok aránya a tó felületének 60%-áról 40%-ára szorult vissza: úgy tűnik, ez az arány tartható.

Európában sehol sem található még egy olyan sekély vizű, kis területű tó, amelyikben kétféle víz fordul elő: a nyugati térfélen szerves anyagokban dús lápi vizet, a keletin pedig szikes vizet találunk. A tó középső harmadában a kétféle víz keveredik, de ez a keveredés nem nagy mérvű. Ugyanis a tóba befolyó, és a tó szintjét szabályozó elfolyó rendszer kb. 1 km-re esik egymástól. Emiatt a tó keleti térfelén jóformán csak a párolgás révén cserélődik a víz. De akármilyen is a víz mozgásiránya, a már említett lecsapoló rendszer „jóvoltából" a szikes víz minden esetben ráhúzódik a roppant kényes lápvízre. A lápi víz és a szikes víz szinte összeférhetetlen állapotban állnak egymással szemben. Amíg pl. a lápi víz élteti a tőzegpáfrányt (*Thelypteris palustris*), bi-

Gárdonyi Géza szülőháza

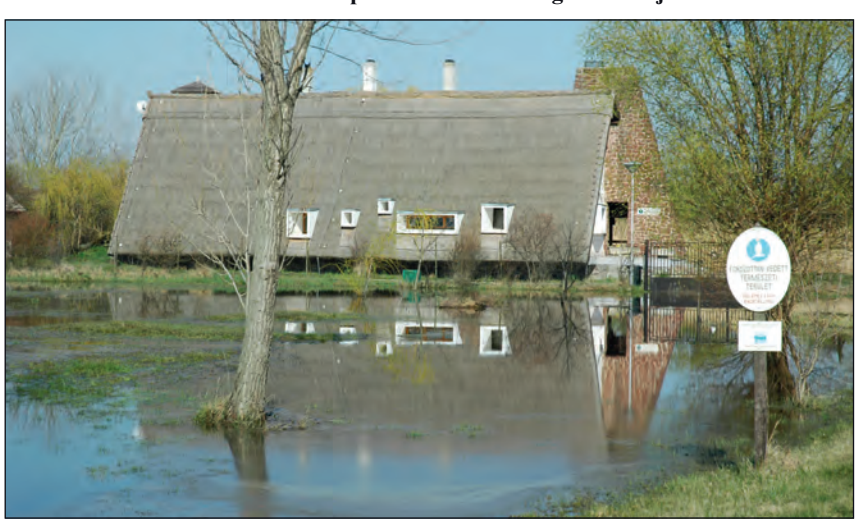
A tó vízállását a Kajtor-csatorna szabályozza

zonyos Sphagnum-fajokat, a mocsári nőszőfüvet (*Epipactis palustris*), a rostostövű sást (*Carex appropinquata*) vagy a nagyon ritka hagymaburkot (*Liparis loeselii*), addig a szikes víz a sziki őszirózsának (*Aster tripolium pannonicus*), vagy a kisfészkű aszatnak (*Cirsium brachycephalum*) tesz jót. A kevésbé háborgatott nyugati, és helyenként az északi parton kisebb foltokon ugyancsak sziki növényzet díszlik bárányparéj, sziki ürüm, pozsgás zsázsa, budavirág stb. jelenlétével. A harminc éve még fellelhető körtikefajokkal (*Pyrola media, P. rotundifolia, P. minor*), vagy a reliktum jellegű kúszó csalánnal (*Urtica kioviensis*) azonban már nem találkozhatunk. Félő, hogy a tó szikes vize egy alaposabb átmosás következtében összeroppantja és jellegtelenné teszi a lápi vizet.

A tóban a fel-felröppenő híresztelések ellenére, nincsenek hévforrások. A hévforrás szó amúgy is megtévesztő lehet: a népnyelv „hevesek"-nek hívja azokat a helyeket, ahol az áramló víz megszorul, és a felhalmozott szerves anyag hőtermelése elegendő a jégperem elvékonyításához. „Kiizzadja a jeget" – szól a népi bölcsesség ezekről a helyekről. Egy ilyenbe magam is beszakadtam, és bizony csak segítőkész emberek közreműködésével szabadultam ki…

Most pedig a régi katonai térképek segítségével induljunk el Gárdonyi szülőházától. Amely térképeken egyúttal a térképészet fejlődése is nyomon követhető. Az Első Katonai Felmérés idején (ez a vonatkozó helyre nézve 1782–1785 között történt) még egészen másként festett a tó környéke. A Velencei-tó és a hozzá kapcsolódó Fertő a következőkkel volt jellemezhető: mindkét tó teljes felszínét vízi növényzet borította, legfeljebb a Gárdonytól keletre eső részen ritkult, illetve a Velencei-sarok nevű hely maradt ki belőle. A tó déli partján egyetlen település sem volt fellelhető, de Börgönd-, Szerecseny-, Dinnyés-, Agárd- és Gárdony-puszták már léteztek. A tó északi felén Pákozd, Sukoró és Velence, illetve a kis Nadap község ugyancsak létezett, a tó közeli „Kis Nyék puszta" viszont csak elszórtan elhelyezkedő házakból állt. Megjegyzendő, hogy a Székesfehérvárt körülölelő, illetve a tőle nyugatra elhelyezkedő mocsaras részek szélességben és hosszanti kiterjedésben is felülmúlták a Velencei-tó méreteit. Még nem múltak el véglegesen az idők, amikor a „Sárrét" (mert, hogy Beszédes József előtt más volt a neve: Sóstó vagy Ingovány) és a Velencei-tó vizei Abánál összetalálkozhattak. Még később Cecénél a Balatont megcsapoló víz is csatlakozott hozzájuk egy szerteágazó, nagykiterjedésű vízi rendszert képezve. De a vízjárta időknek már csak kevéske volt hátra: csatornák közé szorítva, gátak között kanyarogtatva, és főképpen halastavak vizeiként végképp megszelídültek.

A torkolat mellé épített kutatóház magas víz idején



A Pákozd–Sukoró–Velence térségbeli szőlők nagyjából ugyanúgy helyezkedtek el, akár csak manapság. Legfeljebb kisebb területen, főként a nyaralókkal történő beépítés okán. A térkép egyébként kevés információt nyújt a gazdálkodásról, csak a nedves helyeket, legelőket és erdőket jelzi külön-külön.

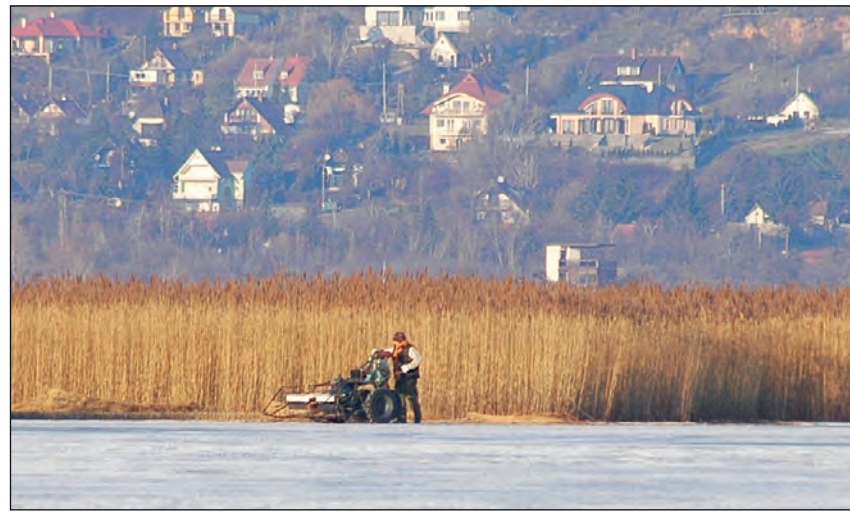
A Második Katonai Felmérés idején, vagyis 1819–1869 között sokat változott a terepleírás. A tó északi oldalán ugyan nincs nagyobb változás, de a délin hármat is találunk: Dinnyésből és Gárdonyból falu formálódik, „Kis Nyék pusztából" pedig Alsó- és Felső Nyék puszta, illetve Kis Velence. Eközben a vasút is megjelenik: 1860-ban a komáromi, 1861-ben a Budapest–Székesfehérvári (Dél-balatoni), 1872-ben pedig a veszprémi vonal is megépült (ez utóbbinak csak a kiinduló pontját láthatjuk, mert a Sárrét miatt még nem fejezhették be), vagyis térképünk ezt követően készült. Magában a tóban a helyzet ugyanaz: a víz állapota változatlan, legfeljebb a partközeli területeken változott valamicskét a növényzettelenség javára. Jócskán megszaporodott viszont a topográfiai vonatkozások megnevezése, főleg ami a települések nevén kívülieket illeti: egyes eligazító szerepű földrajzi képződmények, és meglehetősen sok „mezőgazdasági táblanév" – a tulajdonosokat vagy a hasznosságot jelölő fogalommal (pl. Ördög-kő, Halohalom, Nádasdy birtoka, Szerecseny stb.) került fel a térképlapokra.

A Harmadik Katonai Felmérés ideje (1869–1887) szinte a másodikét követte, ezért nincs is nagy különbség az ábrázoltakban. Még több ugyan a topográfiai adat, a térképjelek dolgában is van előrelépés, de különösen a tó környékét szegényesen ábrázolja, minthogy az szegényes is. A nevezett „puszták" sorában csak Kápolnásnyék az új elem, egy összeolvadó település képviselőjeként. Agárdról még szó sincs, és Gárdony is csak egy aprócska falu. Igaz, a szántók már nem húzódnak le a tópartig: a vasút útjukat állja. Érdekes felfedezés még a térképen, hogy a Bicske – Lovasberény – Pátka vasútvonal

csak Kőrakásig ér el: itt állapodott meg a térkép készítője, jóllehet a vasútépítők már egészen közel jártak Fehérvárhoz.

A katonai térképeken kívül, különösen a XX. sz. elejétől kezdve aztán egyre több az információ. A fürdőélet, a szabadban történő fürdőzés szokása ugyan még a kezdet kezdeténél tart, annál inkább élnek a vízi élet más vonatkozásai, legelső sorban a halászat. Nem is igen kötődött a tóhoz semmi más, mint a halászélet (meg a téli nádvágás), alkalmanként vagy rendszeresen kiegészítve a földműves lét kelléktárával. Talán egészen 1950-ig (vagy az ötvenes évek elejéig) ez volt a helyzet. Ugyanis jól emlékszem a pákozdi vendégekre, alkalmasint a rokonaimra, akik ősszel ellátogattak hozzánk (másokhoz is), és lajtos szekereikkel végigjárták a falu utcáit, azzal a felszólítással, hogy „halat vegyenek". De ennek az életmódnak a napjai meg voltak számlálva! Éppen Pákozdon (no meg Pátkán és Lovasberényben is) például jó 20–25 évre szólón a bányászat lépett a helyébe. Igen, a „bányászkodás"! Méghozzá az ércbányászat. Az ötvenes években ugyanis – jellemző a korra – azt a kevéske ércvagyont is kitermelték, amit főként fluorit, galenit és cinkérc formájában rejtegetett a Velencei hegyek mélye. Ma már alig akad valaki, aki még emlékszik a régi időkre, aki nem felejtette el egészen az ötvenes-hatvanas évek nyersanyaghiányos mohóságát.

A tókörnyéki falvak sokkal inkább egyéb dolgaikról híresedtek el: az 1848-ban betöltött szerepükről például. Mivel e csatáról sok olvasnivalót találunk, ugyanakkor egy másikról, egy korábbiról jóval kevesebbet, ezúttal az 1593. november 3-i pákozdi csatáról emlékezünk meg. Ami azonban kevésbé volt pákozdi, sokkal inkább lovasberényi, pátkai, és legfőbbképpen magyaralmási csata. Mindehhez ismernünk kell a régi térképeket, amelyek számos dologban eltértek a mai állapotoktól. Például a közút Lovasberény felől közvetlenül Pátkára vezetett (ez utóbbinak most bekötő útja van), ott ágazott el Fehérvár, illetve Zámoly és Magyaralmás felé. Azt, hogy miért lett a csata neve „pákozdi", az magyarázza, hogy a Buda felől közeledő török sereg bal szárnya a Velence–Pákozd irányt követte, és innen igyekezett (volna) az ütközet helyére, feltehetően a Császár-víz folyását követve, majd onnan kitérve elkerülte Pátkát, és haladt volna Magyaralmás felé. (A régi út még ezt a nyomvonalat követte.) Az egyesített seregek (főleg német-osztrák, cseh és magyar katonákból állt ez a had) ugyanis itt verték meg Szinán pasa seregét, elkövetve azonban a hibát, hogy Fehérvárt nem ostromolták meg. Így aztán még majd 100 évet kellett várniuk a fehérváriaknak a felszabadításra. (Érdekességként említem csak, hogy zsoldos katonaként ebben az ütközetben vett részt az a bizonyos John Smith nevű angol kalandor-felfedező is, akinek egy jó évtized múlva Pocahontas, az indián leány mentette meg az életét.)



Nádvágás

A legnagyobb változást kétségkívül a vasút hozta. A fürdőélet megszületését csakúgy, mint a települések kifejlődését, átalakulását. Persze, mint mindenre, még erre is várni kellett egy ideig. Az első-, illetve a két világháború közötti időszakban még kevés nyomát találjuk a változásoknak. Azt is főleg a tó Budapesthez közeli szakaszán, ahová kispénzű emberek építgették balatoni mintára épületeiket (mert, hogy a villáknak nevet adtak). A tó a szabályozás előtt ki-kiöntött, nemritkán meglepetést okozva az építtetőknek. Mindez azonban csak a déli partra, és ott is csak az időközben kiformálódó Agárdra, illetve az attól keletre húzódó településekre volt érvényes. A tó északi oldalán szinte semmi sem változott: Pákozd, Sukoró, Nadap és Velence képe változatlan maradt. Tartott ez az állapot a '60-as évekig, de az intenzívebb átalakítás csak a '70-es években következett be, és a mai napig tart, több kisebb-nagyobb megtorpanással egybekötve. Gyermekkorom idején számtalanszor átkerekeztünk Lovasberényből Velencére, el egészen a déli vasút vonaláig, mivel csak ott találtunk egy résnyi helyet, ahol fürödni lehetett. A tó keleti végében halászházikók sorakoztak, valamennyien egy-egy néprajzi gyűjtemény letéteményesei, melyeket mégis kíméletlenül elsöpört az idő. Még az országút is csak fél-szélességű makadámút volt, két oldalán egy-egy porosnál is porosabb földúttal, ami a lovas- és tehenes fogatok számára volt meghagyva.

A soron következő „fejlesztést" a betonkoszorú kiépítése jelentette. Ez már a '60-as években elkezdődött, és a '80-as években fejeződött be. Volt-e rá szükség, vagy sem, avagy mindenhol-e, vagy csak bizonyos nagyon igénybe vett helyeken, nem az én tisztem eldönteni. Egy bizonyos: ma inkább az öntisztulásra képes, homokos fövenypartokat részesítik előnyben. A betonkoszorúra különben már ráférne a javítás: alig van olyan pontja, ami ne süllyedt, vagy ne billent volna meg. A tó vízszintjét minden esetre „sikerült" az alsó határ irá-

Madárfigyelő torony a kutatóház szomszédságában

A Katonai Emlékpark

nyában rögzíteni, ami természetesen nem a véletlen műve. Addigra ugyanis több komoly létesítmény is felépült (vízi sporttelep pl.), ami eleve megszabta, hogy meddig érhet a tó vízszintje. Ha azon fölül mutatkozott, hát ki kellett nyitni a Kajtor-csatorna lefolyóját. Így állt aztán elő az a helyzet, amikor a kilencvenes évek elején annyira leapadt a tó vize, hogy egyesek már a kiszáradástól féltették. Ezért épült meg a vízpótló rendszer, ki tudja mennyiért, ami a közeli Kincsesbányai bauxitbányából hozott bányavizet a Velencei-tóba. Néhány év elmúltával viszont árvízi helyzet alakult ki: hiába, egy sekély tó vízjárása már csak ilyen.

Mindeközben az M7-es út építése is elkezdődött (már a hatvanas évek közepén), és egykettőre elérte a tó északi oldalát. Az autópálya építése eleinte alig-alig befolyásolta a tókörnyék átalakulását. Legfeljebb az egyre gyarapodó, és főleg Velence és Sukoró térségére koncentrálódó építkezések jelentettek kivételt. Közöttük az evezőspálya kialakítása. Az igazi változást a rendszerváltás okozta. Innen számíthatjuk a tó környékének gyors átalakulását. A négy falu (Nadap, Velence, Sukoró és Pákozd) csak kis területen maradt meg a régi arculatában, mindenütt másutt új épületek, lakóparkok, nyaralók tömkelege létesült. A már korábban átadott Pákozd-Sukorói Arborétum létesítményekkel bővült, a Pákozdi csata emlékhelyén pedig Katonai Emlékpark létesült. A régi tókörnyék lassan az egyre nehezebben felidézhető emlékek közé kerül.

A nyolcvanas években létesített, Agárd–Gárdony határában lévő termálfürdőt (közel esik a Gárdonyi Géza Emlékházhoz) időközben kibővítették és gyógyhellyé minősítették. Hozzá hasonlóan, ugyanolyan vízminőségű gyógyvízzel létesült az ezredforduló idején a másik, a velencei fürdőkomplexum is, aminek külön érdekessége, hogy közvetlenül a tóparton terül el, és magába foglalja a tóparti panoráma lehetőségeit is (Resort & Spa). Ez a két fürdőhely a teljes évre vonatkozó nyitva tartás lehetőségével alaposan megváltoztatta a tó életét. Persze épült még más is: például a Nautis nevű szálloda, és nemrég a keleti tóparton a sétánnyal, stranddal egybekötött szolgáltatóház, „a Velencei-tó kapuja”. Átépültek a vasúti megállók, a Dinnyés közelebb került a településhez, a legforgalmasabb állomásokon aluljárók létesültek, illetve lift segíti a mozgássérülteket. A sportolási lehetőségeket is sokféle módon segítik, és nem csak az élsport szolgálatában. A legújabb változás a Bence-hegyen épülő kilátótorony, amit a tervek szerint 2017-ben adnak át. Mindenütt a változás jeleit tapasztaljuk, talán csak a tóban, a tó életében nem változott semmi. Vagy talán mégis?

Visszaérkeztünk kiinduló pontunkhoz: Gárdonyi Gézához. A hatalmas életmű birtokosaként apja útját követte: otthon volt az egész országban – vagy, talán közelebb járunk az igazsághoz, ha kimondjuk: sehol sem volt igazából otthon. Talán csak Egerben. Mégis, e nyugtalan lelkületű ember a világon mindenre, de mindenre felfigyelt, és véleményt formált róla. Az „ajándékba kapott” írótól nem volt idegen *Darwin* fő művének, *A fajok eredeté*nek olvasgatása sem. Köszönjünk el tőle és a Velencei-tótól *A nagy világ* c. versének részletével:

„Ki alkotta a világot?
Mért alkotta és hogyan?
Benne ez a sok világgömb
mért indul? hová rohan?
Miért van a Földön élet,
s oly tömérdek alakban:
légben, vízben, porban, sárban,
egymás mellett és egymásban,
s mind szívtelen haragban,
gondban, éber félelemben,
támadásban, védelemben
meg-meggyujtott fájdalomban, –
aztán ujra por a porban.
S miért van a Földön ember?” ◘

Légi felvétel a pákozdi madárrezervátumról *(Kalotás Zsolt felvétele)*

Februári számunkból

Csizmadia Tamás–Juhász Gábor: A sejtek önemésztő folyamata. Orvosi Nobel-díj 2016

Simonyi Miklós: Molekulaszobrászattól a molekuláris motorig. Kémiai Nobel-díj 2016

Németh Géza: Búcsú Amerikától. Második rész

Both Előd: Bemutatkozik a Ceres Hajnali Jégmadár. *Kis Dávid* természetfotóssal beszélget *Tószegi Zsuzsanna*

Kereszty Zsolt: 31 tonnás vasmeteorit

Barta-Rajnai Eszter: Pörkölt kávébab és hőkezelt biomassza

Szabó Márton: Gondolatok a természettudományos illusztrációról

TÓTH MÁRIA

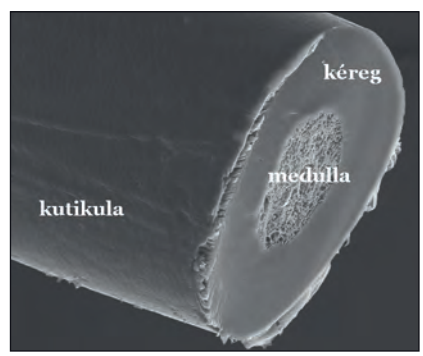
Szőrszálak a túlélésért

A gerinces állatok evolúciójának egyik sikeres kültakaróképződménye az alfa- és béta-keratinból álló szőrzet, mely az emlősök kizárólagos, közös, leszármazott, úgynevezett szünapomorf sajátossága. A szőrzet kialakulásának története a mai napig nem tisztázott, de legnagyobb valószínűséggel egy ősi kétéltűcsoport érzékelő funkciójú szemölcséből alakult ki, és már az első emlősszerű őshüllőknél előfordulhatott. Az emlősök (Mammalia) szőrös kültakarója a szervezet homeosztázisának őre: szigetelő réteg, mely védelmet nyújt a lehűléssel, a túlhevüléssel, a káros napsugárzással vagy éppen a vízzel szemben, ingereket közvetít, és az állat evolúciója során segíti annak alkalmazkodását makro- és mikrostrukturális morfológiai változások révén. A testet borító, annak alakját is meghatározó szőrzetet (a prémet) alkotó szőrszálak sűrűsége, hossza, testfelszínen való eloszlása, sőt a színe is kortól, évszaktól, nemtől függően eltérhet.

A szőrszálak mikrostruktúráinak változatosságát, illetve azok evolúciós, fiziológiai és taxonómiai jelentőségét a mikroszkópi technika felfedezéséig nem ismerhették fel, hiszen ezek a mintázatok több százszoros, vagy akár ezerszeres nagyításban válnak csak láthatóvá. A szőrszálak mikroszkópos szerkezetéről *David Brewster* (1781–1868), a modern kísérletes optika atyjaként is emlegetett skót fizikus jelentetett meg először rajzokat „A treatise on optics” (1835) című, mikroszkópi technikákról szóló munkájában. Érdekes, hogy nem az emberi szőrszálak kerültek először tárgylemezre és a mikroszkópba, hanem valamilyen denevér és egér szőrszálai. *John Quekett* (1815–1861) angol hisztológus, botanikus „A practical treatise on the use of the Microscope” (1848) című könyvében szintén egy denevérfaj és a háziegér szőrszálairól közölt rajzokat, de már sokkal pontosabban, részletesebben. A szőrszálak finomszerkezetének kutatása során már a XIX. század elején is gazdagon illusztrált albumok, leírások mutatták be a rendkívüli változatosságot, ez a kutatási terület mégis csak napjainkban kezdi virágkorát élni.

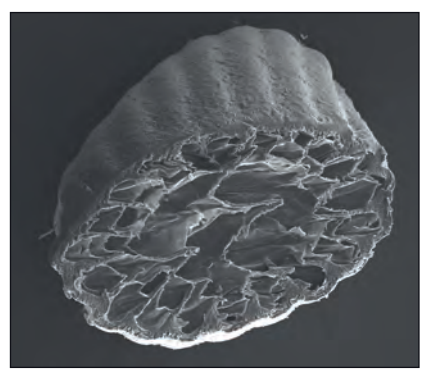
A szőrszálak morfológiai mintázatainak leírásával, a mintázatok szerepének elemzésével a trichomorfológia és a trichotaxonómia tudományterületek foglalkoznak. Egyértelművé vált, hogy a szőrtani mintázatok taxonómiai bélyegek is lehetnek, fontosak adott taxonok leírása, diagnózisa során. Struktúrájuk ismerete, elemzése informatív lehet életmód, fiziológiai adaptáció, rokonsági kapcsolatok tekintetében egyaránt. Napjainkban egyre nagyobb teret kap a szőrszálak morfológiai alapon történő határozása, ez a módszer egyre nélkülözhetetlenebb a táplálkozásbiológiai, nyomelemző, igazságügyi, természetvédelmi, faunisztikai gyakorlatban és kutatómunkában is.

Alapesetben a szőrös kültakaróban, vagyis a prémben, három szőrtípus különíthető el: a fedőszőrök (*pili tectori*); a piheszőrök (*pili lanati*) és az érzékszőrök (*pili tactili*). A szőrszál bőrbe ágyazott részét gyökérnek, a testfelszínre kiemelkedő részt nyélnek nevezik. A szőrszál keresztmetszete leggyakrabban kör vagy ovális alakú. Három, gyűrűszerűen egymást fedő rétege belülről a felszín felé haladva a medulla (vagy velőállomány), a kéreg és a kutikula (**1–2. ábra**).



1. ábra. A szőrszál alapszerkezete
(A szerző felvételei)

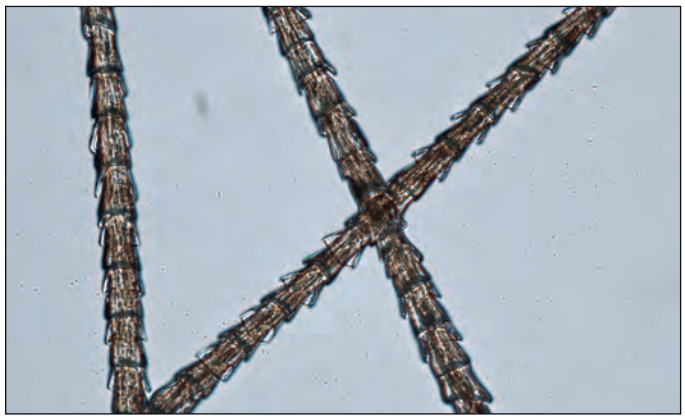
2. ábra. A süntüske keresztmetszete



A gyökértől a csúcsig három közbenső szakasz lehet, az alnyél, az átmeneti szakasz és a felnyél; ezeken a szakaszokon jellegzetesen változnak a medulláris, kutikuláris, keresztmetszeti mintázatok, és változik a pigmentáltság is. Az általánosítható alapszerkezethez képest bizonyos emlőscsoportokban jelentős variabilitás mutatkozik. A szőrszálak ismertebb módosulásai közé tartoznak a tüskék például a sünformáknál (Erinaceinae, *2. ábra*) és a pikkelyek a tobzoskáknál (Pholidota). Léteznek szőrtelen emlősök is, ilyenek a cetek (Cetacea) is, de a szőrtelenség mindig másodlagosan alakul ki. Egyre több fizikai és fiziológiai ismeret gyűlik össze a különleges szerkezetű szőrszálak kialakulásának okáról és a létrejött képletek szerepéről, működéséről, számos esetben mégis nehéz megválaszolni, hogy miért épp az adott módosulások váltak evolúciósan sikeressé a lehetséges formák közül. Kérdés az is, hogy vajon egyes adaptívnak bizonyult formák miért nem váltak általánosan jellemzővé, legalább a szűkebb rokonsági körben? Egyáltalán, vajon adott környezethez való alkalmazkodás során miért alakult ki olyan sokféle forma még olyan egyszerű keratinképlet esetében is, mint a szőrszál? És vajon miért szivacsos a sörényes patkány szőre; miért zöld a lajhár; miért kehelyszerű a denevérszőr kutikulája; és miért árkolt a cickány szőre?

Illatszőrök

Az ivarmirigyek körül vagy azok közelében számos emlősállatnál úgynevezett illatszőröket találhatunk, melyeket az angol nyelvű szakirodalom „osmetrichia”, illetve „scent dispersing hair” néven említ. Az illatszőrök morfológiailag és funkciójukat tekintve is eltérnek a testet borító fedő- és piheszőröktől, például a kutikulapikkelyek szegélyei elemelkedhetnek, köztük nagyobb üregek alakulhatnak ki, a szőrszál mélyebb árkoltsága is előfordulhat. Ezek a módosulások segítik a faj- és ivarspecifikus mirigyváladék szőrszálak segítségével történő elvezetését, megtartását és egyben terjesztését is. Ilyen speciális szőrcsomók találhatóak például a szirtiborzoknál (Procavia), egyes patásoknál (Cervidae), egyes cickányfajoknál (Soricidae), néhány rágcsálónál (Muridae) és számos dene-

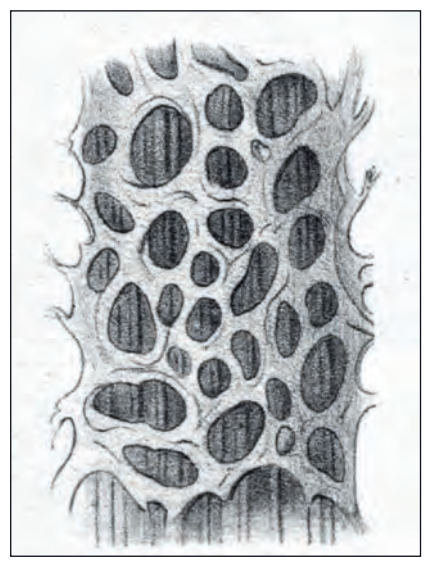


3. ábra. Seba-hártyásorrúdenevér *(Carollia perspicillata)* tölcsérszerű, széthajló kutikulapikkelyei

vérnél, így a repülőkutyáknál (Pteropodidae), szelindekdenevér-féléknél (Molossidae, **3. ábra**), vagy a hártyásorrúdenevér-féléknél (Phyllostomidae).

Az Afrikában élő rágcsáló, a sörényes patkány (*Lophiomys imhausi*) felfedezésekor nagy fejtörést okozott a kutatóknak az emlős rendszertani hovatartozása külleme és anatómiai bélyegei miatt. *Alphonse Milne-Edwards* francia zoológus, aki 1867-ben írta le a tudomány számára új fajként a sörényes patkányt, a faj diagnózisához korát meghaladó igényességgel és részletességgel közölt illusztrációkat, és a csontváz, a koponya, a belső szervek és az izmok mellé egyetlen, szivacsos szerkezetűnek tűnő szőrszál rajzát is mellékelte (**4. ábra**). Sajnos ez a szenzációs felfedezés hosszú időn át feledésbe merült, így a szivacsos szerkezetű szőrszál funkciójának megfejtéséig bő másfél évszázad telt el. A sajátos struktúra megértéséhez korunk technikai vívmányainak – mint például a szkenning elektronmikroszkópia (SEM) – alkalmazása mellett az állat életmódjának megismerése is szükséges volt.

Kiderült, hogy az afrikai sörényes patkány nem saját mirigyeinek váladékát tárolja módosult szőrszálaiban, hanem különös önvédelmi stratégiájának a részeként egy növény mérgét, ami bundáját halálosan mérgezővé teszi. A sörényes patkány a meténgfélék (Apocynaceae) családjába tartozó *Acokanthera schimperi* növényfaj gyökerét és kérgét rágcsálja meg, majd ezt az anyagot a test oldalán lévő felmereszthető, hosszú szőrszálakra rányalja. A növény kardiotonikus glikozidokat tartalmaz, többek között a hírhedt, a helybéliek által nyílméregként is használt ouabaint. A módosult szőrszálak alnyéli szakaszán lévő lyukacsos szakasz olyan, mint az itatóspapír; a kutikulapikkelyek helyett egy lyukacsos keratinhálózat jött létre, mely alatt a kéregrész is laza, benne hosszanti fibrillumok futnak. A méreggel elegyedő nyál gyorsan felszívódik, szétterjed, és ezekben a szőrszakaszokban hosszú időn át meg is őrződik (Kingdon et al. 2011). A barnás színű, szimmetrikusan szétterülő, mérgező anyaggal átitatott szőrzetet csak akkor meresztgeti-mutogatja a patkány, amikor riasztani kell a ragadozót. Egyébként ezen szőrsávok felett és alatt hosszú, fehéres és/vagy szürkés színű, „leplező" fedőszőrök nőnek. Tekintettel arra, hogy a méreg akár egy elefántot is

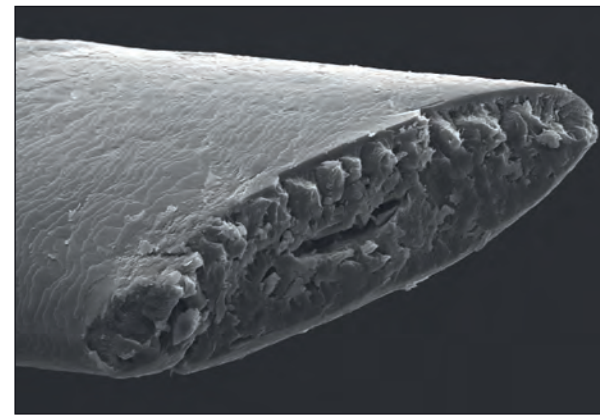


4. ábra. A sörényes patkány lyukacsos szerkezetű „illatszőre"
(Milne-Edwards rajza, 1867)

meg tud ölni, ragadozói is csak egyszer tévedhetnek. Érdemes a merész és hivalkodó, ámbár egyértelműen vészjelző prédát inkább elkerülni.

Levegőtároló szőr

Anyagát tekintve a szőrzet rossz hővezető, éppen ezért jó hőszigetelő. Ezt a képességet növeli a hosszú szőrzet vagy a sűrű piheszőrzet, de jelentős mértékben javíthatják a szőrszálak finom szerkezetének azon módosulásai

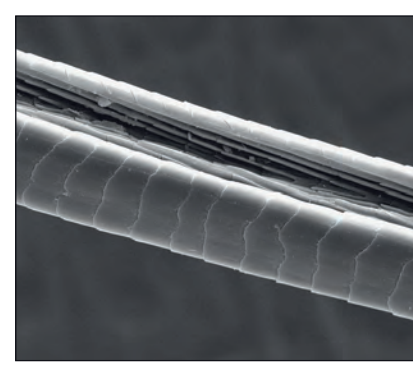


5. ábra. A hód *(Castor fiber)* szőrszálának ellaposodó szakasza a felnyélen *(SEM)*

is, melyek révén levegőt tud megtartani a felszínén, vagy belső szerkezetében. Ilyen módosulás lehet a szőrszálak ellaposodása, árkoltsága, barázdáltsága, a kutikulapikkelyek elemelkedése a felszíntől, a medullasejtek közötti nagy légterek, illetve a medullasejtekben kialakuló nagy légterek – e tekintetben vitathatatlanul ötletgazdag volt a természet.

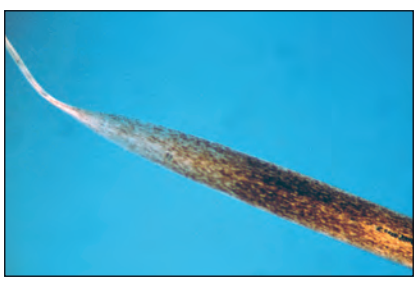
A szőrszál ellaposodása a felnyéli szakaszon igen gyakori módosulás, melynek révén a szorosan egymásra simuló szőrszálak segítik a levegő megtartását. Ez a mintázat a vízben élő, vízhez kötődő – úgynevezett szemiakvatikus – emlősöknél (pl. a vidraformáknál (Lutrinae), hódféléknél (Castoridae) gyakori (**5. ábra**). A másik bevált légrétegmegtartó képlet az árok. Előfordulhat, hogy egy szőrszálon több parallel árok is fut, melyek belső felszíne tovább tagolódhat finom mikrobarázdák, sövények által abból a célból, hogy minél több levegőt tarthasson meg a szőrzet. Ez a struktúra különösen az apró testméretű állatok testhőmérsékletének és a szőrzet vízhatlanságának megőrzésében jelenthet segítséget, mint például az egész évben aktív, apró testméretű cickányoknál (Soricomorpha, **6. ábra**).

6. ábra. A cickány szőrszálain gyakoriak a mély árkok

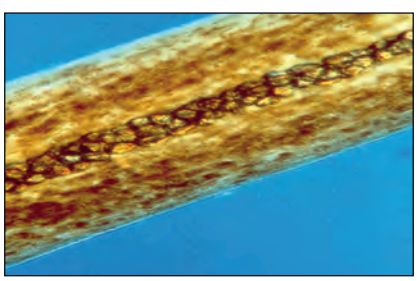


A kacsacsőrű emlős (*Ornithorhynchus anatinus*) testének működése egyedülálló. Így van ez kültakarójával is. Fedőszőrszálai meglepően törékenyek, a hosszú alnyéli szakasz hajszálvékony, medullamentes, majd a felnyélen hirtelen kiszélesedik és ellaposodik; ezen a szakaszon már vannak velősejtek, melyek jellegzetes gömböcskés alakúak (**7–9. ábra**). A széles, lapos szakaszok átlapolódása a prém vízlepergető hatását növeli, és egyben a finom piheszőrzetben tárolt levegő megtartását is szolgálja.

7. ábra. A kacsacsőrű emlős fedőszőrszálának alakja



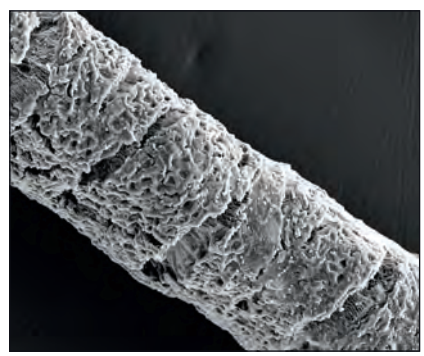
8. ábra. A kacsacsőrű emlős fedőszőrszálának átmeneti szakasza felnyélen *(SEM)*



9. ábra. A kacsacsőrű emlős fedőszőrszálának felnyéli gömböcskés medullaszerkezete

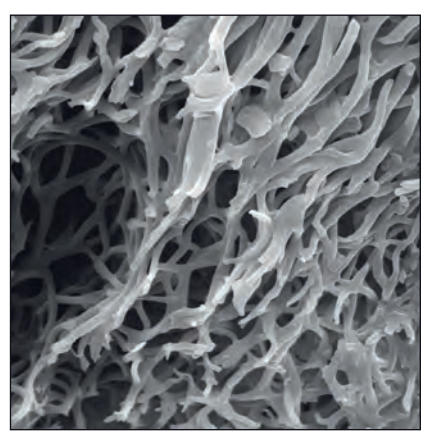
Zöld színű szőrzet

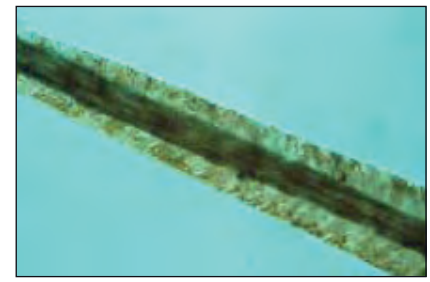
A szőrzet szabad szemmel látható változatossága a többi gerinces kültakaróképződményével (madártollak, hüllőpikkelyek) összehasonlítva elenyésző, különösen a színezet tekintetében, hiszen bennük túlnyomórészt a barna, a vörös és a fekete színek és árnyalataik dominálnak. A zöld színű emlősök nem saját pigmentjeik, nem fizikai színek révén, hanem algáktól és cianobaktériumoktól kapják színüket, melyek időszakosan tenyésznek szőrszálaik felszínén vagy akár azok belső szerkezetében. A trópusi területeken élő emlősök szőrszálain ismert ez a különös szimbiózis, különösen az esős évszakokban. Szimbiózis, mert az algák, baktériumok új és tápanyagban gazdag „legelőt" kapnak, befogadásukra jelentősen módosul a szőrszálak szerkezete, míg cserébe – néhány vizsgálat, megfigyelés alapján – ásványi anyagokat, gyógyhatású drogokat kaphatnak a gazdaállatok. Ilyen faj a Pallas-csövesorrúrepülőkutya (*Nyctimene cephalotes*) gyümölcsevő repülőkutya-faj, ami megjelenésében igen különös, és rokonaihoz hasonlóan a szőrzete időszakosan zöld színűre vált az algák miatt. A faj egy példányát a Magyar Természettudományi Múzeum Emlősgyűjteménye őrzi, melyet a híresneves zoológus és etnográfus *Biró Lajos* gyűjtött borneói gyűjtőútján, 1897-ben.



10. ábra. A háromujjú lajhár *(Bradypus tridactylus)* teljesen kifejlett, kutikulamentes szőrszála

11. ábra. A háromujjú lajhár szőrszála kéregrészének rostos szerkezete



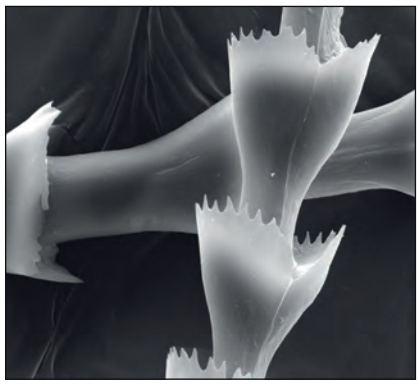


12. ábra. A háromujjú lajhár árkolt és ellaposodó vízelvezető szőrszála

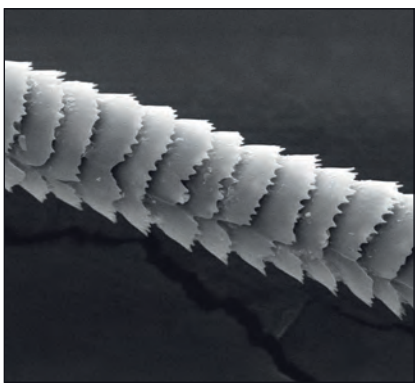
A lajhárok (Folivora) sprőd prémje vízlepergető, de fizikai védelmet is nyújt az ágak, tüskék, levelek rengetegében mászó, csüngeszkedő állatnak. A lomha mozgás, a komforttevékenység szinte teljes hiánya, a szinte állandóan magas páratartalom eredményeképpen a lajhár prémjében, saját külső parazitáikon kívül igen bonyolult életközösség, mikroökoszisztéma alakul ki, melyet molylepkehernyók, csótányok, fonálférgek, kovamoszatok, illetve szimbionta algák, cianobaktériumok és mikrogombák alkotnak. Ez utóbbiak eleinte a kutikulapikkelyek felszínén, majd a már teljesen kifejlődött szőrök felrepedezett kéregrészében és velőállományában is tenyésznek; a kéregrész kusza hifafonalhálózathoz hasonló (**10–11. ábra**). A lajhárok fedőszőrszálainak másik jellegzetessége, hogy a középső szakaszon ellaposodhatnak, ennek a szakasznak jellemző mélyebb árokszerű mélyedései elvezetik az esőerdőben igen gyakori esővizet (**12. ábra**).

A repülés szolgálatában

Az emlősök osztályában egyedül a denevérek (Chiroptera) rendjébe tartozó fajok képesek aktívan repülni. A testfelépítés, a végtagok, a csontozat, az izomzat életmódhoz való módosulása mellett a szőrzet is hatékonyan részt vesz a testsúly csökkentésében és a repülésben is. A repülést a szőrszálak mikrostrukturális módosulásai segíthetik. A rend sajátossága, hogy – a repülőkutyafélék kivételével – az összes többi denevérnél hiányzik a medulla, a helyén egy levegővel telt, nagyon keskeny cső fut kéregrostokkal körbevéve, és kifejezetten nagy felszínű kutikulapikkelyek alakultak ki. A szőrszál síkjából elemelkedő, szétnyíló és cakkos szegélyű pikkelyek a megnövelt felszín révén mintegy vitorlaként befogják a levegő turbulenciáit (**13–14. ábra**), a felszínt ugyanígy növelheti a szőrcsúcs szálkásodása vagy ellaposodó alakja is. Speciális segítséget jelentenek a szinte az egész testen, de különösen a szárnyakon megtalálható hiperérzékeny mechanoreceptorok, melyekhez áttetsző,



13. ábra. Törpedenevér *(Pipistrellus sp.)* szőrszálának alnyéli szakasza



14. ábra. Törpedenevér *(Pipistrellus sp.)* szőrszálának felnyéli szakasza

leegyszerűsödött szerkezetű szőrszálak vezetik az ingert. A légáramlatok érzékelése alapján a mozgáskoordináció és repülési sebesség szabályozásában vesznek részt.

A szőrzet az emlősfajok különböző élettérben történő túlélését segítheti, változatossága, funkcionális és morfológiai módosulása az adaptív evolúció szép példája.

Irodalom

Benedict, F. A. (1957): Hair structure as a generic character in bats. University of California Publications in Zoology, 59: 285-548.

Hutterer, R. & Hürter, T. (1981): Adaptive Haarstrukturen bei Wasserspitzmausen (Insectivora, Soricinae). Zeitschrift für Säugetierkunde, 46: 1-11.

Kingdon, J., Agwanda, B., Kinnaird, M., O'Brien, T., Holland, C., Gheysens, T., Boulet-Audet, M. & Vollrath, F. (2011): A poisonous surprise under the coat of the African crested rat. Proceedings of the Royal Society B 279 (729): 675–680.

Tóth, M. (2015): A magyar emlősfauna szőrtani kézikönyve. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, p 208.

Vizi E. Szilveszterről kisbolygót neveztek el

Szerkesztőbizottságunk elnöke, *Vizi E. Szilveszter*, Széchenyi Nagydíjas akadémikus, az MTA volt elnöke, a TIT tiszteletbeli elnöke kapta „Az Év Ismeretterjesztő Tudósa Díj – kisbolygóval" honoris causa elismerést.

Vizi E. Szilveszter a róla elnevezett kisbolygó dokumentumát nézi. Balról: Hámori József, Dürr János, Kiss L. László *(Kollányi Gusztáv felvétele)*

A díjat 2016. december 20-án adta át *Dürr János*, a Tudományos Újságírók Klubjának elnöke az Uránia Csillagvizsgálóban. A rendezvényt megtisztelte jelenlétével és köszöntőt mondott *Hámori József* akadémikus, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat elnöke. A díjazottról elnevezett kisbolygót *Kiss L. László* csillagász, akadémikus, az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet igazgatója mutatta be. A Vizi-kisbolygó elnevezése december 19-én vált hivatalossá, miután hétfőn megjelent az új elnevezésű kisbolygók listáját tartalmazó IAU-közlemény.

A kisbolygót *Sárneczky Krisztián* az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet munkatársa, folyóiratunk diákpályázatának korábbi nyertese fedezte fel az intézet Piszkéstetői Obszervatóriumának Schmidt-távcsövével. „Nem véletlen, hogy éppen az adott kisbolygót neveztük el Vizi E. Szilveszterről, ugyanis 2008. december 31-én, szilveszter éjjelén észleltem először" – idézte fel az előzményeket a felfedező az MTI-nek.

A GALAXISOK SPIRÁLKARJÁNAK LÉTREJÖTTE

Az égbolt leglátványosabb objektumai közé tartoznak a spirálgalaxisok, a spirálkarok eredete azonban sok fejtörést okozott a csillagászoknak. Tudták, hogy ezek nem lehetnek az anyag tényleges sűrűsödései, mert azoknak a galaxisok forgása következtében kozmológiai időskálán nagyon hamar fel kellene oszlaniuk, anyaguknak szét kellene szóródnia. Ezért született meg évtizedekkel ezelőtt a spirálkarok sűrűséghullám-elmélete, amelyet azonban egészen mostanáig nem sikerült bizonyítani. Az elmélet szerint nem a csillagok hozzák létre a spirális mintát, hanem a minta a csillagokat – a spirális minta sűrűséghullám formájában létezik, amelyen az anyag keresztülhalad. Ez a csillagközi gázfelhők összesűrűsödését idézi elő, ami viszont heves csillagkeletkezést vált ki. A megszülető forró, fényes óriáscsillagok rajzolják ki a spirális mintát. Mire a csillagok elhagyják a sűrűsödés helyét, addigra a legfényesebb (tehát legnagyobb tömegű) csillagok már el is pusztulnak, csak a halványabbak maradnak meg, ezért látjuk a spirálkarok közötti területet halványabbnak.

Az elméletnek van egy érdekes következménye. A galaxisok forgását és a csillagok mozgását modellezve azt kapjuk, hogy a lazán feltekeredő spirálkarokat kirajzoló, forró, fényes csillagokhoz képest a spirálkart már elhagyó, idősebb, halványabb csillagoknak egy szorosabban felcsavarodó spirális mintát kell kirajzolniuk. Ezt az eltérést sikerült most először az Arkansasi Egyetem csillagászainak kimutatniuk, és ezzel bebizonyítani a spirálkarok sűrűséghullám-elméletét. Archív felvételeken 28 spirálgalaxist vizsgáltak meg, a felvételek a távoli és közeli infravörösben, látható fényben és az ibolyántúli hullámhosszakon készültek. A távoli infravörös és az ibolyántúli felvételek a csillagkeletkezési tartományokat rajzolják ki, míg a látható és a közeli infravörös hullámhosszakon az idősebb csillagok tűnnek elő. Vizsgálataik alapján egyértelműen megállapították, hogy az idősebb csillagok szorosabban felcsavarodó spirális mintát rajzolnak ki, mint a fiatalabbak. Ez a sűrűséghullám létezése mellett szóló, perdöntő bizonyíték, pont került tehát az évtizedes vita végére, a hipotézis bebizonyosodott.

(www.skyandtelescope.com, 2016. augusztus 29.)

A GAIA ELSŐ EREDMÉNYEI

Szeptember közepén bemutatták az Európai Űrügynökség (ESA) Gaia csillagászati űrszondájának első katalógusát, amelyik hozzávetőlegesen egymilliárd, a Tejútrendszerhez tartozó csillag és számos közeli galaxis minden eddiginél pontosabb jellemzőit tartalmazza. És ez még csak a kezdet, a Gaia folytatja az adatgyűjtést.

A Gaia fő célja, hogy egymilliárd csillag adatainak felhasználásával megalkossák a Tejútrendszer pontos, háromdimenziós térké-

pét. Ehhez öt év alatt minden egyes csillagnak körülbelül 70-szer méri meg az űrtávcső a parallaxisát. Az első két év észlelései alapján készült, most bemutatott katalógus 20,7 magnitúdó fényességig néhány milliomod ívmásodperc pontossággal tartalmazza a csillagok pozícióját. Ez nagyjából a Hubble-űrtávcső egyes felvételei pontosságának felel meg, de a Gaia az egész égboltot ilyen pontossággal térképezte fel. A közzétett katalógus kétmillió közeli csillagra (amelyek elég közel vannak ahhoz, hogy a Gaia a színképüket is fel tudja venni), azok pontos térbeli mozgására vonatkozó adatokat is tartalmaz. Emellett a katalógusban nem kevesebb, mint 3200 darab RR Lyrae típusú változócsillag is található. Ez a csillagtípus azért különösen fontos, mert egyike a kozmikus távolságskálánk alapjául szolgáló változóknak.

A munka oroszlánrésze azonban még hátra van. A 2013. december 19-én felbocsátott pozíciós csillagászati űrtávcső remélhetőleg még évekig gyűjti az adatokat. Arra számítanak, hogy a teljes és végleges, feldolgozott katalógust 2023 körül tudják közzétenni. Az egymilliárd csillag katalógusát érdemes történelmi perspektívában szemlélni. Az első csillagparallaxis-mérést az 1830-as években végezte Friedrich Wilhelm Bessel. Ám még 1990-ben is csak mintegy 800 csillag parallaxisát ismertük. Akkor viszont az ESA Hipparcos pozíciós csillagászati műholdjának (a Gaia elődjének) köszönhetően ez a szám 50 000-re emelkedett. Ezt növeli most a Gaia egymilliárdra.

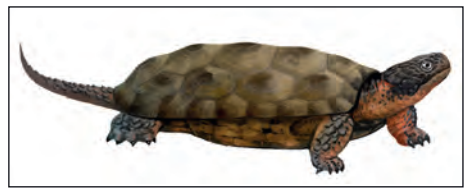
A kutatók arra számítanak, hogy a Gaia mérései eredményeiben több ezer exobolygót, több tízezer kisbolygót, valamint több százezer fehér és barna törpét is felfedeznek. Az ESA a honlapján az amatőrcsillagászok és érdeklődők számára is közzéteszi az adatok érdekes részét, de a katalógus a hivatásos csillagászok számára is valódi kincsesbánya.

(www.skyandtelescope.com, 2016. szeptember 14.)

30 MILLIÓ ÉVVEL TOVÁBB KITARTOTTAK…

…az ősi fogas teknősök. A mai teknősöknek nincsenek fogai, az állkapcsukon lévő kemény taréjjal szakítják le a táplálékukat. Őseik azonban nem mindig voltak fogatlanok. A magyar *Rabi Mártont* is magában foglaló nemzetközi kutatócsoport fedezte fel, hogy a fogakkal rendelkező teknősök 30 millió évvel tovább éltek, mint ahogy a korábbi adatok alapján gondolták a paleontológusok. Az eddig ismert legfiatalabb fogazott teknősök mintegy 190 millió évvel ezelőtt éltek.

A most vizsgált 160 millió éves ősmaradványok a híres kínai Xinjiang lelőhelyről kerültek elő. A középső- és felső-jura rétegekben dinoszauruszok mellett számos fontos teknősleletet is találtak. A most leírt új faj a *Sichuanchelys palatodentata* nevet kapta („fogazott szájpadlású teknős"). A kutatók kimutatták, hogy az új teknős legközelebbi rokona egy nagyméretű szárazföldi faj volt (*Mongolochelys efremovi*), amely csaknem



Sichuanchelys palatodentata

100 millió évvel később élt Közép-Ázsiában. Az lehetett az egyik utolsó képviselője egy olyan evolúciós vonalnak, amely a mezozoikum nagy részében jelen volt az ázsiai területen. Az új felfedezés segít kitölteni néhány hézagot a teknősök (Chelonia) törzsfáján és a család egykori elterjedésében. Az is kiderült a vizsgálatok során, hogy a teknősök kezdeti diverzifikációját jelentősen befolyásolta Pangea szuperkontinensének a feldarabolódása a jura és kréta időszakokban, és minden kontinensen egyedi teknősfauna alakult ki.

(BMC Evolutionary Biology, 2016. november)

130 MILLIÓ ÉVES KERATIN ÉS MELANOSZÓMA

Amerikai és kínai kutatók eredeti keratin- és melanoszóma-nyomokat találtak egy 130 millió éves Eoconfuciusornis példányon. Ez a felfedezés kiterjeszti azt az időkeretet, ameddig az eredeti molekulák megőrződhetnek és azt bizonyítja, hogy van lehetőség elkülöníteni az ősi mikrostruktúrákat a fosszíliákban. A primitív madarak közé tartozó, varjú méretű Eoconfuciusornis az elsők között volt, melyeknek már nem fogaik voltak, hanem keratinból álló csőrük. Korábbi vizsgálatok során azt feltételezték, hogy a fosszilizálódott tollakon lévő kerek mikroszerkezetek a tollak színét befolyásoló melanoszómák nyomai, de nem sikerült kizárni a mikrobiális eredetet sem. Most újra megvizsgálták a kínai tollak felszínét és belső szerkezetét pásztázó és transzmissziós elektronmikroszkóppal. A kiinduló hipotézis szerint ha a kis kerek testek melanoszómák, akkor keratinos mátrixban kell lenniük, mivel a tollak béta-karotint tartalmaznak. Ha viszont nem találnak keratint, akkor a szerkezetek könnyen lehetnek mikrobák, vagy mikroba-melanoszóma keverékek is. Az immunarany módszerrel sikeresen kimutatták, hogy a tollakon belüli szálak valóban keratinból voltak. Emellett feltérképezték a réz és a kén elterjedését a tollakban. A modern tollakban a kén jelen van mind a keratin, mind a melanin molekulákban. A réz azonban kizárólag csak a melanoszómákban található meg.

(ScienceDaily, 2016. november 21.)

A FIDZSI-SZIGETEK FÖLDMŰVESEI

A Fidzsi-szigetek első földművesei hangyák voltak. Egy hangyafaj évmilliók óta gondozza az epifiton növényeket, melyek cserébe fészekként szolgálnak. A kölcsönhatás mindkét fél számára életfontosságú.

Sok hangyafaj él a növényekkel szimbiózisban, ami mindkét fél számára hasznos. Az egyik ilyen a *Philidris nagasau* hangyafaj és a Squamellaria nevű növény legalább hat típusa. A kapcsolat evolúciós történetének rekonstruálásakor kiderült, hogy a hangyák legalább 3 millió évvel ezelőtt kezdték termeszteni a növényeket, sokkal korábban, mint ahogyan az ember a Közel-Keleten erre rájött volna. A Squamellaria nemzetségbe fán növekvő epifiton fajok tartoznak. Az apró hangyák a kertészkedést a Squamellaria fajok magjainak begyűjtésével kezdik, amiket a gazdafa hasadékaiba ültetnek, ahol a magok kihajtanak. A növények három-négy olyan fafajt népesítenek be, amik a hangyák számára is fontosak. Részben gyorsan hozzáférhető nektárt biztosítanak, vagy a kérgük elég puha, így a hangyák könnyen kiszélesítik a keletkezett réseket. A mag gyors növekedésbe kezd, a hangyák pedig ürülékükkel trágyázzák a palántát. A növényben üregek alakulnak ki, melyet a hangyák népesítenek be. Mivel a Squamellaria epifiton és nem a talajban él, a hangyák segítik a növekedését a trágyázással. A támaszul szolgáló fán egy egész falu alakul ki, sok védett kamrával. Egyetlen hangyatelep sok Squamellaria növényt foglal el. A Squamellaria és a Philidris kölcsönösen függnek egymástól, egyik sem maradna fenn a másik nélkül.

(sciencedaily.com, 2016. november 22.)

A MAGAS ROSTTARTALMÚ ÉTREND ÉS A BÉLBAKTÉRIUMOK

A normálisan előforduló jótékony bélbaktérium emészteni kezdi a gazdaszervezetet, melyben él, mert nem kapja meg azt, amit szeretne? Az új kutatások szerint pontosan ez történik, amikor az emésztőrendszerben élő mikrobák nem jutnak hozzá a táplálékul szolgáló természetes rostokhoz. Amikor a bélbaktériumok éheznek, a bél falát bélelő természetes nyákréteget kezdik lebontani oly mértékig, hogy a veszélyes kórokozó baktériumok képesek megfertőzni a vastagbél falát. Egy nemzetközi kutatócsoport különleges egereket nevelt, melyeknek egyáltalán nem voltak saját bélbaktériumaik. Ezután az egerekbe beültették az emberi bélben

leggyakrabban előforduló 14 baktériumtörzset, melyek genetikai jellemzőit ismerték és így nyomon tudták őket követni. Az eredmények nemcsak segítenek megérteni a rostok szerepét a normál étrendben, hanem lehetséges alkalmazásukat is az emésztőrendszeri rendellenességek elleni harcban.

A speciális egerek és a fejlett genetikai módszerek segítségével meghatározták, hogy a különböző feltételek mellett mely baktérium volt jelen és aktív, tanulmányozták a különböző rosttartalmú vagy rostmentes étrend hatását. Néhány egeret bélbetegséget okozó törzsekkel fertőztek meg, ennek következtében gyulladás, irritáció és hasmenés jött létre. Az eredmény szerint azoknál az egereknél, amelyek étrendje 15%-ban növényi rostot tartalmazott, a nyálkaréteg vastagabb maradt és a fertőzés nem alakult ki teljes mértékben. Amikor azonban az étrend nem tartalmazott rostot, akár csak pár napig is, néhány bélben élő mikroba elkezdte bontani a nyálkát. A törzsek is változtak az étrendtől függően, akár naponként is. A beültetett mikrobiomban egyes baktériumok alacsony rosttartalomnál szaporodtak jobban, míg mások a magasnál. Alacsony rosttartalomnál vagy rostmentes étrendnél négy törzs szaporodott a leggyorsabban, ezek a nyálkaréteg glikoproteinjeinek lebontására alkalmas enzimeket is termeltek. A rostokat emésztő enzimeket is vizsgálták. Több mint 1600 szénhidrátemésztő enzimet azonosítottak. Az enzimtermelés is függött a táplálléktól, még az alkalmi rostmegvonás is több nyálkabontó enzim termelését eredményezte. A bélfertőzést okozó törzs beadásakor megfigyelték, hogy ez a rostmentes táplálékon élő egerek beleiben könnyebben szaporodott. Sok egér beteg lett és lefogyott. A bélszövet vizsgálatakor nem csak a sokkal vékonyabb nyálkaréteget figyelték meg, hanem nagy területen gyulladást is. A rostban gazdag étrenden élő egereknél a gyulladás sokkal kisebb bélszakaszt érintett. Az étrend közvetlenül befolyásolja a mikrobiótát, emiatt kihathat a bélrendszer nyálkarétegének állapotára és a betegségre való hajlamra.

(sciencedaily.com, 2016. november 17.)

HONNAN TUDJÁK A BAKTÉRIUMOK, HOGY SZAPORODNIUK KELL?

Bár a baktériumok sejtosztódását már kiemerítően tanulmányozták, az még mindig nem ismert, hogy mi a pontos kiváltó oka a baktériumok osztódásának. Tudják talán, hogy különben kihalnak? A kérdésre Silvia Bulgheresi, a Bécsi Egyetem Ökogenetikai és Rendszerbiológiai tanszékének munkatársa válaszol: az élet nem más, mint növekedés. Minden élő sejt növekszik. Egy bizonyos méreten túl a baktériumnak osztódnia kell, különben nem működnek életfontosságú folyamatai.

A baktérium szaporodása tehát méretétől függ, vagyis a baktérium folyamatosan ellenőrzi felületének és térfogatának arányát. Ha a sejt túlzott mértékben növekszik, akkor a felület-térfogat aránya megváltozik, a sejt egy jelzést kap, hogy elindíthatja a sejtosztódást. Ez különösen fontos az egysejtűek esetében: osztódniuk kell, hogy továbbélhessenek. A többsejtű élőlényeknél, legyen az növény, állat vagy ember, a szaporodás nem az egész szervezet dolga, hanem csak a csírasejteké, mint például a petesejté vagy az ondósejté. A csírasejtek adják tovább az életet, a többi – szomatikus – sejt élettartama egy idő után lejár, nem élnek örökké.

A baktériumoknál azonban nem mindig a méret az, ami jelzi az osztódás szükségességét. Sok kivétel erősíti a szabályt: a környezet is befolyásolhatja a baktériumok osztódásának idejét. Vannak olyan baktériumok, melyek több mint 100 mikrométer hosszúak, pedig a legtöbb baktérium már 1 mikrométer hosszúságnál osztódik. Az osztódás nélküli növekedésnek oka lehet például, hogy a baktériumok szimbiózisban élnek és a gazdatest gátolja szaporodásukat. Ilyenek például a nitrogénkötő baktériumok, melyek a hüvelyesekkel, mint a borsó, vagy bab élnek együtt. Ezek a Rhizobia baktériumok, a hüvelyesek gyökerein csomókban fordulnak elő. Amint a baktérium társul a növénnyel, nem szaporodik tovább.

Az ormányos bogaraknál is vannak szimbiotikus baktériumok, amelyek vitaminokat szállítanak a bogaraknak, s ugyancsak nem szaporodnak tovább, mihelyt bekerülnek a bogárba. Mind az ormányos bogarak, mind pedig a bab termelnek bizonyos antibiotikumokat, amelyek megakadályozzák a bakteriális segítő osztódását, hogy ellenőrzése alatt tartva neki dolgozzanak.

Bulgheresi és kutatócsoportja jelenleg a Karib-tenger homokjában előforduló férgekre összpontosít. A térdig érő vízben kis férgeket keresnek, mivel felszínükön olyan baktériumok élnek, amelyek teljesen szokatlanul szaporodnak. A fonálférgek arra használják a baktériumokat, hogy a hidrogén-szulfidból energiát és cukrot nyerjenek. Némely ilyen baktérium hosszában osztódik a keresztirányú tengely mentén való osztódás helyett. Mások teljesen különböző méretben fordulnak elő, 4–45 mikrométer közötti nagyságban, pedig ugyanahhoz a populációhoz tartoznak. A kutatócsoport azt szeretné most megtudni, hogyan irányítja a gazda a sejtosztódást: antibiotikumon, vagy bizonyos tápanyagokon keresztül?

(www.diepresse.com, 2016. november 8.)

Dr. Széky Pál (1924–2016) emlékezete

Hosszú betegeskedés után, 92 éves korában elhunyt Széky Pál nyugalmazott egyetemi docens, a Szent István Egyetem Állattani és Állatökológiai Tanszékének oktatója.

A Magyar Agrártudományi Egyetemet 1948-ban végezte el okleveles mezőgazdaként. 1950-ben a Budapesti Agrártudományi Egyetemre került tanársegédként. A Gödöllői Agrártudományi Egyetem megalakulásától, 1959-től egészen 1977-ig adjunktuskén, majd 1982-ig, nyugdíjba vonulásáig egyetemi docensként oktatott.

A képzések valamennyi szintjébe bekapcsolódott az állattan és az ökológia területén. Kutatásai kezdetben halbiológiához, később a gerinces állatok morfogeneziséhez kapcsolódtak. A biológiai tudományok kandidátusa címet ez utóbbi témából szerezte meg. Több mint 20 egyetemi jegyzet és tankönyv szerzője. Emeljük ki ezek közül az „Állattan" tankönyvet, amely évtizedeken át kötelező tananyaga volt a hazai agrárszakember-képzésnek. A zoológia népszerűsítése érdekében 23 könyvet, illetve könyvfejezetet és 231 cikket írt. Művei közül említsük meg példaként a „Korunk környezetbiológiája" (1977), az „Ökológia" (1977), az „Etológia" (1977) című könyveket, amelyeken több nemzedék fiatal érdeklődői nőttek fel. Ismeretterjesztő cikkei a Halászat, a Magyar Horgász, a Búvár, az Élet és Tudomány, a Természettudományi Közlöny és a Természet Világa számaiban jelentek meg. A Természettudományi Közlönyben 1964 és 1967 között 11, a Természet Világában 1968 és 1977 között 88 cikke jelent meg! Tagja volt a Természet Világa szerkesztőbizottságának. Emlékét kegyelettel őrizzük.

BAKONYI GÁBOR és
KISS ISTVÁN
(volt tanítványai, majd tanszéki kollégái)

Szent Borbála hagyománya

TÓTH JÁNOS

Szent Borbála a középkor és a barokk világ legtiszteletreméltóbb nőszentje. Tisztelete a második világháborút követő közel 50 év tiltás, illetve a rendszerváltás után ismét fénykorát éli. A bányászok örökös veszedelemben dolgoztak. Végszükségben, bizakodva fordultak Borbálához mint védőszenthez, aki – hitük szerint – védett a hirtelen halál, a sebesülés, a villámcsapás és a tűzvész ellen. A bányában lőporral végzett robbantások alkalmával, valamint a sújtólégrobbanások gyakoribbá válásával is kérték a szent oltalmát.

Elterjedése és fennmaradása évszázadokon keresztül annak köszönhető, hogy a bányászhagyományok és -szokások hasonlóak egész Európában, hiszen közös a természet erőivel vívott harc bizonytalansága.

A középkorban az uralkodók rendelkeztek a bányászokkal, irányították a kívánt helyekre vagy adták ajándékba külföldre. Így terjedt el a Szent Borbála-kultusz is a szakmai tudás kísérőjeként.

Borbáláról nemcsak régen, hanem napjainkban is bányaaknákat, utcákat, épületeket (kórházakat) neveznek el, templomok, kápolnák, egyesületek viselik a nevét. A XIX–XX. században a közúti és vasúti alagútépítések korszakában nem fejeződik be úgy az építési munka, hogy egy Borbála-oltárt vagy -szobrot ne helyezzenek el az alagút bejáratánál vagy az alagútban. Ismert számos Borbála-ima, -himnusz, -ének, -köszöntő és –vers is.

A katolikus anyaszentegyház szűz Borbálát az állhatatosságáért, a kereszténységhez való ragaszkodásáért és hű hitvallásáért a 14 segítő szent közé emelte. Így lett Szűz Szent Borbála vértanú védőszentje mindazoknak, akik foglalkozásuk révén váratlan és hirtelen halálnak, veszedelemnek vannak kitéve (bányászok, tüzérek, ácsok, villám által sújtottak, repülők stb.).

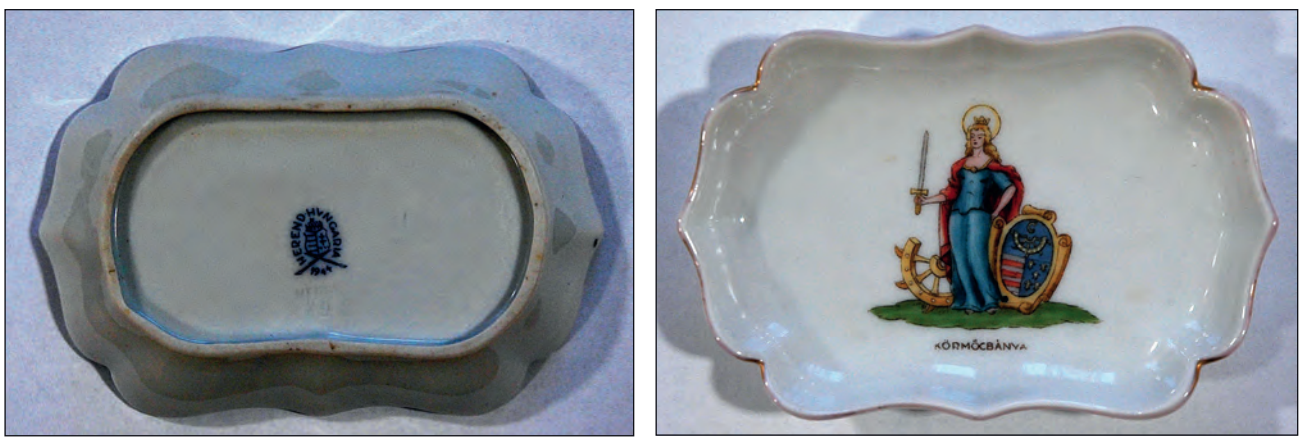
A katolikus egyház Szűz Szent Borbála vértanú ünnepét december 4-én tartja.

Bár a II. Vatikáni Zsinat törölte Borbálát a szentek új naptárából, de a hagyomány változatlanul tovább él, elsősorban a bányászok körében.

Több bányásztelepülésen Szent Borbála helyett, mellett, más – több mint 20 szent ismert – védőszentet tisztelnek. Körmöcbányán (ma: Kremnica, Szlovákia) például Szent Katalin a védőszent.

A Borbála-kultusz valószínűleg Délkelet-Európában, a hajdani Kelet-római Birodalom területén a III–IV. század fordulóján kezdődött. Maximianus császár uralkodása (286–305) idején Kis-Ázsiában, Nikomédiában (ma: Izmit, Törökország) élt egy gazdag görög származású pogány úr, Dioscuros. Egyetlen gyermeke, Borbála kitűnt rendkívüli szépségével és éles elméjével. Tudományban jártas mesterekkel taníttatta, hogy képességének megfelelő nevelésben részesüljön. A pogány vallású apa nagy gondot fordított arra, hogy lánya a keresztény hittel ne ismerkedjen meg. Számára igen nagy kényelemmel és pompával berendezett tornyot építtetett, és ide zárta be. Műveltsége, éles esze és a magányossága késztette arra, hogy gondolkozzon a pogány vallás tanaival megmagyarázhatatlan természeti csodák felett, és így ismerkedett meg a keresztény vallás alapelveivel, amit elfogadott. Dioscuros a lányát jómódú és befolyásos helybeli előkelőségnek szánta feleségül, de engedve Borbála tiltakozásának, elállt a tervétől, remélve, hogy később leánya elfogadja apja akaratát. Az apa hosszú üzleti útra utazott, mialatt eleget téve leánya kérésének, egy díszes fürdőházat építtetett. A leánya célja ezzel az volt, hogy legyen egy hely, ahol a keresztényekkel titokban találkozhat, majd megkeresztelkedhet. A helyiségen tervezett két ablak helyett Borbála három ablakot készíttetett, hogy ez a Szentháromságot jelképezze. A díszes pogány szobrokat az épületből kitetette. Mikor apja visszaérkezett és tudomására jutott az épület átalakításának oka és leánya megtérése, igen nagy haragra gerjedt. Kardot rántott, hogy megölje a lányát, aki elmenekült és egy barlangban rejtőzött. Két pásztor elárulta a lány hollétét. Apja kegyetlenül megverte és törvényszolgákkal hazakísértette. Dioscuros ismét rá akarata venni lányát, hogy hagyja el hitét és áldozzon a pogány isteneknek. Miután ezt Borbála megtagadta, törvényszék elé vitette és kérte Martian bírót, hogy ítélje halálra.

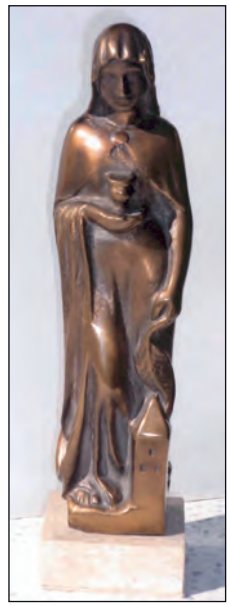
A bírót ámulatba ejtette Borbála szépsége és szép szavakkal próbálta rávenni, hogy tagadja meg Istent. Miután ez eredménytelen volt, felső ruháit levétette, kegyetlenül megkorbácsoltatta és tömlöcbe vetette, remélve, hogy kínjai közt elcsigázva sikerül hitétől eltéríteni. Borbála fogságában megjelent Jézus, meggyógyította sebeit és további kitartásra biztatta.



Herendi porcelán hamutartó

(A képeken bemutatott tárgyak a Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum Gyűjteményében találhatók)

A bíró másnap maga elé vezettette Borbálát, de csodálkozva látta, hogy sebei meggyógyultak és lélekben is megerősödött. Martian bíró felbőszülve, hóhéraival megkorbácsoltatta, újra vasmarokkal szaggattatta testét és végül fáklyákkal sütögettette. Borbála a kínzásokat fájdalom nélkül, bátran, imádságok között viselte. Ezek után a bíró a szűz kebleit levágatta és ruháitól megfosztva, meztelenül a város utcáin végigkorbácsoltatta elrettentő példaként. A lányt futásában egy csodás fény vette körül és tette láthatatlanná, hogy megkímélje a pogányok kárörömétől. Apja, miután látta, hogy Borbála állhatatosságát a legkegyetlenebb kínzások sem törik meg, kérte a bírót, hogy ítélje halálra és a kivégzést ő maga végezhesse el. Borbála imádságok között nyugodtan hajtotta le fejét, hogy fogadja apja halálos kardcsapását (306. december 4.). Dioscuros nem sokáig örülhetett bosszújának kielégítésén, mert hazafelé menet vihar keletkezett és egy villámcsapás véget vetett életének. (A Katolikus Lexikon 235–239 közé teszi Szent Borbála halálát. Hasonlóképpen Borbála élettörténete is több változatban, helyszínen és időpontban ismert. A legelterjedtebb változatot közlöm.)



Tatabányai Szent Borbála

Szent Borbála holttestét méltóképpen eltemették. Sírját sokan látogatták, ahol több váratlan gyógyulás történt.

Az egyházi hagyomány szerint II. Justinianus bizánci császár Szent Borbála csontjait Konstantinápolyba (ma: Isztambul) vitette, majd Rómába került, 795-ben pedig Nagy Károly Piacenzába helyeztette el. Végül hamvai a velencei Szent Márk templomba kerültek, ahonnan egy-egy részét különböző egyházi intézményekben és kegyhelyeken, Kölnben, Mödlingben, Jeruzsálemben, stb. helyezték el. A homlokcsont egy darabja a grábóci (Tolna megye) görögkeleti templomban található.

A Vatikáni Rádió közölte, hogy 2015 májusában Velencéből Athénba szállították a Szent Borbála földi maradványait tartalmazó ezüst koporsót. A döntően görög ortodox hívők több napig imádkozhattak az ereklye előtt, majd visszaszállították a Szent Márk székesegyházba, ahol már 1000 éve őrzik.

Borbála sokoldalú védőszent, de nemcsak a bányászoké. Ezt maguk a szenttel kapcsolatos régi legendák is bizonyítják, mert nincs bennük egyértelmű bányászutalás. Viszont igaz, hogy középkori bányavárosainkban – Alsó- és Felső-Magyarországon – hamarosan megjelenik a gyönyörű szárnyas oltárokon és festményeken, később szobrokban (Selmecen, Besztercebányán, Bakabányán stb.), sőt kápolnákat is neveznek el róla. Ugyanakkor megjelenik más, nem bányász foglalkozású felvidéki, erdélyi, több dunántúli város és község templomának oltárain is. Bányavárosaink mégis szívesebben fogadták Szent Borbálát, de ennek az a magyarázata, hogy a mozgalmasabb életű, széles tájékozódású bányavárosok befogadóbbak voltak, mint a földművelő vidékek. A mezőgazdasági tevékenységhez kapcsolódó kivétel, szép példa a történelmi Magyarországhoz tartozó Zala megyei Bántornya (ma: Martjanci, Szlovénia) római katolikus templomaiban található az 1300-as évek harmadik harmadában készült Joannes Aquila művész Szent Borbála-freskói.

Tisztelete a XVI. században már általános a bányászok között és ez a tisztelet a következő században mind tudatosabbá vált. Alsó- és Felső-Magyarország bányavárosaiban pompázó szobrokat, képeket és kápolnákat emeltek neki. Egy 1527-ből származó levél szerint, melyet a körmöci bányászok írtak, kitűnik, hogy Körmöc és Újbánya közös költségen tartották fenn Szent Borbála kápolnáját – mint a bányászok védőszentjéét – ,és ez a kápolna a besztercebányai Boldogasszony templom egyik fülkéje.

Olajos Szent Borbála

A Borbála-kultusz valószínűleg Németalföldről terjedt el Európában. Az első írásos emlék, amely bányászati vonatkozású, 1350 körül Kuttenbergből ered, amely szerint a bányavárosban Borbála tiszteletére szenteltek templomot. A földrajzi fekvésnek megfelelően először Franciaországban, majd Ausztriában, Csehországban és Magyarországon kezd terjedni. Németországban a hitújító mozgalmak miatt csak a XVI. században lesz népszerű. Magyarországon először Selmecbányán találkozunk a Borbálatisztelettel és innen terjed el a Felvidéken, elsősorban a bányavárosokban. A XIV–XV. században nemcsak a bányavárosokban, hanem az ország egész területén általánossá vált Borbála tisztelete. Sehol a világon nem születtek olyan gazdag művészeti alkotások, mint a Kárpát-medencében. A török megszállást követő újjáépítések idején elsősorban a Dunántúlon lángolt fel újra Borbála tisztelete, természetesen sokkal halványabban, mint korábban, a gazdag bányavárosokban.

A pécsi Zsolnay Gyárban készült tüzér Szent Borbála

A II. világháború előtt még általános volt a Borbála-ünnepség a bányavidékeken és a nagy katonai laktanyák településein (tüzér védőszent), de az ötvenes évektől a látszólag eredményes vallásüldözés megszakította az európai bányászoknak ezt a közös kultúrkincsét.

Az 1980-as évek elején, amikor viszonylag sok lengyel bányász érkezett hazánkba munkavállalásra, magukkal hozták a szocializmusban is tovább gyakorolt vallásos hagyományaikat. A Pécs környékén dolgozó lengyelek a szabolcsi templomban tartották meg minden évben a Szent Borbála miséjüket. 1986. december 4-én először, közösen a magyarokkal rendezték meg a Borbála-napi megemlékezést magyar és lengyel lelkész közreműködésével, amely a magyar és lengyel himnusz eléneklésével fejeződött be. Ettől az évtől kezdve az

2016. június 21-én egy újabb, csodálatos szabadtéri szoborral gazdagodott a múzeum. A Szent Borbála-szobrok ismertető jegyei közül itt a bányászlámpát és a szentháromságot jelképező három ablakot jeleníti meg a művész. Az életnagyságú, ülő, bronz Szent Borbála-szobor alkotója Gáspár Géza szobrászművész

ünneplés hagyománnyá vált a többi bányásztelepülésen is, ahol lengyelek dolgoztak.

Az idősebb bányászok titokban már az ötvenes években részt vettek a Borbála-napi miséken a bányásztemplomokban.

A Borbála-ünnepségek felújítását a Miskolci Egyetemen a bányamérnök hallgatók kezdeményezték már a rendszerváltás előtt. Az egyetem falain kívül szakestélyt rendeztek

Szent Borbála türelemüveg

Szent Borbála tiszteletére, ahová tanárokat általában nem hívtak meg, így a részvételi jog igazi megtiszteltetés volt mindenki számára.

Századunk utolsó évtizede a Borbála-kultusz új virágkorát hozta hazánkban és a volt szocialista országokban is. Annál is inkább figyelemre méltó ez a jelenség, mert egybeesik a bányászat és a bányászok társadalmi megbecsültségének gyors hanyatlásával. Talán az is kifejeződik ebben, hogy a bányászok az utóbbi évtizedek keserű csalódásai után már csak az égiektől várhattak segítséget.

A Borbála-kultusz újjáéledése tovább erősíti a bányászhagyományok, illetve a selmeci hagyományok ápolását.

Ma már a december 4-i Borbála-nap egyenrangúvá vált a szeptember első hétvégéjén ünnepelt szovjet mintájú – szocialista – bányásznappal. Hivatalos elismertségének kézzelfogható bizonyítéka a „Szent Borbála-érem", amit a lelkiismeretes bányászati tevékenység elismeréséért 1993-ban alapított a Magyar Köztársaság ipari minisztere. Ennek átadására évenként a központi Szent Borbála-ünnepségen kerül sor. 2002-től ez a kohász szakma miniszteri elismerése is.

Hagyománnyá vált az is, hogy visszatért az ünnep vallási jellege is, ami az ünnepélyes bányász szentmisék keretében nyilvánul meg. Ezek bemutatását tekintélyes főpapok végzik, a ministránsi feladatokat pedig általában köztiszteletben álló veteranisszimuszok vagy ipari vezetők látják el, a bányász- (szilárd- és fluidum bányász) települések templomaiban.

1989. december 4-én az Egyesület fennállása óta először rendezett központi ünnepséget Szent Borbála tiszteletére az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) Történeti Bizottsága, a Bányászati Szakosztály bányásztörténeti munkabizottsága és budapesti helyi szervezete kezdeményezésére és rendezésében. Az ünnepségre Budapesten, a Városmajori Nagytemplomban került sor egy ünnepélyes római katolikus szentmise keretében, a salgótarjáni Liszt Ferenc kamarakórus és a Bakonyi Bauxitbánya Vállalat ifjúsági fúvószenekara közreműködésével. A zsúfolásig megtelt templomban az egyesület vidéki szervezeteinek képviselői is részt vettek. Az utóbbi években a budapesti Sziklatemplom

Szent Borbála miniatűrkönyv

a helyszíne a december eleji Szent Borbála istentiszteletnek. Három év óta a Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum (MOGIM) is tart Szent Borbála misét Zalaegerszegen, a Kertvárosi katolikus templomban.

A XX. század magyarországi bányászatában meghatározó föld alatti szénbányászat agóniáját leginkább megszenvedő vidékek azon városaiban kap hangsúlyos és látványos formát a Borbála-kultusz, ahol a bányászat visszaszorulása a legfájdalmasabb. Tatabányán pl. 1994. december 4-én – elsőként – avatták a város közigazgatási központjában az impozáns posztamensre állított gyönyörű egészalakos Borbála-bronzszobrot, Péterfi László szobrászművész alkotását, aminek részbeni kicsinyített mása elkészült szobor és érem formájában.

Az OMBKE helyi csoportjai Ajkán, Dorogon, Miskolcon, Tatabányán és máshol Szent Borbála tiszteletére rendezik a szakesteket már évek óta december 4-e környékén.

A MOGIM képzőművészeti gyűjteményében – ami Magyarországon a legjelentősebb – több kisebb-nagyobb Szent Borbála-szobor, -festmény, -fotó, -érem, -plakett, -fokos, -söröskupa, más Borbála-ábrázolás és szakirodalom található.

Irodalom

[1] A magyar bányászat évezredes története III. kötet, OMBKE, Budapest, 2001. (Főszerkesztő: Benke István)

[2] Szent Borbála, a bányászok és kohászok védőszentje, Montan-Press Kft. (Szerkesztő: Dallos Ferencné)

[3] Tóth János: Szent Borbála bányász védőszent, előadás kézirat, 2007.

Tűzhalál

Az űrkutatás halottai

BOTH ELŐD

Fél évszázaddal ezelőtt, 1967. január 27-én történt az űrhajózás első súlyos tragédiája, amikor földi gyakorlatozás közben az Apollo-program három űrhajósa az életét veszítette. *Virgil („Gus") Grissom* a Mercury és Gemini űrrepülések veteránja volt, ő hajtotta végre az amerikai űrrepülés második űrugrását a Liberty Bell 7 névre keresztelt Mercury-kabinnal, majd az első emberes Gemini-küldetés, a *Gemini–3* parancsnokaként háromszor repülte körbe a Földet. *Edward H. White* a *Gemini–4* pilótájaként 4 napot töltött a világűrben, az ő nevéhez fűződik az első amerikai űrséta. Harmadik társuk, *Roger B. Chaffee* az első űrrepülésére készült.

Az Apollo–1 űrhajósai (balról jobbra): Edward White, Gus Grissom és Roger Chaffee *(Forrás: NASA)*

Őket jelölték ki az Apollo-program első, február végére tervezett emberes űrrepülésére, az AS–204 küldetésre. Erre készültek a 012-es számú parancsnoki egységben, amelyet az indítóállványon helyeztek el. A szimuláció közben a lezárt kabinban rövidzárlat történt, aminek következtében a tiszta oxigén légkör lángra lobbant és másodpercek alatt szénné égette a kabin belsejét. A későbbi vizsgálat megállapítása szerint az űrhajósok halálát az elégő alkatrészek mérgező füstje okozta, valamint az a körülmény, hogy a tűz miatt a kabinajtót kívülről nem lehetett kinyitni, így a mentőegység tehetetlen volt. Később, az özvegyek kérésére és az űrhajóstársak közbenjárására a hősi halott űrhajósok tiszteletére a küldetés nevét *Apollo–1*-re változtatták.

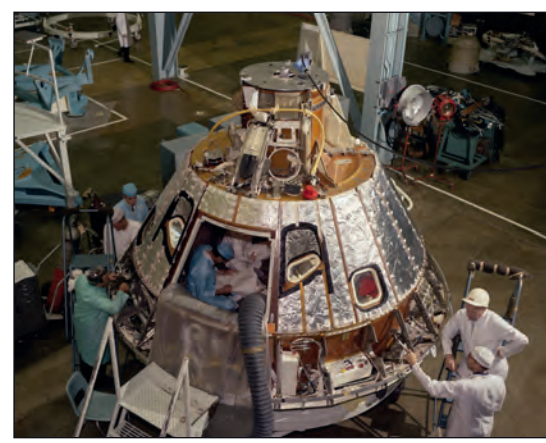
A tűz okának részletes vizsgálatát a NASA Langley Űrközpontjában végezték el. Az okokat feltáró és a hibák kijavítására javaslatokat tartalmazó, 1967 áprilisára elkészült jelentés ma már az interneten a NASA történeti oldalain elérhető. Ennek ismertetése helyett az űrrepülésekre szakosodott amerikai tudományos újságíró, Jay Barbree Armstrong-életrajzából (*Neil Armstrong, az első ember, aki a Holdra lépett*) idézünk. Az űrhajóstársak „semmi mást nem akartak, csak a fejét venni azoknak, akik Gus Grissom, Ed White és Roger Chaffee haláláért felelősök voltak. Nem kellett sokáig keresgélniük. A hozzá nem értés, a tapasztalatlanság és a trehányság ott volt a szemük előtt, de ezt az űrhajósok már képtelenek voltak lenyelni."

Ezután egy keménykezű vezetőt bíztak meg az Apollo-program irányításával, az űrhajó teljes áttervezésével. A munkában az űrhajósok is részt vettek. Mint Barbree írja: „Neil és a többi űrhajós … műszerek, kapcsolók, tranzisztorok és elektromos csatlakozók ezreit vizsgálták át, miközben már a tervezés közben kidobtak mindent, ami csak lángra kaphatott az Apollo-űrhajóban. Mindent tűzálló anyagokkal helyettesítettek. Ami éghető anyagból készült, **az nem kerülhetett** be az új Apollóba, ezen kívül megkettőzött életfenntartó rendszert építetek be, amelyik földi levegővel működött. … A létező legjobb tűzoltórendszereket építették be, az ajtó zárófedelét pedig úgy alakították át, hogy gyorsan ki lehessen nyitni." Az újratervezés sikerült, két és fél év elteltével Neil Armstrong a Holdra léphetett. „Ahogy Armstrong gyakran mondogatta, Isten segítségével a maguk javára fordították három barátjuk hősi halálát."

Az Apollo–1 katasztrófája volt az űrhajózás történetének első, ismertté vált tragédiája. Csak évtizedekkel később derült fény egy súlyos bajkonuri katasztrófára, amikor egy szovjet hordozórakéta 1960. október 24-én az indítási előkészületek közben felrobbant. Az 1990-es évek elejéig titokban tartott, majd a politikai változások után Nyegyelin-katasztrófaként ismertté vált, pusztító erejű robbanás több mint 100, egyes források szerint 126 ott dolgozó életét követelte.

Sajnos a következő tragédia sem váratott sokat magára. Ismét Barbree-t idézzük: „Alig három hónappal az Apollo–1

Az Apollo–1 kabinja szerelés közben *(Forrás: NASA)*



Az Apollo–1 kabinja a tűz után
(Forrás: NASA)

Az elhunyt űrhajósok emléke a Holdon *(Forrás: NASA)*

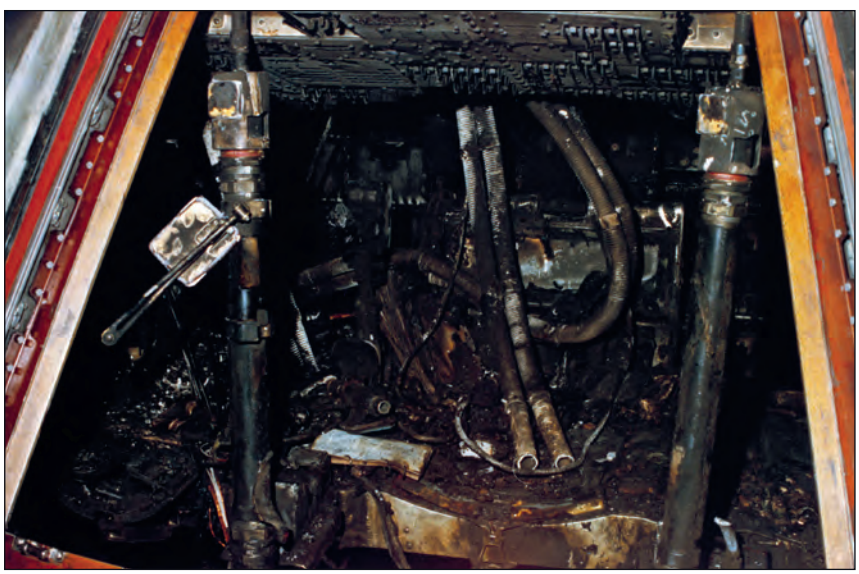
tűzesete után *Vlagyimir Komarov* szovjet űrhajós az első Szojuz űrhajóval keringett a Föld körül." Az űrhajóban egyik rendszer a másik után mondta fel a szolgálatot, a sorozatos hibák miatt Komarovot csak a csoda menthette volna meg, bár a repülésirányítók mindent megpróbáltak. „A Szojuz rohamosan száguldó, bukdácsoló gyilkossá vált, amelynek a belsejében ott ült a csapdába esett pilóta." A Szojuz-sorozatban még egy tragédia történt, 1971-ben a *Szojuz–11*-gyel a sikeres űrrepülésről visszatérő három űrhajós, *Georgij Dobrovolszkij, Vlagyiszlav Volkov* és *Viktor Pacajev* leszállás közben halt meg. Azóta azonban a Szojuz korszerűsített változatai hibátlanul működnek, már évek óta ez az egyetlen űrhajó, amelyikkel a Nemzetközi Űrállomásra eljuthat a személyzet.

Érdekes a párhuzam, miszerint az Apollo–1 tragédiájának tanulságai nyomán megszülető új űrhajóval az amerikaiak eljutottak a Holdra, a Szojuz két tragikus balesete nyomán viszont olyan kiforrottá vált a konstrukció, hogy az űrhajó fél évszázad elteltével is megbízhatóan működik. Az űrhajózási tragédiák azonban sajnos nemcsak a hőskorra nyomták rá bélyegüket, hanem a későbbi évtizedekben is előfordultak. Emlékezetes az amerikai űrrepülőgépek két tragédiája, a *Challenger* 1986-ban, a *Columbia* pedig 2003-ban járt szerencsétlenül, mindkét alkalommal hét űrhajós halálát okozva. Szemben az Apollo–1-gyel és a Szojuzzal, az amerikai űrrepülőgépek nem születtek újjá a katasztrófák nyomán. Éppen ellenkezőleg, emiatt született döntés az űrrepülőgép program leállításáról, és ezért nem tud már fél évtizede amerikai űrhajós amerikai űrhajóval a világűrbe jutni.

Az Apollo–1 hősi halott űrhajósainak emlékét számtalan módon megőrizték. Az egykori indítóállás helyén emléktáblák, a Holdon a róluk elnevezett kráterek, a Marson hegyek, és szerte az Egyesült Államokban a nevüket viselő intézmények sokasága emlékeztet arra a három űrhajósra, akik az életüket áldozták az Apollo-program sikeréért.

Az *Apollo–15* űrhajósai 1971. augusztus 1-jén stilizált emberalakot ábrázoló, 8,5 cm magas, alumínium szobrocskát fektettek a Hold porába az elhunyt űrhajósok emlékére. A szobrot az Apollo–15 parancsnoka, David Scott ötlete és tanácsai alapján Paul Van Hoeydonck belga képzőművész tervezte és készítette, így ez lett az első művészi alkotás, amelyik a Holdra került. A szobrocska melletti emléktáblán 14 űrhajós neve szerepel, azoké is, akik repülő- vagy autószerencsétlenségben, vagy természetes halállal hunytak el, és azoké is, akik az Apollo- és Szojuz-űrhajókban veszítették életüket. Ez, és a későbbi halálos áldozatok arra figyelmeztetnek, hogy az űrrepülés változatlanul veszélyes üzem, kockázatos tevékenység, ahol a leggondosabb körültekintés és legóvatosabb előrelátás ellenére is történhetnek tragikus balesetek.

Az Apollo–1 kabinja kiégett belsejének részlete *(Forrás: NASA)*



Kvantumszobrászat

BENCZE GYULA

A tudomány és művészet az emberiség két, alapvető fontosságú tevékenysége, a köztük lévő kapcsolattal már sokan foglalkoztak. A *Természet Világa* hasábjain a tudomány képviselőjeként *Rosivall László* orvosprofesszor erről a következőképpen vélekedik [1]: *„A tudomány és a művészet elválaszthatatlan egymástól és köztük kölcsönös az átjárás is Nem véletlen, hogy a művészek képzésük alatt sokféle tudományból kapnak oktatást, így például anatómiából, geometriából, színtanból stb.... a modern rajzok és festmények alkotói mintha ismernék a fraktálok törvényszerűségeit, a sejtek és a szövetek finom struktúráját, úgy tárják elénk az ismeretlen világ döbbenetes, dekoratív és élvezetes részleteit saját fantáziájuk, érzékeny agyuk gondolatébresztő alkotásaiként.”*

Érdekes ezzel kapcsolatban idézni *Steven Weinberg* Nobel-díjas fizikus véleményét is [2]: *„ ... azt sem hiszem, hogy a művészeknek vagy a költőknek oda kellene figyelniük arra, hogy mit tanulhatnak a tudománytól. Nagyszerű, ha éppen a tudománytól kapnak inspirációt, de a művészek bármiből meríthetnek ihletet. Hasonlóképpen, úgy gondolom, hogy a tudósoknak sincs mit tanulniuk a művészetektől ... a tudomány és művészet egyaránt csodálatos dolog, de teljesen különbözőek, és nincs semmiféle szükségszerű kapcsolat közöttük.”*

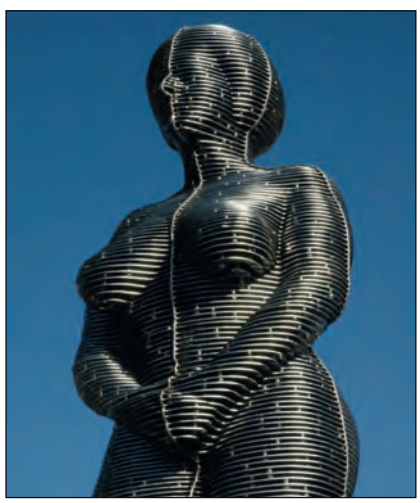
Ebből a fontos témából a szobrászat sem maradhat ki, amint az kiderül a *Leonardo Journal of the International Society for the Arts,Sciences and Technology* 2011. évi 44. számának cikkeiből. Az egyik cikk szerzője, *Julian Voss-Andreae*, a szobrászat egy új irányzata, a *„kvantumszobrászat”* egyik kezdeményezőjeként műveiről beszél, amelyek létrejöttét a kvantumfizika inspirálta. [3] Véleménye szerint a művészet, köztük a szobrai, a valóságnak olyan aspektusait is be tudja mutatni, amelyre a tudomány nem képes, ezért megszabadíthat bennünket attól a mély hatástól, amelyet a klasszikus fizika szemléletmódja gyakorol. Hasonlóképpen inspiráló lehet a szobrászatra az anyagok – molekulák – kémiai szerkezete is, amely a „proteinszobrászat” megjelenését eredményezte.

Julian Voss-Andreae 1970-ben született Hamburgban. Festőként indult, majd irányt váltott és fizikával, különösképpen kvantumfizikával, kezdett foglalkozni a berlini, az edinburghi és bécsi egyetemen, ahol 2000-ben szerezte meg a diplomát. Bécsben tagja volt *Zeilinger* professzor kutatócsoportjának, és résztvevője volt 1999-ben egy igen sikeres kutatási projektnek. [4] 2000-ben az Egyesült Államokba költözött, ahol régi vágya beteljesüléseként művészettel, azon belül szobrászattal kezdett foglalkozni. 2004-ben végezte el a *Pacific Northwest College of Arts (PNCA)* magánfőiskola szépművészeti szakát az Oregon állambeli Portlandben. Azóta szobrászként él és alkot.

A *„Quantum man”*

Voss-Andreae munkájára nagy befolyással van tudományos (fizikusi) képzettsége. Különösen elbűvölte őt a hullám-részecske dualizmusa a kvantumfizikának. Ezt a jelenséget érdekes módszerrel igyekezett tükrözni. 2,5 méter magas, *„Quantum man”* nevű szobrát egy sor acéllemezből állította össze, amelyek az egyik oldalról nézve emberi alakot formálnak, de majdnem eltűnnek a másik oldalról nézve. Mint egy hullám diffrakciós képe, a lemezek egyik oldala tisztán látható, de ha a

A *„Quantum woman”*



Green Fluorescent Protein

Heart of Steel (Hemoglobin)

Collagen

szobor mellett mozgunk, a látvány eltűnik, majd újból megjelenik. A lemezek egymástól egyenlő távolságra, kb. 2 cm-re helyezkednek el, ami *„egy kicsit nagyobb, mint az ember de Broglie-hullámhossza”*. A szobor meghökkentő mind esztétikai értékét, mind pedig azt a képességét tekintve, hogy csendes nyugalomban olyan koncepciót képes megjeleníteni, amit szavakban nehéz megmagyarázni.

Hasonló szellemben született meg e szobor „női változata”, a *„Quantum woman”*

Ahogy már említettük, a kémiai molekulák, köztük a fehérjemolekulák változatos alakja is inspirálóan hat a művészekre, és az új irányzatban, a *„proteinszobrászatban”* szintén élen jár Voss-Andreae. Kedvcsinálónak íme három alkotás:

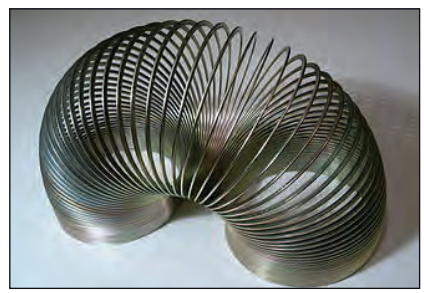
Az új irányzat alkotásai szabadtéren is hamarosan megjelentek, némelyek közülük egészen monumentális méretűek. Hamarosan más művészek alkotásai is csatlakoztak ehhez a seregszemléhez. *Antony Gormley „Quantum Cloud”* elnevezésű alkotása 30 méter magas 16x10 méter széles és négy

Antony Gormley: *„Quantum cloud”*, London

tartószekrényen áll. Építése idején, 1999-ben a legmagasabb szobor volt Nagy-Britanniában. A szobor másfél méteres, véletlenszerűen irányított acél szekciókból tevődik össze és a központban egy 20 méteres emberi test alakja formálódik ki.

Hasonlóan monumentális alkotással állítottak emléket Charles Darwinnak az angliai Shrewsburyben, Anglia leghosszabb folyója, a Severn partján, születésének 220-ik évfordulóján, amely alkotást „Quantum Leap”-nek nevezték el. Az alkotás 12 méter magas és 17,5 méter hosszú, súlya meghaladja a 113 tonnát, amibe nem számít bele az alapja és a tartószerkezet. Az absztrakt szobrot a Darwinra való hivatkozás miatt többféle módon is azonosítják. Lehet egy dinoszauruszcsont, ábrázolhat DNS-molekulát vagy egy gerincoszlopot. A helyi sajtóban, gyakran helytelenítő szándékkal, a *„slinky”* becenévvel illetik, mivel emlékeztet a hasonló nevű, fémrugós gyerekjátékra.

A *„kvantumszobrok”* Angliában és az Egyesült Államokban jelentős sikert arattak, és az alkotók sok megrendelést kaptak új szobrok megtervezésére és létrehozására. A szobrokat azonban főleg tudósok, vagy tudományos intézmények rendelik, bár néhány olyan gyűjtő is jelentkezett, akinek nincsen a tudománnyal szorosabb kapcsolata. Az egyik ok, amiért a művek főleg a tudományos közösségnek tetszenek, az, hogy alapjuk olyan tudományos koncepció, amit a



„Slinky”

***Quantum Leap*, Shrewsbury**

tudósok jól ismernek és értékelnek. Szükség lenne azonban a művészeti körök szélesebb támogatására is, ugyanis e köröktől származó pozitív véleményt gyakran többre értékelik, mint a mű tényleges értékét. Jó lenne azonban, ha a mű felkeltené a hagyományos művészeti körök figyelmét is, mivel az alkotás az ő tevékenységükhöz tartozik az újszerű stílus ellenére is.

A kvantumszobrászat kétségtelenül érdekes, esetenként még meghökkentő is lehet. Azt azonban a fenti képből a laikus is láthatja, hogy egy *„kvantumszobor”* létrehozása lényegesen több munkát követel

Voss-Andreae alkotás közben

meg az alkotótól, mint az a hagyományos szobrászatban szokásos, esetenként még jelentős műszaki segítségre is szükség lehet. Úgy tűnik, hazánkban még nem honosodott meg ez az új stílus. Kíváncsian várjuk, mikor születik meg az első magyar kvantumszobor!

Irodalom

[1]. Rosivall László: *Tudomány és Művészet,* Természet Világa, 2012/3, 117–119. old.

[2]. Bencze Gyula: *Tudomány, társadalom, művészetek, Beszélgetés Steven Weinberg Nobel-díjas fizikussal,* Természet Világa, 2009/10, 434–436 old.

[3]. Julian Voss-Andreae: *Quantum Sculpture: Art Inspired by the Deeper Nature of Reality,* Leonardo, Journal of the International Society for the Arts, Sciences and Technology, 2011. vol. 44. No.1, 14–20. old.

[4]. M. Arndt, O. Nairz, J. Voss-Andreae, C. Keller, G.van der Zouw and A. Zeilinger: *„Wave-Particle Duality of C_{60} Molecules”,* Nature 401 (1999) pp. 680–682.

[5]. https://www.sculpture.org/portfolio/sculpture_info.php?sculpture_id=1013224

Megtalálták a HMS Terror maradványait

LANDY-GYEBNÁR MÓNIKA

Két hajó indult útjára 1845-ben *Sir John Franklin* vezetésével, a *HMS Erebus* (James Fitzjames kapitány irányítása alatt), és a *HMS Terror* (Francis Crozier kapitánnyal) Angliából az északnyugati átjáró megkeresésére.

A Terror 1836–37-ben George Back vezetésével már járt a kanadai sarkvidéken és 10 hónapot kiállt a jégbe fagyva, bizonyítva, hogy a hajó alkalmas a sarki útra. Később a Terror és az Erebus az Antarktiszon is megfordult, James Clark Ross vezetése alatt 1839–43 közt. Franklin ezt követően kapta meg a két, az indulás előtt felújított, megerősített és a kor modern eszközeivel kiválóan felszerelt hadihajót, valamint három évre elegendő ellátmányt, hogy nekivágjon az ismeretlen északnak. Mindkét hajón beépített gőzgép is volt részint azzal a céllal, hogy a jeges vízben segítse a haladást, illetve hogy meleg (értsd: nem jéggé fagyott) vizet biztosított a legénységnek. A Franklin-expedíció tagjai 1845–46 telét a Beechey-szigeten töltötték, s a legénység három, akkor elhunyt tagját itt temették el. A két hajó azután 1846 szeptemberében a különösen zord időjárásban a Vilmos király-sziget közelében a jég fogságába esett és onnan már többé nem szabadult ki, maga Franklin pedig 1847. június 11-én meghalt.

A legénység 1846–47, valamint 1847–48 telét itt töltötte el, majd 1848 áprilisában elhagyták a hajókat, s a szigeten kerestek menedéket, ám a legyengült és beteg emberek közül sokan itt haltak meg (az ő maradványaikat is megtalálták később). Az expedíció tagjainak hányattatása 1848-ban ért véget, amikor a legénység skorbuttól, éhezéstől és tüdőgyulladástól sújtott, de még életben maradt tagjai gyalog, szántalpakra helyezett csónakjaikat húzva útnak indultak a kanadai szárazföld felé, eztán nyomuk veszett. Úti céljuk valószínűleg a Hudson-öböl Társaság által évekkel korábban, a Nagy-Rabszolga-tó partján létesített előretolt állomás lehetett, ezt a Back-folyót követve szerettek volna elérni. A kanadai sarkvidékről gyűjtött jégminták elemzéséből azóta kiderült, hogy a Franklin-expedíció évei során különösen zord telek és igen rövid nyarak voltak, ez utóbbiak gyakran felhős-ködös idővel, amikor a téli jégpáncél egyáltalán nem tudott felszakadni.

A hajók 170 évvel ezelőtti jégbe fagyásának és a megtalált maradványoknak a mai helyszínei *(Google Maps, Arctic Research Foundation)*

Az elmúlt 700 év hajózás szempontjából egyik legkedvezőtlenebb időszakában járt a Franklin-expedíció a sarkvidéken, a végzetük így ennek is tulajdonítható. Az elveszett expedíció felkutatására a XIX. század közepétől több mint 20 kutatóexpedíció indult, ám az összegyűjtött információk java az inuit őslakosok elbeszéléseiből állt. Az utolsó nyom, amit az expedíció hagyott, a Vilmos király-szigeten, a Victory-foknál emelt kőrakásban volt, ezt 1859-ben a Franklin özvegye által finanszírozott McClintock-expedíció tárta fel. Az 1848. április 25-én kelt dokumentumban Fitzjames és Crozier beszámol Franklin 1847-es haláláról, a két hajó 1846 szeptemberi jégbe záródásáról, azok helyét is megadva, a legénység addigi emberveszteségéről, s arról, hogy a maradék 105 fő három napja elhagyta a hajókat és dél felé indult. A további sorsukról az inuitok történetein kívül csupán a gyalogos út során hátrahagyott csontok, sírok, és tárgyak mesélnek. A hajónaplókat – Fitzjames és Crozier ezeket bizonyosan magukkal vitték a szárazföldre vezető gyalogos útra – ,illetve további, az expedíció során született naplókat, térképet, mérési eredményeket, begyűjtött biológiai mintákat mindeddig nem találták meg. Elképzelhető, hogy a hajók maradványai rejtik e dokumentumok egy részét?

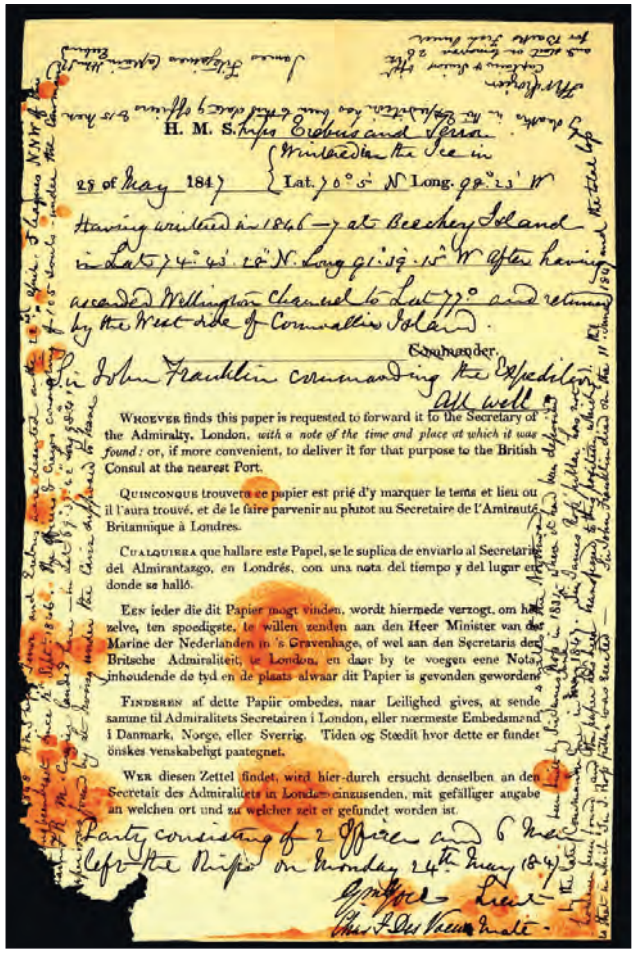
Francis Crozier kapitány dagerrotípiája
(Richard Beard felvétele, a kép Derbyshire County Archives tulajdona)

A két hajó jégbe fagyásáról már az első kutatócsapatok tudomást szereztek az inuitoktól, illetve szintén az őslakosok révén derült ki a Franklin-expedíció végzete is. Néhány, a hajókról származó fémtárgy az inuitok birtokában volt, és a legénység tagjait rejtő sírokat is találtak, a hajókra azonban több mint másfél évszázad alatt sem sikerült rábukkanni. A sírokban talált, a permafrosztban mumifikálódott holttesteket és csontmaradványokat kanadai kutatók az 1980-as évektől tüzetesen vizsgálták, s a halálukban szerepet játszó tébécé, tüdőgyulladás, skorbut és ételmérgezés mellett többükben ólommérgezés nyomait is felfedezték (ennek az oka máig sem teljesen tisztázott, az ólom származhatott a konzervekből, illetve a hajó vízvezetékeiből, de akár felhalmozódhatott a hajósok korábbi élete során is). Némelyik, a Vilmos király-szigeten fellelt csontmaradványon olyan vágásnyomokat is találtak az antropológusok, amelyek kannibalizmusra engednek következtetni. A kannibalizmus nyomairól – holttestekről, amelyekről a láthatóan lefaragott hús hiányzott – a korabeli inuit tanúk is beszámoltak, ám az akkori viktoriánus közvélemény mereven elutasította ezt a lehetőséget. Az expedíció tagjainak utolsó maradványait az Adelaide-félsziget északi partján találták meg, jóval északabbra a Back-folyótól, és több száz kilométerre a civilizáció legközelebbi letelepült képviselőitől.

A jégbe fagyott hajók az őket bezáró jégmezővel együtt lassan elsodródhattak, majd ismeretlen helyen elsüllyedtek. A roncsok korabeli beszámolók alapján feltételezett helyét 1992-ben védetté nyilvánította Kanada, majd 2008-tól kezdődően kutatóexpedíciók sorozata vizsgálta a területet, szoros együttműködésben a helyi inuit lakossággal. Mivel a sarkvidéki klíma minden évben csak igen rövid régészeti szezont tesz lehetővé, sok éven át rendszeresen kellett visszajárni a területre.

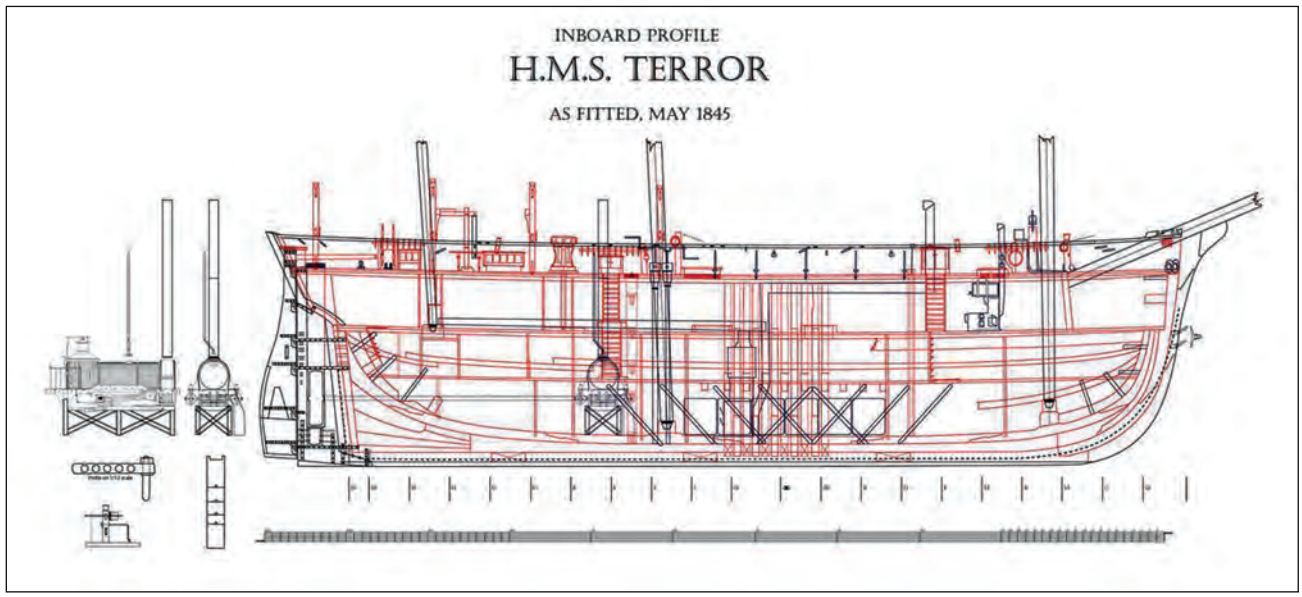
2014 szeptemberében jelentették be, hogy a Parks Canada (a kanadai állami természeti- és kulturális örökségvédelmi szerv) kutatói a Vilmos király-szigettől délre, a Wilmot- és Crampton-öbölben rábukkantak az Erebus maradványaira. Nemrégiben, 2016 szeptemberében az Arctic Research Foundation (Sarkvidéki Kutatási Alapítvány) közreműködésével a Terror is megkerült. A Terror a Vilmos király-sziget déli oldalán, a Terror-öbölben lelte meg végső nyughelyét, 24 méteres mélységben, kb. 50 kilométerre az Erebustól.

A kutatóexpedíció idei tervei szerint az augusztus alkalmas heteit az Erebus maradványainak további vizsgálatával töltötték, majd szeptember elején vonultak át a Terror maradványainak feltételezett helyszínére, ahol egy hetet szántak a vizsgálatokra. A véletlen jócskán hozzájárult a felfedezéshez! Az alapítvány *Martin Bergmann* kutatóhajója legénységének egyik tagja, a vadőrként dolgozó inuit Sammy Kogvik évekkel korábban motoros szánon járt a Terror-öbölben, s a jégbe fagyott, kiálló árboccsonkot talált. A csonkot le is fényképezte, ám a visszaúton a fényképezőgépe elveszett, és ezt az inuit babonáknak megfelelően a rossz szellemek ómenjének tekintette, így senkinek sem mert beszélni róla. (Az inuitoknak a végzetes Franklin-expedíció ideje óta generációkon keresztül fennmaradt, mára babonákká vált történetei szerint a Vilmos király-sziget környékén gonosz szellemek ólálkodnak.) A kutatóexpedíció többi hajója a Viktória-szoros északi részén dolgozott, Martin Bergmann-nak hozzájuk kellett volna csatlakoznia. A hajón a kutatást irányító Adrian Schimnowski szeptember 2-án este a fedélzeten beszélgetett Kogvikkal, és a történetét meghallgatva úgy határozott, másnap kitérőt tesznek a Terror-öbölhöz, és ott szeptember 3-án valóban meg is találták a kiváló állapotban fennmaradt Terrort. A délelőtti órákban több órás keresést követően


H. M. S. Ships Erebus and Terror
Lat. 70° 5′ N Long. 98° 23′ W
Having wintered in 1846 — at Beechey Island
Lat. 74° 43′ 28″ N Long. 91° 39′ 15″ W After having
Commander.
Sir John Franklin commanding the Expedition.
All well
Whoever finds this paper is requested to forward it to the Secretary of the Admiralty, London, with a note of the time and place at which it was found: or, if more convenient, to deliver it for that purpose to the British Consul at the nearest Port.
Quinconque trouvera ce papier est prié d'y marquer le tems et lieu où il l'aura trouvé, et de le faire parvenir au plutot au Secretaire de l'Amirauté Britannique à Londres.
Cualquiera que hallare este Papel, se le suplica de enviarlo al Secretario del Almirantazgo, en Londrés, con una nota del tiempo y del lugar en donde se halló.
Een ieder die dit Papier maegt vinden, wordt hiermede verzogt, om hetzelve, ten spoedigste, te willen zenden aan den Heer Minister van de Marine der Nederlanden in 's Gravenhage, of wel aan den Secretaris der Britsche Admiraliteit, te London, en daar by te voegen eene Nota, inhoudende de tyd en de plaats alwaar dit Papier is gevonden geworden.
Finderen af dette Papiir ombedes, naar Leilighed gives, at sende samme til Admiralitets Secretairen i London, eller nærmeste Embedsmand i Danmark, Norge, eller Sverrig. Tiden og Stædit hvor dette er fundet ønskes venskabeligt paategnet.
Wer diesen Zettel findet, wird hier-durch ersucht denselben an den Secretair des Admiralitets in London einzusenden, mit gefälliger angabe an welchen ort und zu welcher zeit er gefundet worden ist.
Party consisting of 2 Officers and 6 Men
left the Ships on Monday 24th May 184[illegible]

A Vilmos király-sziget Victory-fokánál talált eredeti feljegyzés a hajók és a legénység sorsáról *(Forrás: Wikipedia, a feljegyzés a National Maritime Museum Greenwich tulajdona)*

George Back 1836-37-es sarkvidéki útján Owen Stanley a Terror akkori jégbe fagyását örökítette meg metszetén *(Forrás: Toronto Public Library)*



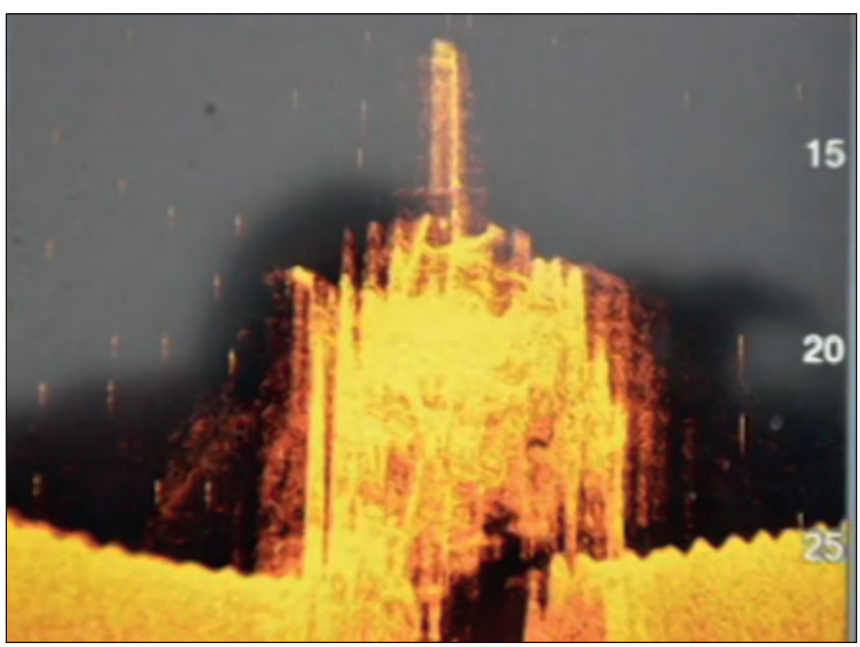
A HMS Terror eredeti, 1845-ös felújításkori tervrajzának mai másolata *(Forrás: http://buildingterror.blogspot.com)*

épp elhagyni tervezték a Terror-öböl e területét, mikor a szonár képén megjelent a roncs. Az ezt követően rendelkezésre álló egy hét során a kutatók gondosan megvizsgálták és lefotózták a roncsot, s összevetették a Terror korabeli tervrajzának adataival, hogy megbizonyosodjanak az egyezésről. A hajó egyenesen fekszik a 24 méteres mélységben, így minden bizonnyal lassan süllyedt el. Jól felismerhető a roncsra nőtt moszatok közt a hajótestet egykor megerősítő fémburkolat is. A fedélzeten egy lyukban az erős, hosszú horgonykötél is látható, ez alapján nem kizárt, hogy még az elsüllyedése előtt leeresztették a horgonyát. Egy nyitott fedélzeti bejáraton át robotszondát küldtek a hajó belsejébe, bejutottak az étkezdébe, néhány kabinba, az élelmiszerraktárba – itt tányérokat és egy konzervet is láttak a polcokon. Találtak két borosüveget, valamint egy íróasztalt, amelynek egyik nyitott fiókja mélyén látszó elhagyott (és még ismeretlen) tárgy van. A hajó kiváló megtartottsága a hideg tengervíznek köszönhető, s bár törötten, de áll mindhárom árboca, a fedélzeten pedig gondosan elpakoltak mindent.

Olyan jó állapotban van a roncs, hogy Crozier kapitány kabinjának négy ablakából háromban az üvegtáblák is épek. Az egyik legfontosabb, azonosításra alkalmas tárgy a hajó gőzgépének kéménye – ez pontosan a tervrajzok szerinti helyen van a megtalált roncson. A hajó sok kulcsfontosságú ponton megegyezik a Terrorral, azonban 96 km-re fekszik attól a helytől, ahol a korábbi feltételezések szerint elsüllyedt. A kiváló megtartottság és a fedélzeten talált katonás rend alapján arra is gondolnak, hogy a hajót szabályosan kiürítették s lezárták, majd a legénység tagjai az Erebuson továbbhajóztak délebbre. A következő évek szezonjai sok munkát tartogatnak még a hajókat feltáró régészeknek.

A Parks Canada szakértői a felvételek és adatok elemzése (illetve esetleg szükséges további helyszíni vizsgálatok) után későbbre ígérték, hogy megerősítik a roncs azonosságát a HMS Terrorral. Mind az Arctic Research Foundation, mind a Parks Canada hangsúlyozza, hogy az inuitok szájhagyománya, történetei és közreműködése igen jelentősen hozzájárultak a tragikus sorsú Franklin-expedícióval kapcsolatos felfedezésekhez.

A HMS Terror képe a kutatóhajó szonárján *(Forrás: Arctic Research Foundation)*



Irodalom

The Guardian, 2016. szeptember 12. https://www.theguardian.com/world/2016/sep/12/hms-terror-wreck-found-arctic-nearly-170-years-northwest-passage-attempt

Parks Canada http://www.pc.gc.ca/eng/culture/franklin/mission2016.aspx

CBC News http://www.cbc.ca/news/canada/north/hms-terror-found-1.3758400

A Franklin-expedíció nyomairól, korabeli beszámolók, tanúvallomások http://www.canadianmysteries.ca/sites/franklin/home/homeIntro_en.htm

David C. Woodman – Unravelling the Franklin Mystery Inuit Testimony (McGill-Queen's University Press)

ORVOSSZEMMEL

INFLUENZAOLTÁS SZÍVINFARKTUS MEGELŐZÉSÉRE

Az influenzavírus évente változó hevességű járványokat okoz. 2003-ban a vírus a statisztikai adatok szerint 430 ezer embert vert le a lábáról nálunk is. Három nagy járványban a megbetegedettek száma hazánkban meghaladta a kétmilliót. Ennek ellenére, a védőoltás hatásosságának tudományosan nem meggyőzően bizonyított eredményei miatt, Magyarországon is mind kevesebben adatják be az influenza elleni védőoltást. A nagy járványt követő télen a veszélyeztetettek mintegy 80%-a kapta meg az oltást, tavaly viszont még az egészségügyi dolgozóknak is legfeljebb az egyharmadát oltották be influenza ellen.

A kardiológiai diagnosztika és terápia rendkívüli fejlődésének hatására – noha világszerte továbbra is a kardiovaszkuláris betegségek vezetik a halálozási statisztikát – az Európai Unióban a legtöbb halált a rosszindulatú daganatos betegségek okozzák. Az infarktus, a pangásos szívelégtelenség azonban jelenleg is a vezető halálokok közé tartoznak, ezért elképzelhető, hogy ausztrál kutatók megfigyelése alapján az influenza elleni oltás gyakorisága jelentősen nőni fog.

Raina MacIntyre és munkacsoportja Új-Dél-Wales egyetemének közegészségügyi tanszékén, Sydney-ben foglalkozott az influenza elleni védőoltás szerepével a szívinfarktus megelőzésében. Véleményük szerint az influenzafertőzés és a heveny infarktus közötti összefüggésre nyomós bizonyítékaik vannak. Megfigyeléses vizsgálataik során az influenzaoltást a szívinfarktus megelőzésére 19–45%-ban találták hatásosnak. Ennél is meggyőzőbb adatot szolgáltatott az a tanulmány, amelyet *Phrommintikul* és munkatársai közöltek 2011-ben. Az influenzafertőzés elleni oltás 439, akut koronária-események következtében kórházba került betegen a jelentős kardiovaszkuláris események előfordulását 10%-kal csökkentette.

Az ausztrál kutatók szerint, ha az influenzaoltást a kardiovaszkuláris megelőzésre is kiterjesztenék, ez az akut koszorúér-események megelőzésének igen gazdaságos, biztonságos közegészségügyi eleme volna.

http://otszonline.hu/cikk/influenzaoltas_szivinfarktus_megelozesere

A TEÁZÁS CSÖKKENTI A KALCIUMLERAKÓDÁST

A kardiovaszkuláris betegségekkel kapcsolatban már eddig is sokszor vizsgálták, hogy a tea, illetve a kávé milyen szerepet játszik a kórtörténetben: van-e pozitív vagy negatív hatásuk a kórfolyamatra.

Az Egyesült Államokban 2000-ben indult el a MESA (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis) vizsgálat, melynek fontos jellegzetessége, hogy az USA multietnikai összetétele alapján vizsgálja a szív- és érbetegségek kockázati tényezőinek szerepét. A MESA vizsgálatban 6508, a megfigyelés kezdetén panaszmentes és kardiovaszkuláris szempontból egészséges, 44–84 éves felnőtt vesz részt. A nők aránya 52,9%.

A vizsgálati alanyok 38%-a fehérbőrű, 28%-a afroamerikai, 22%-a spanyolajkú, 12%-a pedig ázsiai, főleg kínai. A vizsgálat résztvevőit 9–12 hónaponként kontrollálják, és részletes életmódi, táplálkozási adatokat is rögzítenek. A vizsgálati személyekkel foglalkozó hat egyetemi központ kutatói leírták, hogy a tea fekete vagy zöld tea volt-e, illetve hogy a teát, kávét a résztvevők naponta hányszor fogyasztották.

A vizsgálati alanyoknak több mint a fele (57,6%-a) soha nem ivott teát, 29,5%-uk legfeljebb napi egy csészével fogyasztott, 12,9%-uk naponta egynél többet ivott. Kávét a résztvevők 25%-a soha nem fogyasztott, 24%-uk legfeljebb napi egy csészével ivott, 50,9%-uk minden nap többször is kávézott.

A megfigyelt személyek 49,9%-ának koszorúereiben kalcium nem volt kimutatható, 26,5%-ban mérsékelt volt a kalciumlerakódás, 23,6%-ban pedig jelentős. A 11,1 éves megfigyelési idő során 10,8 kardiovaszkuláris esemény jutott 1000 személyévre, ebből a súlyos kórképek aránya 7,5/1000 személyévnek bizonyult. Azok, akik naponta legalább egy csésze teát megittak, a teát egyáltalán nem fogyasztókhoz képest szignifikánsan ritkábban szenvedtek el a vizsgálat ideje alatt valamilyen kardiovaszkuláris eseményt. A teakedvelők koszorúereiben a kalciumszint progressziója is jelentősen csökkent a teára nézve absztinens csoporthoz képest.

A kávét rendszeresen fogyasztók a nem kávézókhoz képest statisztikailag nem értékelhető mértékben bizonyultak szerencsésebbnek, és koszorúereik kalciumszintje sem alakult kedvezőbben. Az utóbbi folyamatot a tanulmány szerzői sem állítják egyértelműen bizonyító erejűnek a koszorúér-betegséget illetően, de a magas kalciumszint a kórkép gyors előrehaladását valószínűsíti.

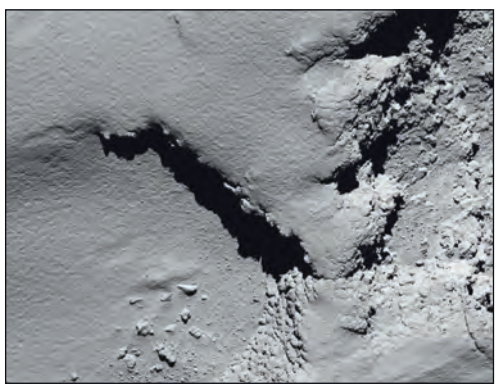
A teaivás kávézáshoz viszonyított kedvezőbb hatásával kapcsolatban a kutatók feltételezése az, hogy a tea előnye a benne található antioxidáns flavonoidoknak tulajdonítható. Azt is hangsúlyozzák, hogy ez csupán megfigyeléses vizsgálat, és ennek alapján nem állítható, hogy a szenvedélyes teázók életvitele egészségesebb, mint a kávét kedvelőké.

http://otszonline.hu/cikk/a_teazas_csokkenti_a_kalciumlerakodast_a_koszoruerekben

(2017. január)

A ROSETTA NAGY FINÁLÉJA

2016. szeptember 30-án, 12 és fél évvel a start és bő két évvel az üstököshöz érkezés után hivatalosan is véget ért az Európai Űrügynökség (ESA) Rosetta üstököskutató szondájának küldetése (a szonda, elsősorban annak leszállóegysége elkészítésében magyar szakemberek is részt vettek – *a szerk.*). A Rosetta irányítói tavaly nyáron megfontolták, hogy a Naptól egyre távolodó, a Jupiter pályáján túlra kerülő Csurjumov–Geraszimenko-üstökös magja körül keringő Rosettát az egyre fogyó elektromos energiával már nem lehetne megfelelően működtetni, egy újabb tartós hibernálást pedig már aligha élne túl a szonda. Ezért úgy döntöttek, hogy a



A Rosetta egyik utolsó felvétele, 5,8 km-es távolságból

szondát nekivezetik az üstökös magjának. Az utolsó órákban olyan részletességű felvételek készítésére nyílt mód, amire az elmúlt két évben még nem volt példa, az utolsó – már kissé elmosódott – képet alig mint 20 centiméter távolságból készítette. Az üstökös felszínének elérésekor azonban megszűnt a kommunikáció, a küldetés véget ért, mert a szonda antennáját a továbbiakban már nem lehetett a Föld felé irányítani. A Rosetta nyugvóhelyéül a Ma'at-területet választották, ahol több, a földi karsztos víznyelőkre emlékeztető alakú, 100 méter körüli átmérőjű és nagyjából 50 méter mély gödör található. Ezek a gödrök bizonyultak az üstökös aktivitása, vagyis a gáz- és porkilövellések fő forrásának. Két ilyen gödör közötti sík területet vettek célba. A Rosetta leérkezése egyébként a szó megszokott értelmében aligha nevezhető becsapódásnak, hiszen a szonda 1 m/s (3,6 km/ó, egy kényelmesen sétáló ember tempója) érte el a felszínt. Nincs kizárva, hogy a még ilyen igénybevételre sem tervezett napelemtáblái ettől az ütközéstől is leszakadtak, mozdulni pedig amúgy sem tudott, így kommunikációs antennáját sem fordíthatta a Föld felé. Éppen ezért a Rosettát úgy programozták, hogy a leérkezés után kapcsolja ki saját rádióadóját. A Rosettának köszönhetően a 67P Csurjumov–Geraszimenko-üstökös a legalaposabban megvizsgált üstökös lett.

2004-es indítása után a Rosetta hatszor kerülte meg a Napot, miközben közel 8 milliárd kilométert tett meg. Felgyorsítása érdekében háromszor repült el a Föld, és egyszer a Mars mellett, útközben két kisbolygót is megközelített. A második és a harmadik Föld-elrepülés között 800 km-re a 2867 Steins kisbolygót, majd a harmadik földközelségét követően 3170 km-re a 21 Lutetia kisbolygót közelítette meg. Útja leghosszabb és a Naptól legtávolabbi, 31 hónapig tartó szakaszát hibernációban töltötte, amelyből 2014 januárjában sikerrel felébresztették, hogy 2014. augusztustól megfigyelhesse a perihéliuma, tehát aktivitási maximuma felé közeledő üstököshöz, ahol 786 napig dolgozott. A Philae leszállóegység 2014. november 12-én leszállt az üstökös magjára. Sajnos nem sikerült megkapaszkodnia a kijelölt leszállóhelyen, ezért kétszer visszapattant, majd ismeretlen helyen állapodott meg. Ott viszont nem érte elég napfény a napelemeit, így csupán három napig működött. Csak az utolsó pillanatban sikerült megtudni, hová érkezett, mert amikor a Rosetta küldetése utolsó hónapjában egyre közelebb ment az üstököshöz, és egyre nagyobb felbontású felvételeket készített, ezek egyikén sikerült egyértelműen megpillantani a Philae-t.

Már a távolról készült felvételeken feltűnt a Csurjumov–Geraszimenko-üstökös kettős szerkezete. Meglepő volt a mag geológiai sokszínűsége, a felszíni formák rendkívüli változatossága. A Rosetta felvételei alapján a kutatók valószínűnek tartják, hogy két égitest kis sebességű ütközése eredményeképpen állhatott össze a ma megfigyelhető mag. Lehet, hogy a társulás csak átmeneti, mert a nyaki részen lefényképezett, több száz méter hosszú repedés arra enged következtetni, hogy a mag a jövőben újra két részre szakadhat. Sok kutató szerint a Rosetta legfontosabb felfedezése az, hogy a Csurjumov–Geraszimenko-üstökösben háromszor nagyobb deutérium/hidrogén arány, mint a földi óceánokban. Ez ismét felveti azt a kérdést, hogy a kisbolygók vagy az üstökösök becsapódása szállíthatta az ősi Földre az óceánok vizét. A Rosetta kimutatta a fehérjékben gyakori glicin nevű aminosav, valamint a DNS és a sejtfal fontos alkotórészét jelentő foszfor jelenlétét, de számos további egyszerű és bonyolult vegyületet is talált az üstökös anyagában. Kimutatták az üstökösmag felszíni alakzatai és az üstökös aktivitása közti kapcsolatot. Kiderült, hogy a mag szabálytalan alakja ellenére, a forgástengely dőlése miatt „évszakok" alakulnak ki az üstökösmagon, aminek elsősorban a por áramlásában mutatták ki a hatását. Sikerült kimutatni az üstökös magja körül a napszél és az azzal ellentétes irányban áramló, a magból jövő gáz kölcsönhatásának eredményeképpen létrejövő diamágneses üreget, amely egyébként a vártnál nagyobbnak bizonyult. Végül, de nem utolsósorban nemcsak tudományos szempontból, hanem a laikusok üstökösökre, a Rosetta küldetésére és általában az űrkutatásra vonatkozó ismeretei szempontjából óriási a jelentősége annak a hihetetlen mennyiségű és fantasztikus minőségű felvételnek, amelyeket a szonda OSIRIS kamerája készített a mag felszínéről.

(2016. november)

A TRIÁSZIG NYÚLIK VISSZA A KORALLOK ÉS AZ ALGÁK SZIMBIÓZISA

Egy új kutatás szerint az algák és a modern korallok közötti kölcsönösen előnyös kapcsolat – amely menedéket biztosít az algáknak, csodálatos színeket ad a korallzátonyoknak és mindkét szervezetet ellátja táplálékkal – több mint 210 millió évvel ezelőtt kezdődött. A szimbiotikus kapcsolat akkor alakult ki, amikor világszerte jelentősen elterjedtek a korallzátonyok. Ez azt bizonyítja, hogy az algák és a korallok kapcsolata alapvető fontosságú a korallzátonyok szempontjából, amelyek jelenleg a tengeri élővilág egynegyedének adnak otthont. Napjainkban súlyosan veszélyezteti a zátonyokat az óceánok felmelegedése miatt bekövetkező korallfehéredés, miközben az algák is távoznak a korallokból.

Habár a szimbiózis szerepe rendkívül fontos a mai zátonyok életében, az már nem egyértelmű, hogy ugyanez volt-e a helyzet az ősi koralloknál is. A kutatók szerint fontos megtudni, hogy ez a szimbiózis mikor jelent meg, mert így kiderülhet, hogy mennyire fontos ez a korallzátonyok egészségének megőrzésében. Az adatok alapján úgy néz ki, hogy a szimbiózis ki-

alakulása egybeesik a korallzátonyok általános elterjedésével. A Science Advances folyóiratban publikált kutatás erős bizonyítékokat talált arra, hogy a korall-alga kapcsolat több mint 210 millió évvel ezelőttre nyúlik vissza, a késő-triászig. Ekkor jelentek meg az első dinoszauruszok, és a Föld kontinensei abban az időben egyetlen szuperkontinensbe tömörültek (Pangea).

A paleontológusok azt is kimutatták, hogy a korallok a mai szubtrópusi vizekkel szemben, a triászban még a tápanyagokban szegény környezeteket foglaltak el, ahol a korall-alga szimbiózisnak alapvető szerepe lehetett a zátonyok kifejlődésében. Az algákkal való szimbiózis kezdete nagyon előnyös volt a koralloknak, mert lehetővé tette nekik, hogy ne csak túléljék a tápanyagszegény vizű környezeteket, hanem növekedjenek és egyre nagyobb területeket foglaljanak el. A dinoflagellaták közé tartozó algák a korallok szövetei között élnek. A fotoszintézis révén az algák nutrienseket termelnek, melyeknek nagy részét felhasználják a korall sejtek. A korallok viszont ammónia formájában bocsátanak ki salakanyagokat, amit az alga tud tápanyagként hasznosítani. Ez a kapcsolat újrahasznosítja a nutrienseket a korallon belül, ahelyett, hogy kibocsátanák azokat az óceáni áramlatokba, és így nagymértékben növeli a korall táplálékellátását. A szimbiózis segíti a zátonyépítést is, mivel az algákat vendégül látó korallok tízszer gyorsabban tudják a kalcium-karbonátot kiválasztani, mint a szimbionta nélküli korallok.

A szimbiózis kezdetének megállapítása az ősmaradvány rekordban azonban eléggé bonyolult, mivel a dinoflagellatáknak nincsenek kemény vázrészeik, amelyek fosszilizálódnának. Ehelyett a kutatók három olyan nyomot vizsgáltak a korallfosszíliákban, amelyek jelezhetik az algák egykori jelenlétét: a fosszíliák mikroszerkezetét, a különböző szén- és oxigénizotópok arányát, valamint a nitrogén két izotópjának arányát. A mikroszerkezet-vizsgálatok szabályszerűen növekedési mintát mutattak, ami megfelel a fotoszintetizáló algákkal élő koralloknak, ahol csak a napfény mellett folyik a váz növekedése. Az oxigén- és szénizotópok aránya szintén a szimbiózis jelenlétére utal. A harmadikként vizsgált nitrogén a korallok által kiválasztott ammóniából származik és a korallváz kalcium-karbonát mátrixában esik csapdába. A két különböző nitrogénizotóp közül az egyiknek hét neutronja van, míg a kissé nehezebbnek nyolc. A mai korallok vizsgálata során kimutatták, hogy a szimbiózisban élő korallok kisebb arányban építik be a nehezebb nitrogénizotópot, mint az alga nélküli fajok. A triász korallok elemzése bebizonyította, hogy azokban is kisebb arányban van jelen a nehezebbik izotóp.

Így tehát annak ellenére, hogy maguk az algák nem őrződtek meg a fosszíliákban, hátrahagyták a kémiai aláírásukat. Három független bizonyíték is arra utal, hogy a triász korallok szimbiózisban és tápanyagszegény környezetben éltek. A kutatók össze tudták kapcsolni a 200 millió évvel ezelőtti környezeti feltételeket a korallok evolúciójával. A kutatás során használt korallok Törökországból származtak, Antalya hegyvidékes területéről. A rendkívül jó megtartású korallok egykor a Tethys-óceán sekélytengeri vizeit népesítették be. Az ősmaradvány anyagban annak nyomait is megtalálták a paleontológusok, hogy körülbelül 205 millió évvel ezelőtt nagyon jelentősen megnőtt a korallzátonyok elterjedése a Földön. Ez egybeesik a korallnövekedés fellendülésével, ami a szimbiózis kialakulására vezethető vissza.

derStandard.at

(2016. november 3.)

NEM FELTÉTLENÜL ROSSZ JEL A SÁRGA BŐR

Ha a bőr sárgásan elszíneződik, hátterében sokan tévesen betegséget gyanítanak. Ráadásul az érintettek többnyire nagyon vékonyak. Mérsékelten emelkedett bilirubin szintű egyénekről van szó, a jelenséget Gilbert-kórnak nevezik.

Az európaiak körülbelül 5–10 százaléka „szenved" Gilbert-kórban – ,illetve nem szenved, mert eltekintve a testsúlytól és bőrszíntől, alig vannak tünetei, a legkevesebben tudnak egyáltalán erről a kórról – magyarázza *Karl-Heinz Wagner* a Bécsi Egyetem Táplálkozástudományi Tanszékének munkatársa.

Minden ember szerveztében megtalálható a bilirubin, ami nem más, mint a vörösvérsejtek pigmentjének, a hemoglobinnak a bomlásterméke, amely például abban játszik szerepet, hogy egy kék színű bevérzés a gyógyulás során lassan sárgára színeződik. A májban a bilirubint az enzimek vízben oldhatóvá alakítják, végül a széklettel kiválasztódik.

Wagner egy kék folt segítségével mutatja be, hogyan bomlik le az emberi szervezetben a bilirubin: egy hematóma, vérömleny kék elszíneződése a vastól származik. A vörösvértestek lebomlásával a folt kissé türkiz színűvé válik – ez a biliverdin. Végül marad a bilirubin és a korábban kék folt sárga lesz.

A Gilbert-kórós embereknél ezek az enzimek és ezzel a májon keresztül történő lebontás csak 30–40 százalékosan működik. Genetikai hibáról van szó, amely csak 18–19 éves korban a vér mérsékelten emelkedett bilirubin-szintjében, valamint a tipikusan sárgás bőrben nyilvánul meg.

Mindez akkor válik veszélyessé, ha a bilirubint lebontó enzimek egyáltalán nem működnek. A vér egy bizonyos bilirubin-koncentrációja esetén ugyanis a bilirubin az agyba kerülhet, ahol toxikus hatást fejt ki – igaz ugyan, hogy ez nagyon ritka. Csecsemőknél előfordul, hogy az enzim csupán néhány nappal a születés után emelkedik, ezért a bilirubin felhalmozódhat a vérben, ami újszülöttkori sárgaságot vált ki. Ha a bilirubin átlép az úgynevezett vér-agy gáton, az legrosszabb esetben akár végzetes is lehet. Wagner szerint ez is lehet az oka annak, miért van rossz híre a bilirubinnak az orvosok körében, illetve ezért fordulhat elő, hogy a Gilbert-kórt tévesen betegségként diagnosztizálják.

Wagner és kutatócsapata egy tanulmányban számol be arról, hogy a bilirubin mérsékelten emelkedett koncentrációban pozitív hatással van – mégpedig több szempontból is. Több kísérleti személy energia-anyagcseréjét vizsgálták meg és kimutatták, hogy az energia-anyagcsere Gilbert-kóros egyéneknél hatékonyabban működik, mint a kontrollcsoportban: következésképpen a BMI (testtömeg-index) és a koleszterinszint alacsonyabbak, a zsír- és cukor-anyagcsere jobb, így például a cukorbetegségben vagy CVD-ben (kardiovaszkuláris betegség) való megbetegedés kockázata csekélyebb. Ezen kívül úgy tűnik, hogy az emelkedett bilirubin-szint kedvezően befolyásolja az idősek anyagcseréjét: a korral járó betegségek ugyanis ritkábban fordulnak elő. Sajnálatos viszont, hogy a bilirubin-szint a tudomány jelenlegi állása szerint még nem szabályozható – vagy Gilbert-kóros valaki, vagy sem.

A vizsgálatok tehát arra az eredményre jutottak, hogy a bilirubin – közepes koncentrációban – jó. De hogyan lehet a bilirubin-szintet mesterségesen emelni? A bilirubin szinte alig oldódik, ezért gyakorlatilag egyáltalán nem szívódik fel a bél nyálkahártyáján keresztül a vérbe. Ezért a kutatócsapat most azzal a kérdéssel foglalkozik, hogyan emelhető diétával – például bizonyos zöldségfajtákkal –, vagy bizonyos enzimek átalakításával a májban a bilirubin szintje.

Egy másik, a Bilihealth című tanulmány a bilirubinnal való öregedést vizsgálja, melynek középpontjában a telomerek, a kromoszómák végei, vagy védőkupakjai állnak. Ismert, hogy ezek hossza összefüggésbe hozható a várható élettartammal. Tudjuk például, hogy a diabéteszben, szívinfarktusban vagy rákban szenvedő egyének telomerei rövidebbek. A tanulmány egyik központi megállapítása szerint a Gilbert-kóros egyének telomerei valóban hosszabbak.

Egy másik érdekes megállapított tény, hogy azoknál az embereknél, akiknek a bilirubin-szintje emelkedett, az oxidatív stressz alacsonyabb, vagyis jobban védettek a sejt és DNS-károsodásokkal szemben, melyek ugyancsak az öregedés folyamatát és a várható élettartamot befolyásolják.

Ezeket a különböző puzzle-darabokat szeretné Wagner összekapcsolni. Tisztázásra vár ugyanis, hogy miként működnek együtt az egyes alkotórészek és milyen mechanizmus áll mögötte. Ami azonban már most biztos: a bilirubin klinikai jellemzője a hosszabb és egészségesebb életnek. És nagyon fontos, hogy az orvosok támogassák ezt a markert.

Bár a bilirubin nyilvánvalóan jelentős hatással van az emberre, még mindig alábecsülik. Wagner következő projektjében a bilirubin és bizonyos rákos megbetegedések közötti összefüggést fogja vizsgálni.

Geophysical Research Letters
AN AGU JOURNAL

A RAINBOW BRIDGE REZONANCIÁI

(2016. szeptember 21.)

Ember alkotta tárgyak, építmények esetében régóta ismert és biztonsági okokból tüzetesen vizsgált jelenség a rezgések hatása a tárgyakra, azonban természeti képződmények esetében eddig nem történtek alaposabb kutatások.

A Geophysical Research Letters egy új tanulmányt fogadott el közlésre, amelyet *Jeffrey R. Moore*, a Utah Egyetem (Salt Lake City, USA) geofizikus professzora vezette kutatócsoport készített. A kutatásuk alanya a Utah állam déli részén található Rainbow Bridge (Szivárvány-híd) természetes homokkőképződmény volt, amely a világ egyik legnagyobb, de ikonikus tájképi elemként mindenképp a legismertebb kőhídja. Geológiai értelemben rövid élettartamúak az ilyen képződmények, azonban így is fontos megérteni, hogy milyen folyamatok játszanak szerepet a pusztulásukban, s e folyamatokon belül mi a szerepe az emberi aktivitásnak.

A kőhídtól néhány kilométerre fekszik a Colorado folyó vizéből mesterségesen duzzasztott Powell-tó, amely korábban egészen a kőhídig elért, azonban az elmúlt évek csapadékszegény időjárása miatt a Colorado vízszintjének csökkenésével visszahúzódott. A tó közvetlen hatását a környező sziklaképződményekre már vizsgálták korábban is, azonban ezek a vizsgálatok nem terjedtek ki a rezonancia jelenségére.

Mivel a kőhíd szent hely több környékbeli indián törzs számára is, a kutatásokat azzal kezdték, hogy engedélyt kértek tőlük,

A Rainbow Bridge

ezután pedig szeizmométereket helyeztek el a híd ívén, illetve annak környezetében a talajon és a dombtetőn a rezonanciavizsgálatok céljából. Az íven, illetve a környezetében lévő műszerek adatait összevetve kiszűrték azokat a vibrációkat, amelyek a kőhíd szerkezetében jelentkeztek. A műszerekkel nyolc, különböző vibrációs módust detektáltak 1 és 6 Hz közti tartományban, köztük egy szokatlan csúcsot találtak 0,9 – 1,8 Hz között, amelynek az eredetére nem volt magyarázatuk.

A tapasztalt rezgések részben természetes eredetűek, részben pedig az emberi tevékenység következményei voltak. Természetes okból kialakuló rezgéseket kelt például a széljárás, a földrengések; emberi tevékenységből fakadó vibrációt okoz a felszíni közlekedés, a repülőgépek, robbantások lökéshullámai, építkezések, illetve a mesterséges földrengések. A helyszíni méréseket 22 órán keresztül folytatták, mivel a híd nagy látogatottságú helyszín, így ennél hosszabb időre nem volt lehetőség. A kapott adatokból a zaj kiszűréséhez 112, Utah államban hosszú ideje működő szeizmikus mérőállomás adatait használták fel. Az adatok szűrése után kiderült, hogy a 0,9–1,8 Hz tartományt mindazon helyszíneken ki lehetett mutatni, ahol a mérőállomás néhány kilométeres körzetében nagyobb tó található. A mérés ideje alatt szélsebesség-adatokat is gyűjtöttek a helyszínen elhelyezett szélmérőkkel, s kiderült, hogy a tóból származó rezgések összefüggenek a széllel, és a szélcsendes órák alatt jelentősen visszaesett ezen rezgéstartomány aktivitása, míg a többi változatlanul jelen volt. A mérési időszak során három földrengést tudtak kimutatni a híd rezgéseiben, ebből kettő közeli, kis magnitúdós (M1,5 és M1,7) rengés volt, míg a harmadik egy Oklahoma államban mesterségesen keltett földrengés volt. A két közeli rengés magasabb frekvenciájú rezonanciákat okozott, a távoli viszont 1 Hz körüli tartományút.

A híd rezgésének alapfrekvenciája 1,1 Hz körül van, és hét további, különböző módust azonosítottak a rezgésekben 1 és 6 Hz közt. A közeli mesterséges tó keltette rezgések és a távoli mesterséges földrengés vibrációja is egybeestek a kőhíd természetes rezgésével, így az emberi tevékenység miatt olyan rezonancia alakult ki a kőhíd szerkezetében, ami lerövidítheti a geológiai képződmény élettartamát. Természetesen mindezen emberi eredetű rezgések hosszú távú hatásai egyelőre ismeretlenek, de feltételezhető, hogy a hasonlóan sérülékeny természeti csodák kritikus pontjain, repedésein át a szerkezetüket tovább gyengítve hozzájárulnak a képződmény összeomlásához, így e mikrorezgéseket illetően részletesebb jövőbeni vizsgálatok is szükségesek.

A kutatócsoport elkészítette a kőhíd 3D modelljét is, helyszínen készített fényképsorozatok, a hidat alkotó homokkő sűrűségi adatai, valamint a híd ismert természetes sziklarepedéseinek felhasználásával. A detektált rezgéseket és az általuk keltett szerkezeti elmozdulásokat később ezen a modellen vizsgálták tovább, azután összevetették a helyszíni adatsorból matematikailag kimutatott rezonanciákat a modellen lefuttatott rezgések keltette rezonanciákkal, s igen jó egyezést találtak. Ennek köszönhetően a 3D modell segítségével megbízható információkat tudtak kinyerni és további események vizsgálatára is alkalmas lehet.

1977 óta összesen 43 kőív, illetve kőhíd is összeomlott Utah állam geológiai csodákról híres nemzeti parkjaiban, kis részben vandalizmus miatt, nagyobb részben viszont a természetes erózió hatására. A friss tanulmány felhívja a figyelmet arra, hogy az eleve igen sérülékeny képződmények állapotát tovább rontja az emberi tevékenység keltette vibráció.

ADÓ 1% FELHÍVÁS

A tavalyi évben 541 060 Ft felajánlást kapott a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, melyet az ismeretterjesztés népszerűsítésére fordítottunk.

Köszönjük az Ön múlt évi felajánlását!

Köszönettel: A Kiadó

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

Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
Adószám: 19002457-2-42

„Sohasem azt tanítjuk, amit tanítunk”

A középiskolai matematikatanítás reformjának történetéből

SURÁNYI LÁSZLÓ

Tíz éve, 2006. december 8-án halt meg apám, *Surányi János*. Ez alkalomból a Természet Világa írást kért tőlem. Sokáig haboztam, hogy a felkérésnek eleget tegyek-e, hiszen nyilván nem vagyok objektív. Végül rábeszélésre elvállaltam. Az objektív adatokat aránylag könnyű leírni. A legfontosabbak: 1945–1948 között a Szegedi Tudományegyetemen, 1949–1950-ben a Neveléstudományi Intézetben, majd 1950-től nyugdíjba vonulásáig az ELTE TTK Algebra és Számelmélet Tanszékén dolgozik, 1960-tól egyetemi tanárként, 1976–1988 között a tanszék vezetője. Hosszú időn át a Bolyai János Matematikai Társulat (BJMT) főtitkára, majd elnöke, egyben a Középiskolai Matematikai Lapok (KöMaL) egyik háború utáni újraindítója és 1970-ig főszerkesztője. Emellett a magyar középiskolai matematikatanítás megújításának egyik úttörője és szervezője, akit előbb az ICMI (International Commission on Mathematical Instruction) tagjának, majd alelnökének is megválasztottak. Mindkét magyarországi Matematikai Diákolimpia szervező bizottságának elnöke volt. Az igazán lényeges ezután következik: annak bemutatása, hogy mindez milyen magatartás, milyen elvek és milyen élet eredménye. Ehhez azt az utat választottam, hogy dokumentumokra, leveleire, a vele készült interjúkra, valamint pályájának egy-egy vetületét nálam jobban ismerők emlékeire támaszkodva írok apámról.[1] Nem tudományos munkásságát és életútját akarom bemutatni, hanem főleg a magyar matematikai közéletnek a II. világháború utáni megújításában és a középiskolai matematikatanítás reformtörekvéseiben játszott szerepét, valamint ezek emberi, etikai, szellemi hátterét.

A családi-szellemi háttér

1918-ban született, apja, Surányi Ede tüdőgyógyász a II. világháború előtt Kálban (Heves megye) volt körzeti orvos. Anyja, Gráber Kornélia tanítónő. A szülők a Galilei-körben ismerkedtek meg. Apám és ikertestvére, Surányi Péter az általános iskolát Kálban végezték, majd a budapesti Mátyás Király Reálgimnáziumban tanultak, itt is érettségiztek. A tanév során nagynénjüknél, az individuál-pszichológus Bíró Lipótnénál laktak, annak két gyermekével, Bíró Gáborral és Endrével. Utóbbi neves biokémikus professzor lett, emellett Joyce szinte fordíthatatlan regényéből, a *Finnegans Wake*-ből is ő fordított magyarra először egy válogatást[2]. A nyarat aztán a négy fiú Kálban töltötte, ahol gyakran megfordult apámék anyai nagynénje, Gráber Margit festőművész és – rövid ideig – férje, Perlrott Csaba Vilmos, aki szintén festő, a magyar „Vadak” egyik legmarkánsabb képviselője. Mindketten nagy hatással voltak apámra. . Az unokatestvéreken keresztül került kapcsolatba a filozófus és rajzművész Szabó Lajossal, aki fiatal korának egyik mentora volt. Tervezte, hogy Szabó *Adalékok a halmazelmélet kérdéseihez* c. írását a szakmatematikusoknak szóló előszóval látja el és így kiadja.[3]

Surányi János (1918–2006)

Apámat a matematika már általános iskolás korában elragadta. Elmondása szerint harmadikos korában lenyűgözte, hogy *bizonyítani* lehet azt, hogy a háromszög szögösszege 180°. Ez a pontosság vagy gondolati szigor(úság) volt az egyik pólusa a matematika iránti vonzódásának. De volt egy ellenpólus is, amit apám *Péter Rózsa* megfogalmazásában szeretett idézni: „Én nem azért szeretem a matematikát, mert – így mesélték nekem – alkalmazni lehet a technikában, hanem azért, mert szép. Mert *játékos kedvében* teremtette az ember”.[4] A játékosság a legelemibb szinten is fontos volt apámnak. Ha külföldre utazott, mindig meglepően egyszerű, mégis varázslatos játékokkal tért haza, ebben különös örömét lelte. De a játékosság mélyebb formái iránt is nagyon vonzódott. Kedvelte a festészetben is – családjában festők vették körül, anyjának is rajztanárnői képesítése volt és művészi értékű hímzéseket készített, Endre unokatestvérének felesége, Gedő Ilka is nagyszerű festő. Apám is jól rajzolt. Nagy versolvasó is volt és sok verset tudott kívülről. (Nagyon lassan olvasott; közös olvasásnál sokáig kellett várni, amíg ő is eljut az oldal aljára. De, amit elolvasott, azt néha elsőre meg is tanulta.) Ha egy versre azt mondta, hogy „erős”, ez egyfajta elismerést jelentett akkor is, ha különben a vers „irányával” nem rokonszenvezett. Hozzá azok a költők álltak közel, akiknél a komolysághoz játékosság is vegyült. Végül, de nem utolsó-, hanem elsősorban, a matematika éppen azért vonzotta annyira, mert ott szétválaszthatatlanul együtt volt a játék és a gondolati szigorúság. Didaktikai munkásságának is az volt a célja, hogy ezt a kettősséget és a belőle származó örömérzést át tudja adni. *Laczkovich Miklós*, aki közelinek érezte magához apámat, a szelídsége mellett a kulturális tágasságát emelte ki: „kedves ember volt, érdekes ember volt, nagy tudású ember volt. A kultúrára gondolok. Ki volt még, akitől tanulni lehetett volna nemcsak matematikát, miután *Rényi* meghalt, *Péter Rózsa* elkerült a tanszékről? … Beszélgettünk mindenféléről. Mikről? Mindenről.”

1 Köszönetet mondok Kalmár Évának, Freud Róbertnek, Laczkovich Miklósnak, Laczkó Lászlónak, Pelikán Józsefnek, Pósa Lajosnak és Sárközy Andrásnak, hogy időt szakítottak az interjúkra. Külön köszönet illeti Halmos Istvánnét, azaz Halmos Marit, aki az interjú mellett dokumentumokkal és sok-sok adattal, emlékkel is segített.

2 James Joyce, Finnegan ébredése, részletek. Ford., bevezetővel és jegyzetekkel ellátta Bíró Endre, Holnap Kiadó, 1992. A könyvet – amelyből részleteket korábban csak a párizsi Magyar Műhely közölt – Bíró Endre Szabó Lajos emlékének ajánlotta

3 Az erről folyt levelezésnek csak az elejét ismerjük. Az írás végül csak nagy késéssel, jóval a szerző 1967-ben bekövetkezett halála után, 1989-ben, az Életünk c. folyóiratban jelent meg. http://lajosszabo.com/SZL/Adalekok_a_HE_kerdeseihez_01.pdf

4 Kiemelés tőlem, SL. Az idézet vége: „és a legnagyobb játékra is képes: megfoghatóvá tudja tenni a végtelent.” Péter Rózsa, Játék a végtelennel, Dante könyvkiadó, 1944; 3.

A fiatalkor és a megismerkedés Kalmárral

A pedagógia fontosságát már az iskolában megtapasztalta. Erről így számol be: „A gimnázium, ami régen nyolcosztályos volt, számomra rosszul kezdődött. Első két osztályban hibátlan dolgozataim sorra elégségesek lettek. Nagyon bosszantott a dolog, és (bár ez tilos volt) egy dolgozatjavítás alkalmából hazavittem a füzetemet. Otthon megmutattam a nagynénémnek, aki néhány nap múlva bement az iskolába érdeklődni. A dolgozatról sem ő, sem a tanár nem szólt semmit. Év végén viszont, ki tudja miért, jelest kaptam. Később megtudtam, hogy a tanár többször állt ideggyógyászati kezelés alatt. Azután egy új tanárt kaptunk, aki igencsak igazságos valaki hírében állt. Nagyon meg akartam mutatni mit tudok." Az első félévben számolási hibáktól hemzsegtek a dolgozatai. Viszont a tanár sose hívta ki felelni, így nem tudott javítani. Rettentő szorongva várta a félévi bizonyítványt, hogy akkor most megint rossz jegyet kap matematikából, és meglepve látta a jelest. A tanárnak nyilván nem volt szüksége rá, hogy feleltesse, az órai munka alapján világos volt számára, hogy milyen jó matematikából. A történet vége: „Ezután már nem volt ‚jó'-nál rosszabb dolgozatom".[5]

1936-ban, a gimnázium befejezése után apám az ELTE matematika szakára jelentkezett, de kétszer sem vették fel[6], így végül Szegeden ún. „keresztfélévesként" kezdte meg tanulmányait. „Azt gondoltam, ha Szegeden sikeresen dolgozom, akkor majd átkerülhetek Pestre. Egy félév után már eszembe se jutott elmenni Szegedről. Az évfolyamban összesen hatan voltunk, így mindegyikünkkel személyesen tudtak foglalkozni. Sok kellemes élményről számolhatnék be", mondja előbb idézett visszaemlékezéseiben. Nemcsak a matematika, hanem a filozófia is érdekelte, így amikor a könyvtárban meglátta Hilbert és Ackermann logikáját, azt mondta magában: „Hilbert matematikus, a logika filozófia", így hát hazavitte és – a kötelezőkkel ellentétben – ezt ki is olvasta. Így fedezte fel magának az akkor még feljövőben levő kutatási ágat, majd annak a korban legkimagaslóbb magyar képviselőjét, a Szegeden tanító *Kalmár László*t. Ez sokszorosan telitalálatnak bizonyult. Nála szakdolgozott és doktorált, és az ún. eldöntésproblémáról később sok közös cikket is publikáltak. Ám Kalmár hatása ennél lényegesen mélyebbnek és tartósabbnak bizonyult. Nemcsak a logika kötötte őket össze, hanem szinte családi kapcsolat is kialakult közöttük. Egy 47-es, *Szabó Lajos*nak írt levelében, amelyben a számfogalom kialakulására és az egyszeregy elsajátítására vonatkozó gondolatait írja le, Kalmár lányát, Évát hozza példaként. A szoros családi kapcsolatról a *Kalmárium II*-ben megjelent pontosan százoldalnyi levelezésük is tanúskodik.[7] Apám nagyon várta ezt a kötetet, sajnos már nem élhette meg, hogy annak borítóján is az a levele olvasható, amellyel első publikációját Kalmárnak ajánlja. Kalmárral a tanítás iránti mély elkötelezettség, a didaktikai és pedagógiai érdeklődés is összekötötte. Valószínűleg Kalmár révén ismerkedett meg *Karácsony Sándor*ral és körével[8], köztük *Varga Tamás*sal. És szintén Kalmáron keresztül ismerkedhetett meg *Péter Rózsá*val és *Gallai*val, csupa olyan név, akik később fontos szerepet játszanak a matematikatanítás megújításáért folytatott harcban.

A világháború utáni újrakezdés

A világháború alatt apám két és fél évig volt munkaszolgálatban, majd német táborban, végül magyar szükségkórházban („flektífusz" miatt). Hazatérve szinte belevetette magát a matematikába. Szervezte a matematikai közéletet, így egyik motorja volt a Bolyai János Matematikai Társulat újjászervezésének és a tanulmányi versenyek újraindításának, ill. megindításának. A „Társulat" szó az ő esetében nagyon pontosan kifejezi azt, ahogyan a matematikai közélethez viszonyult. Az intézményi lét csak azért volt fontos a számára, hogy keretet adjon egy barátságos közéletnek, ahol az emberek otthon érezhetik magukat, otthonos körülmények között beszélhetik meg problémáikat, és teret adjon az előremutató kezdeményezéseknek. Ezt képviselte a Társulat főtitkáraként, majd elnökeként is. A diktatúra alatt azután a Társulat mint intézmény is jelentős védelmet jelentett a matematikus társadalomnak.

1947-ben a Társulat keretén belül újítják meg *Soós Paulá*val a Középiskolai Matematikai Lapokat. Energikus szervezőmunkája eredményeként újra indul az Eötvös-verseny (1949 óta korábbi szervezőjéről Kürschák József Matematikai Tanulóversenynek nevezik, és máig minden évben megrendezik). Hogy a szervezés milyen mértékig ráhárult, arról a maga jellegzetes módján így számol be egy levelében: a KöMaL „most már a megvalósulás közelében van. Elkezdtem még akkor piszkálni a társaságot, hogy mikor akarják az októberi tanulóversenyt elkezdeni szervezni. Végül is most Pesten összeszedtem feladatnak valókat, megbeszéltük ott, hogy ki legyen a bizottság, megbeszéltük itt (értsd mindenkinek a nyakára mentem és mondtam, hogy a többiekkel ebben állapodtam meg), aztán az elnök szétküldtem a választmányi ülés meghívóit, a főtitkár összeállítottam a tárgysorozatot stb. Így szombaton választmányi ülés lesz, mely elvállalja a középiskolai lap kiadását, kiküldi a verseny bíráló bizottságát, melyben már előre meg fogom hirdetni a versenyt a lapokban okt. 25-re. Szóval így él a társulat és nem élek én." Valójában ezekben a szervezési munkákban is ő élt: érzelmileg nagyon kötődött nemcsak a Társulathoz, hanem közelebbről a KöMaL-hoz is, csakúgy, mint a Kürschák-versenyhez. A KöMaL-ban ismerte meg sok későbbi jó barátja nevét. Sokat emlegette például a korán meghalt *Szele Tibor*t (lásd a mellékelt levelezőlapot). Ugyanilyen személyes ügye volt a Kürschák-verseny is, amelynek feladatai és megoldásai kiadásában mindvégig fontos szerepet játszott, és a többi szerzőtárs (*Kürschák, Neukomm Gyula* és *Hajós György*) halála után egyedül folytatta szinte a haláláig.[9] A versenybizottságnak kezdettől tagja, majd Hajós 1972-ben bekövetkezett halála után évekig az elnöke volt. Szimbolikus, hogy 2006-ban épp a verseny eredményhirdetésének napján halt meg. Hatvan év alatt korábban talán egyszer fordult elő, hogy egészségi okokból nem tudott jelen lenni az eredményhirdetésen. A bizottságban végzett munkáját *Urbán János*, a nagyszerű tanár apám sírjánál tartott gyászbeszédében szemléletformálónak nevezte. Ebbe nyilván beleértette azt a magától értetődő demokratikus habitust, ami közös is volt bennük, s amelyet jól jellemez az, amiért apám e versenyhez különösen kötődött. Végig fontosnak tartotta, hogy itt csakis olyan feladatok szerepeljenek, amelyekhez nem kell több tudás, mint amit egy átlagos gimnázium nyújt. (A mai, sokkal feszítettebb körülmények között ez a szempont a versenyen sajnos lassan háttérbe szorul.) Ugyanennek a habitusának egy másik megnyilvánulása, hogy a munkaszolgálat alatt – az emberséges századparancsnokuk révén – megszervezik, hogy kijárjanak a faluba az ottani diákokat felké-

5 Fried Ervinné, A tudományos munka és az oktatás összhangja egy életút során – Beszélgetés Surányi Jánossal. KöMaL, 2003/12 http://www.komal.hu/cikkek/2003-12/suranyi/suranyi.h.shtml

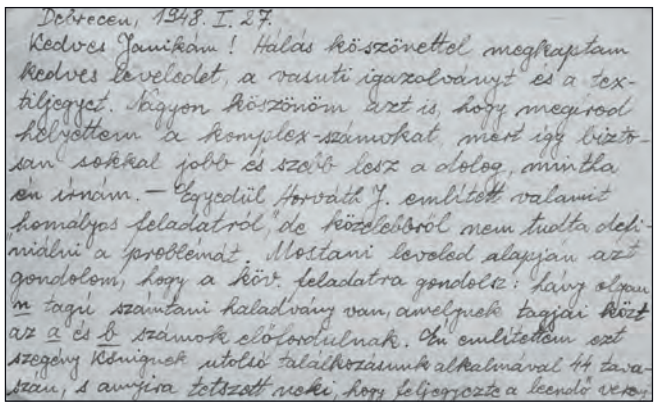
6 Mint később megtudta, „politikai okokból", amit az ő esetében nehéz értelmezni, valószínűleg összekeverték valakivel.

7 Szabó Péter Gábor (szerk.), Kalmárium II. Kalmár László levelezése magyar matematikusokkal. Polygon, Szeged, 2008. 268–367.

8 Karácsony Sándor (1891–1952), pedagógus és gondolkodó, a harmincas évektől egyre jobban ismerik, a témánk szempontjából elsősorban azért fontos, mert a diákok önálló gondolkodásának jelentőségét hangsúlyozza műveiben. Szerinte a nevelés kulcsa „a másik ember". A Karácsony-kör egyik 46-os rendezvényére írt hozzászólásáról apám részletesen beszámol egy Szabó Lajosnak írt levelében. A kör szegedi tagjai sokszor Kalmár lakásán gyűltek össze.

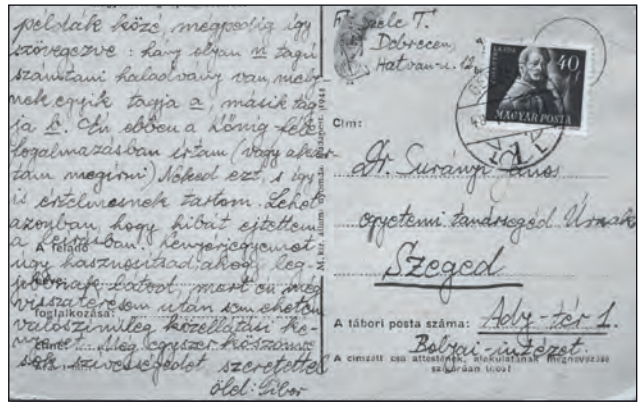
9 Matematikai versenytételek. Az első két kötetet még Neukommal és Hajóssal közösen adták ki, a III. és IV. kötet már egyedül apám munkája.

szíteni vizsgáikra. Apám németet, és ha jól emlékszem elbeszélésére, latint is tanított. A felszabadulás után pedig nem tartotta rangján alulinak, hogy ún. szakérettségiseket tanítson. (Ez a magatartás akkor egyébként sokak számára természetes volt.) Viselkedését sosem az éppen aktuális rangja, hanem mindig a jóindulat, a barátságosság és a segítő szándék határozta meg. (Néha gondolatot is feltételeznünk kell, írja. A viták Kalmár „expozéjából" nőnek ki, amit ők ketten aztán fiatalos hévvel, behatóan megvitatnak. Azért is tanulságos olvasni ezeket a beszámolókat, mert kitetszik belőlük, hogy akkoriban a matematikusok között (is) mennyire magától értetődőek voltak a világnézeti tisztázó viták. A „fordulat éve" után az ilyen viták, beszélgetések, ha egyáltalán évtizedekig készítette fel a Nemzetközi Matematikai Diákolimpia magyar csapatát, ezt mondta: „Először középiskolához közel eső dolgokról Surányi János professzortól hallottam… *Elemi matematika* című gyakorlatában fordultak elő először olyan feladatok, amik a középiskolához közel álltak".[11] Később ezeket a kurzusokat elvették tőle, amit fájdalommal vett tudomásul.



Debrecen, 1948. I. 27.

Kedves Jancikám! Hálás köszönettel megkaptam kedves leveledet, a vasúti igazolványt és a textiljegyet. Nagyon köszönöm azt is, hogy megírod kölyöttem a komplex-számokat. Most így biztosan sokkal jobb és szebb lesz a dolog, mintha én írnám. — Egyedül Horváth J. említett valamit homályos feladatról, de közelebbről nem tudta definiálni a problémát. Mostani leveled alapján azt gondolom, hogy a kör. feladatra gondolsz: Hány olyan n tagú számtani haladvány van, amelynek tagjai közt az a és b számok előfordulnak. Ön említettem ezt szegény Könignek utolsó találkozásunk alkalmával 14 tavaszán, s annyira tetszett neki, hogy feljegyezte a leendő ver-



példák közé, megpróbálja így összegezve: Hány olyan n tagú számtani haladvány van, melynek egyik tagja a, másik tagja b. Ön ebben a König-féle logalmazásban értem (vagy akartam megírni). Neked ezt, s így is értelmesnek tartom. Csak azonban, hogy hibát ejtettem a feladat-ban. Tervezgetésemet úgy használnád-akkor legjobban-talán mert én még vissza-tértem után sem ehetem Foglalkozása: valószínűleg közellátási ke- Címe: ... Még egyszer köszönöm szíves levelét szeretettel ölel: Tibor

Szele T.
Debrecen
Hatvan u. 12

MAGYAR POSTA

Cím:

Dr. Surányi János

egyetemi tanársegéd Úrnak

Szeged

A tábori posta száma: Ady-tér 1.

Bolyai-intézet.

A címzett cső attestének, tiskulatának megnyomása szükséges tilos!

Szele Tibor levele

olyankor sem tudta rangját érvényesíteni, amikor ezzel jót tett volna az általa képviselt ügynek.) Amikor már professzorként is egyre energikusabban foglalkozott a matematikatanítás problémáival, akkor sem jutott eszébe ezt a tevékenységét „leereszkedésként" értelmezni.

Az idézett levél címzettje a már említett Szabó Lajos. Ő 46-tól Pesten magánszeminériumokat tartott[10], s ezekre apám is eljárt, ha éppen Pesten volt. Máskor unokatestvére, Endre számolt be neki hosszú levelekben az itt zajló vitákról. Később, apám Budapestre költözése után, kettőjüknek is tartott szemináriumot. Apám szegedi elméleti vitáiról a Szabónak írt levelekből értesülhetünk. E levelek arról tanúskodnak, hogy az otthonról „kapott" harcos ateista-szabadgondolkodó magatartás ellenpólusaként fontos volt neki az a támogatás, amit a szintén szabadgondolkodó, de teista Szabó Lajos nyújtott e vitáihoz. A levelekben beszámol a „Bubával", azaz *Rényi Alfréd*dal Szegeden folytatott elméleti vitáiról. Az ő lényegében materialista és empirista álláspontjával szemben apám azt képviseli, hogy gondolat és anyag, elmélet és tapasztalat sosem választható el egymástól, mindig ugyanannak az egy valóságnak a két oldala. Amilyen szintű tapasztalatot feltételezünk, olyan szintű voltak, a közéletből visszaszorultak a magánéletbe. A közéletbe éppen a matematika-pedagógiai vonalon lopakodtak vissza, és ami nyilvánosan megmaradt belőlük, az mintegy oda „csatornázódott be".

Ennek megfelelően a Bíró Endrével és Szabó Lajossal folytatott beszélgetéseknek kevésbé volt folytatása, mint a Rényivel és Kalmárral folyt vitáknak. Ez utóbbiaknak nemcsak önmagukban volt jelentőségük. Egyik kiváltója volt azoknak a törekvéseknek, amelyek a matematikatanítást akarták megújítani, s a diákok gondolkodásának felszabadítására irányultak – ez rögtön érthetővé teszi, hogy miért kellett akkora ideológiai ellenállással is megharcolnia e törekvéseknek. A viták hatását példázza a következő. Ismeretes, hogy Rényi az MTA Matematikai Kutatóintézet igazgatójaként később jelentős szerepet vállalt a matematikatanítás megújításáért folytatott küzdelemben, például amikor 1962-ben megalapította intézetében a Didaktikai Csoportot, amelyet apám vezetett. Erről még bővebben is szó lesz. Azt viszont csak az ezekről a vitákról beszámoló levelekből tudhatjuk, hogy éppen ezek során nyeri meg apám Rényit a pedagógiai és didaktikai újítások fontossága számára.

Oktatói pályája

1945 szeptemberétől 1948-ig a Szegedi Egyetemen tanársegéd, majd 1950-ben kerül az ELTE Algebra és Számelmélet Tanszékére. (Igazi szakterületének, a matematikai logikának nem volt tanszéke az egyetemen.) Másik nagy szenvedélye a matematikatanítás volt. Kurzusairól *Reiman István*, aki hosszú

Folyamatosan tanított számelméletet, olykor lineáris algebrát is. *Sárközy András* elmondta, hogy az ő szemináriumán ismerte meg azt az eredményt, amely meghatározója lett további munkásságának. Később együtt adták ki a mai napig használt számelméleti példatárat.[12] Nagy hatása volt az *Erdős Pál*lal közösen írt könyvének, a *Válogatott fejezetek a számelméletből* c. kötetnek. Számtalan alkalomra emlékszem, amikor részletesen átbeszélték a megírandókat (ha pedig Erdős külföldön volt, levelek sorát küldte a témában). A konkrét leírás persze apám dolga volt. Úgy tűnik, nagyon jól eltalálta azt a nyelvet, amelyen a matematika iránt igazán érdeklődő, de még nem mélyebben képzett tizenéves diákoknak el lehet mondani a számelmélet gimnáziumon már jócskán túlmutató tételeit is. „Ronggyá olvastam", mondja Laczkovich Miklós, sokak véleményét foglalva össze. *Lovász László*: „ennek a könyvnek csodaszépen leírt bizonyításaiból értettem meg igazán, mi is a matematika". Apám élete végéig gondozta, az új kiadásokra bővítette a könyvet (amíg Erdős élt, persze vele együtt). Sokáig tartott, amíg sikerült elérni, hogy angolul is kiadják.[13]

10 Szabó Lajos, Szemináriumi előadásai I., Typotex, 1997, valamint Tény és titok. Medium, 1999. 159–480. Mindkettő Kotányi Attila. és Kunszt György jegyzetei alapján közli az előadásokat. Némely előadásokról maradtak fenn jegyzetek apámtól is. A szeminárium keretében volt egy matematikaelméleti előadássorozat az ún. nyelvmatézisről. Érdekes módon ezekről eddig nem kerültek elő jegyzetek apám papírjai között.

11 Gordon Győri János – Halmos Mária – Munkácsy Katalin – Pálfalvi Józsefné, A matematikatanítás mestersége. Gondolat, 2007, 126.

12 Sárközy András – Surányi János, Számelmélet – feladatgyűjtemény. Tankönyvkiadó, 1977. Azóta többször is kiadták újra.

13 Erdős Pál – Surányi János, Válogatott fejezetek a számelméletből. Tankönyvkiadó, 1959. Második, bővített kiadás: Polygon, Szeged, 1996. angol kiadás: P. Erdős, J. Surányi, Topics in the theory of numbers, ford. Barry Guiduli, Springer, 2003, ISBN 0387953205

Jubileumi vándorgyűlés Szegeden, 1957-ben. Balról: Rédei László, mögötte Szőkefalvi-Nagy Béla, Hajós György (takarva), Surányi János. Jobb szélen Rényi Alfréd

Kandidátusi és akadémiai doktori értekezését az eldöntésproblémából írta, amelyet lényegében az ő eredményei „zártak le".[14] 1960-ban egyetemi tanárrá nevezik ki, majd Turán Pál halála után 1976-tól 1988-as nyugdíjba vonulásáig ő vezeti a tanszéket. Megint csak eleve demokratikus habitusára jellemző – és tegyük hozzá: ezzel korántsem volt egyedül, elég csak Erdős Pál, Péter Rózsa vagy Gallai Tibor nevét említeni –, hogy professzor létére sem derogált neki akár gimnazista diákok problémáival foglalkozni.[15] Lovász László így emlékezett erre gyászbeszédében: „Könyvének elolvasása és megszeretése után nem sokkal személyesen is beajánlottak hozzá, és rendszeresen eljártam a lakására, ahol számelméletre tanított, feladatokat mondott, olvasnivalót adott. Magyarázataiban mindig a lényeg kiemelésére törekedett, egy-egy bizonyítás kapcsán mindig azt is ecsetelte, hogy honnan származik a bizonyítás ötlete, hogyan lehet arra rájönni." „Furcsa volt, hogy magáz, de egyoldalú tegezésre nem volt hajlandó", emlékezett egy ilyen beszélgetésükre gimnazista korából Pósa Lajos.

Mire ő lett a tanszékvezető, a militáns pártvonal már szinte teljesen átvette a hatalmat a karon („az egy brutális helyzet, egy *Iskola a határon* szituáció volt", jellemezte Laczkovich a helyzetet). De ahol lehetett, apám megpróbált védekezni. A harcok idején barátai azzal vádolták, hogy túl sötéten látja a helyzetet, amire ő az ismert választ adta: ő nem pesszimista, hanem realista – és általában „bejöttek" a kellemetlen jóslatai. A harcok rengeteg energiáját elemésztették, otthon nagyon sokszor láttuk kétségbeesettnek és dühösnek. Ám a megkérdezett tanszéki kollégái szerint az egyetemen igen nyugodt, elfogadó légkört sugárzott maga körül. Úgy tűnik, az egyetem, azon belül a matematikusi közélet volt az igazi otthona. *Freud Róbert* szerint „joviális, elfogadó emberként nyugodtságot árasztott maga körül. Talán csak egyszer láttam sodrából kijönni. Tanszékvezetőként figyelmesen követte, kinek milyen problémája van a tanszéken". A tanszék neve szerint is „algebra és számelmélet tanszék", ő a számelmélethez értett, az algebrát a másik egyetemi tanárra, *Fried Ervin*re bízta azzal, hogy ott „azt csinálsz, amit akarsz, én majd tartom a hátam."[16] Volt benne egy nem elvi, hanem magától értetődő demokratizmus. Nem számított, hogy már professzor volt, hogy megválasztották az ICMI alelnökének,[17] hogy több nemzetközi didaktikai folyóirat szerkesztőbizottságába is meghívták, ő soha nem a rangját nézte. „Bármi extrát kértek tőle a hallgatók", mondja Freud Róbert, „pl. hogy külön időpontban tartson valamit, rögtön beleegyezett. Nem azért, mert kereste a hallgatók kegyét, hanem mert ez jött a természetéből."

A „Vándorgyűlés" és a didaktikai szemináriumok

A BJMT a mai napig nyaranta megszervezi a matematikatanárok Rátz László Vándorgyűlését. Apám ezen is ott volt, amíg egészségi állapota engedte. *Laczkó László*, aki 1971 óta tanít tagozaton is, írja le, hogy egy, a szöveges feladatokról tartott előadása után apám előbb megdicsérte azt, majd hosszan kiegészítette új gondolatokkal. Laczkót az nyűgözte le, hogy – mint fogalmazott – „ezeket a dolgokat, amik nem is egy professzornak a dolga", ő simán vállalta. „És hozzászólt olyan egyszerű kérdésekhez, hogy hogyan tanítsunk a középiskolában olyasmit, ami még csak nem is tagozatos, hanem normál osztályos tananyag." Ez is a belülről jövő demokratizmushoz tartozik: nem „felülről", professzorosan viszonyult a tanárok problémáihoz, hanem a magáénak tekintette azokat. „Én azt láttam, hogy nagyon jóindulatú, szerettem a környezetében lenni."

A 3. Nemzetközi Matematikai Diákolimpián (1961)

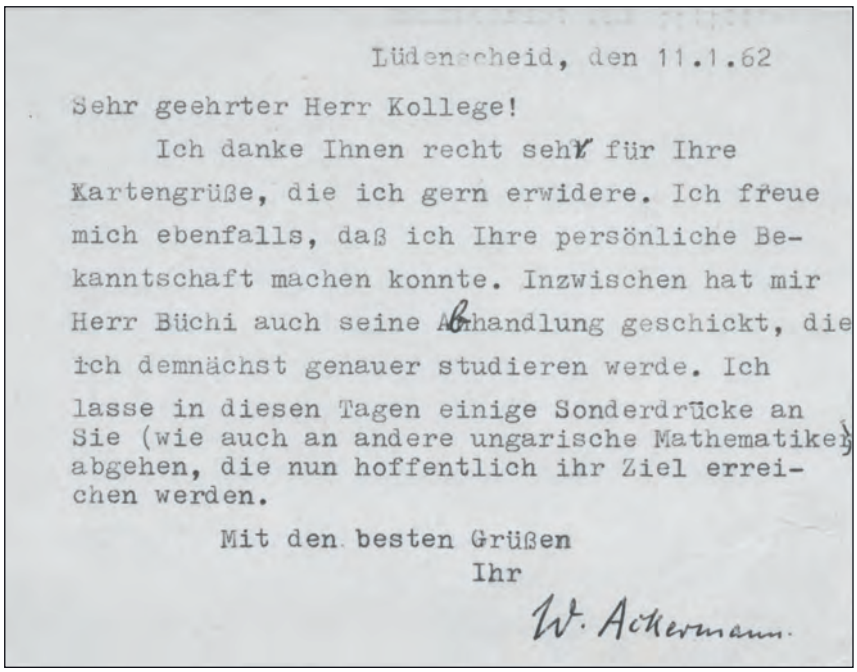
Ennek a – nemcsak apámra jellemző – belülről jövő demokratikus hozzáállásnak nagy szerepe volt abban, hogy a matematikatanítás megújítását már a negyvenes évek végétől „napirendre tűzte" egy sor egyetemi oktató és akadémiai kutató. Közöttük volt Péter Rózsa és Gallai Tibor. Ők ketten 1949-ben írtak egy I. és II. gimnazista tankönyvet, *Pálmay Lóránt* szerint a legjobbat. De nehéznek bizonyult, no, nem a diákoknak, hanem a tanároknak, tette hozzá. E könyv mellett, folytatta, „nagy hatással

14 Surányi János, Reduktionstheorie des Entscheidungsproblems im Prädikatenkalkül der ersten Stufe, Akadémiai Kiadó, Budapest, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1959.

15 Sárközy András említette, hogy apja csak azután egyezett bele, hogy matematikus szakra jelentkezzen, miután apám „megnézte" a fiút matematikából, majd az apának azt tanácsolta: „Senki nem lehet boldog, ha nem a szívének kedves pályát választja."

16 Fried Ervin megemlékezése: http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2007/tv0703/suranyi.html

17 „Talán nem is realizáljuk, milyen szerencsések voltunk, hogy a magyar matematikatanítást olyan tudós személyiség képviselte a nemzetközi porondon, mint Surányi János", mondta gyászbeszédében Lovász László.



Lüdenscheid, den 11.1.62

Sehr geehrter Herr Kollege!

Ich danke Ihnen recht sehr für Ihre Kartengrüße, die ich gern erwidere. Ich freue mich ebenfalls, daß ich Ihre persönliche Bekanntschaft machen konnte. Inzwischen hat mir Herr Büchi auch seine Abhandlung geschickt, die ich demnächst genauer studieren werde. Ich lasse in diesen Tagen einige Sonderdrücke an Sie (wie auch an andere ungarische Mathematiker) abgehen, die nun hoffentlich ihr Ziel erreichen werden.

Mit den besten Grüßen

Ihr

W. Ackermann.

Wilhelm Ackermann Surányi Jánosnak írt levele

Igen Tisztelt Kollega úr!
Nagyon köszönöm levelezőlapos üdvözletét és örömmel viszonzom. Annak is örülök, hogy személyesen megismerhettem. Közben Büchi úr elküldte az Ön értekezését, alaposan át fogom tanulmányozni. A napokban postázom néhány különnyomatomat Önnek (mint más magyar matematikusoknak is), ezúttal remélhetőleg meg is érkeznek majd.

Szívélyes üdvözlettel
az Ön

W. Ackermannja

[voltak] sokunkra Péter Rózsa, Surányi János, Varga Tamás pedagógiai elképzelései is." Minthogy mindhármukat erősen inspirálta Kalmár László, ezért *Halmos Mari* sarkító fogalmazása szerint a modern magyar matematikatanítás élharcosai „Kalmár László köpönyegéből bújtak elő". Ők, ahogy Pálmay fogalmaz, „a prelegáló tanítás helyett a gyerekek aktivitására építő tanítást sugalmazták". Ennek hatására, mondja, az évek során ő maga is sokat változtatott a tanítási stílusán. Pálmay őszinteségére és nyíltságára jellemző, ahogyan folytatja: „Ebből a szempontból veszélyes, ha az ember jól tud magyarázni. Így kevésbé aktivizálja az ember a diákokat; jól értették, amit magyaráztam, türelmes voltam, ha szóltak, hogy valamit nem értenek, akkor újra és újra elmondtam, és így is jól megvoltunk. Egy bizonyos idő kellett, mire rájöttem, hogy ha kevesebbet is végzek, hasznosabb, ha lehetőséget adok arra is, hogy ők maguk próbáljanak felfedezéseket tenni, ahelyett, hogy mindent elmagyaráznék."[18]

A történet azért is tanulságos, mert megmutatja, hogy aki a saját erényeiben biztos, az bátran tud tanulni abból, ha olyannal találkozik, ami új perspektívát ad a tanításának. Nem az erényeihez ragaszkodik, hanem a célhoz: a matematika megszerettetéséhez és a gyerekek szeretetéhez. Itt talán érdemes megemlíteni, hogy Pálmay magatartása apámék hatására nemcsak a saját tanítására vonatkozóan változott meg, hanem azt határozottan képviselte akkor is, amikor másokat kellett megvédenie. A „középiskolában örültem a dupla óráknak", mert ilyenkor „meg tudtam tenni azt, hogy az első órán felírtam feladatokat, utána meg járkáltam közöttük, és hagytam, hogy dolgozzanak", mondja önmagáról. Egyik tanítványa, *Táborné Vincze Márta* bemutató óráján történt, hogy az óra elején felírt egy feladatot. Ezután 40 percig látszólag semmi nem történt, csak járt fel s alá a diákok között, néha egy-két szót váltva velük, hol tartanak, hol, miért akadtak el. Az utolsó öt percben aztán peregtek a megoldások. Az óra után a látogató tanárok felháborodtak, hogy ez nem egy óra, ebből nincs mit tanulni. Pálmay Lóránt határozottan válaszolt: de igen, pontosan ebből lehet sokat tanulni.

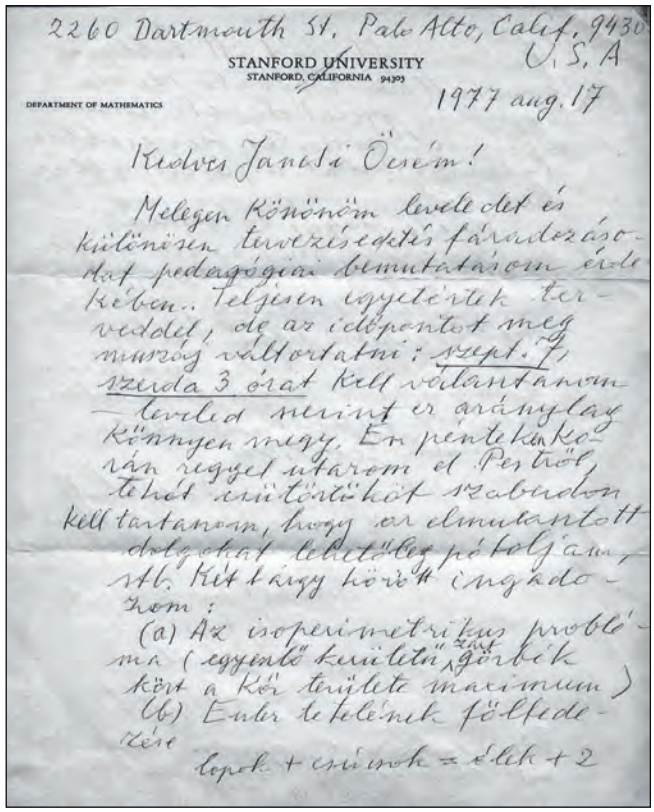
Hogy egy erős gondolat nagyon messzire elhat és megtalálja a rá fogékonyakat, arra Pálmay mellett egy másik nagy formátumú tanár, a Berzsenyi legendás tanára, később a rádióban a matematikát népszerűsítő adásairól híres *Herczeg János* is példa. Ő – szintén a rá jellemző önismerettel – így foglalja össze, amit tanult **tőle: bár eleinte „ke**ménykedett", néha buktatott is, ez „lassanként megváltozott, mert nagyjából egyetértek azzal, amit Surányi János professzor úrtól hallottam később: 'Ha Józsika megbukik matematikából, akkor Józsika matematikatanára megbukott matematikatanításból.' " Ez persze csak egy olyan társadalmi környezetben volt maradéktalanul igaz, ahol a tanulásnak nem volt olyan alacsony a társadalmi értéke, mint ma. Másrészt számba kell venni azt a sokszor értelmetlen követelményrendszert is, amelyet a matematikatanár kénytelen-kelletlen képvisel. Éppen ez alól a követelményrendszer alól akarta az új matematikatanítási mozgalom felszabadítani a tanárokat.

Herczeg leírja azt a tapasztalatot is, amelyet ismer minden kezdő tanár, akinek fontos, hogy a diákok mindent jól megértsenek. Épp ezért „le tud ragadni" egy témánál, ha az a diákoknak nehezen megy. Minél többet gyakoroltatjuk, annál nagyobb a görcs, **és ez annál nehe**zebben oldható. De „nincs olyan, hogy

Az Erdős–Surányi-könyv első kiadása

megtanítom", írja Herczeg. „Tanítom, és aztán menni kell tovább, vagy belerakódik valami a fejébe, vagy nem. Később majd úgyis valahol visszatér, és akkor hirtelen világosabb lesz. Később Surányitól hallottam, hogy '*sohasem azt tanítjuk, amit tanítunk*'. Azonnal bevettem a jelszavaim közé, mert akkorra már megtapasztaltam a saját vérverejtékemen, illetve a szegény gyerekekkel

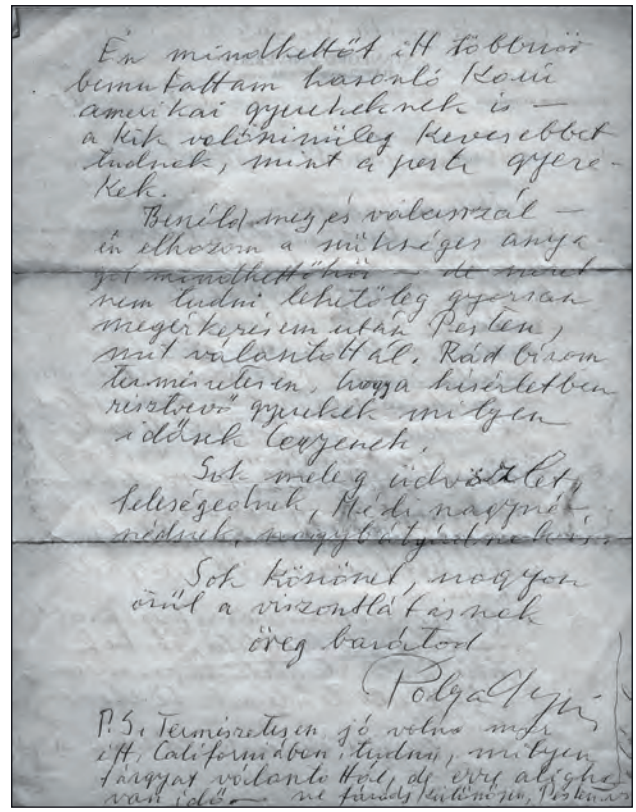
18 Az idézetek helye: A matematikatanítás mestersége. 35–62.



2260 Dartmouth St. Palo Alto, Calif. 9430
U. S. A
STANFORD UNIVERSITY
STANFORD, CALIFORNIA 94305
DEPARTMENT OF MATHEMATICS
1977 aug. 17

Kedves Janesi Öcsém!

Melegen Köszönöm leveledet és különösen tervezgetésed fáradozásodat pedagógiai bemutatásom ügyében. Teljesen egyetértek tervedddel, de az időpontot meg muszáj változtatni: szept. 7, szerda 3 órát kell vállalnom — leveled szerint ez aránylag könnyen megy. Én péntek korán reggel utazom el Perthből, tehát csütörtökön szabadon kell tartanom, hogy az elmulasztott dolgokat lehetőleg pótoljam, stb. Két tárgy körül ingadozom:
(a) Az isoperimetrikus probléma (egyenlő kerületű görbék közt a kör területe maximum)
(b) Euler tételének földolgozása
lapok + csúcsok = élek + 2



Én mindkettőt itt többször bemutattam hasonló korú amerikai gyerekeknek is — a kik valószínűleg kevesebbet tudnak, mint a perthi gyerekek.
Bízvást megyek, és valószínűleg — ha elhozom a műtéteiből amúgy is mindenképpen kihúzandó anyagot — de nem tudni lehetőleg gyorsan megkeresem után Perthen, mit válaszoltál. Rád bízom természetesen, hogyan kísérletben részt vevő gyerekek milyen időnek lesznek.
Sok mindig üdvözlet, feleségednek, Hédi nagynénédnek, nagybátyádnak is.
Sok köszönet, hogy ott a viszontlátásnak örömét barátod
Pólya György
P.S. Természetesen jó volna most itt, Californiában tudni, milyen tárggyal vállalnod, de ez még alighanem van időd — ne fáradj különösen, Perthben

Pólya György levele

való fuserálásban. Menni kell előre. Bízni kell abban, a gyerek fejében azért tovább munkálnak a dolgok."[19]

Herczeg János emlékeinek van egy közös jellemzője: apám egy-egy jól „ülő" tömör mondatban fejezi ki a gondolatát. Az ilyen mondat azonban nem puszta „bon mot", hanem sok, nehéz tapasztalatot foglal össze és világít meg, mutat egy új irányt ott, ahol a tanár könnyen leragad. Az ilyen tömör, ahogyan *Pelikán József* fogalmazott, „pengeéles mondatok" különben is mindenütt jellemzőek voltak rá.

„Néha kissé elkalandozott, ezért is ugyancsak érdekesek voltak az előadásai", folytatja Herczeg. „Különben is a módszertanban könnyen elkalandozik az ember, mert az önmagában is érdekes, hogy egyvalamiről mi minden juthat az ember eszébe."[20] Amúgy is szeretett anekdotázni, ezek jól megformált kis történetek voltak, amelyek jól jellemeztek egy-egy szereplőt. Máskor, azzal a bizonyos „pengeélesen megfogalmazott mondattal" világított rá egy-egy szereplő jellemére, indítékaira. Egyszerre volt nagyon kritikus megfigyelő, ugyanakkor nemcsak az egyetemen, de – Laczkó Lászlóhoz hasonlóan – az 1962-ben alakult Didaktikai Csoportban is minden munkatársa azt a nyugodt, békés hangulatot emelte ki, amit maga körül teremtett.[21] A később csatlakozó Pósa Lajos így fogalmaz: „Nagyon jól éreztem magamat. Tiszták, világosak voltak a feladatok, ill. sok szempontból mindenki maga tervezte meg, hogy mit akar csinálni. Alaphelyzet: az alapelvekben mindenki egyetért." „De hogy mit kell ezen érteni, az már nem volt egyértelmű", tette hozzá. A „kalandozás" és célirányosság, játékosság és fogalmi pontosság közötti arányokban nagy eltérések voltak.[22]

A Didaktikai Csoport és előzményei – a tanítási kísérletek és a „specmat"

A matematikatanítás megújítását „napirenden tartó" egyetemi oktatók és akadémiai kutatók között konszenzus volt abban, hogy a megújítást az általános iskola elején kell kezdeni. Az **általános iskolai kísérleteket** Varga Tamás fogta össze, irányította, ezért érthető, hogy az ő nevével fonódott össze az egész kísérlet. Valójában vele párhuzamosan folyt az apám által vezetett középiskolai kísérlet is. A lényeg az volt, hogy a munka összehangoltan folyt, és egyre több lelkes tanárt sikerült bevonni a tervezésbe és a konkrét kísérletekbe is. A közös elveket röviden úgy lehet összefoglalni, hogy az akkor még magától értetődőnek tartott, és ma frontálisnak nevezett tanítási móddal szemben a diákok aktivitására építő, *felfedeztető* oktatást kell bevezetni. A diákoknak nagyobb szabadságot kell adni, erősíteni kell az órák játékos hangulatát (ennek különböző fokozatait képviselte pl. *Varga Tamás*, *Gábos Adél*, a budapesti Radnóti Gimnázium tanára egyrészt, és apám, illetve később Pósa Lajos másrészt). A hagyományos matematikai felépítésről, amely pl. alapfokon egyoldalúan a számolási készség kialakítását erőltetette, áthelyezni a hangsúlyt a gondolkodtatásra, a fogalomalkotásra.

Mindebben nagy szerepe volt a magyar származású, de akkor már az USA-ban élő, nagyszabású matematikapedagógus (és neves matematikus) *Pólya György*nek, akinek *How to solve it* c. könyvét 1957-ben sikerült magyarul is megjelentetni.[23] Ő később többször is járt Magyarországon, **még nyolcvanévesen is tartott bemutató** órát a budapesti Fazekas Gimnázium

19 Az idézetek helye: A matematikatanítás mestersége. 89–118.

20 Uo.

21 Minden tagozatos iskolában volt egy tanáregyéniség, aki megalapozta az ottani közösséget, és ezek többnyire hasonló légkört alakítottak ki, ilyen volt pl. Kőváry Károly, Szvetits Zoltán, Herczeg János, Hajnal Imre.

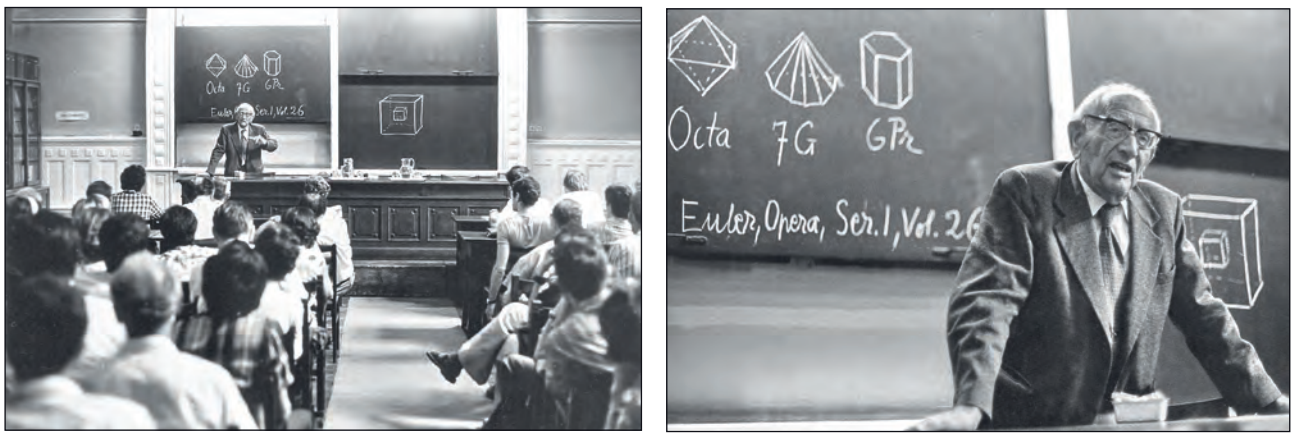
22 Pálmay megfogalmazásában: „ha a meghatározások, tételek, bizonyítások megfogalmazását mind a gyerekre bízzuk, az könnyen vezethet oda, hogy szamárságokat fogalmaz meg, és aztán azt is tanulja meg." (A matematikatanítás mestersége.)

23 Pólya György, A gondolkodás iskolája. Fordította: Lakatos Imre és Pataki Béláné. Azóta számos új kiadást ért meg, bővített változatban is.

nagytermében, az erkélyen is tolongtunk. A mellékelt levelet az egyik ilyen bemutató órájának előkészületeivel kapcsolatban írta apámnak. A „Kedves János Öcsém" megszólítás onnan ered, hogy régről ismerte: Pólya még fiatal korában, a Galilei-körben ismerte meg apám már említett festő nagynénjét, akinek kis ideig „tette is a szépet".

Nagy lökést adott a szintén magyar származású *Dienes Zoltán*, aki először 1960-ban, a Magyarországon rendezett Nemzetközi Matematikai Kongresszus alkalmából járt itt, majd 1962 nyarán általános iskolás diákok számára tartott egy szemináriumokon a sok-sok lelkes tanár folyamatos jelenléte mutatta: itt egyfajta mozgalom bontakozik ki. Ez volt az az „aranyfedezet", ami pl. saját elbeszélése szerint Pósa Lajost is vonzotta.[25] Persze: a „tanári aranyfedezet" mellett ott volt a „matematikusi aranyfedezet" is: a kezdeményező matematikusoknak az a belülről jövő demokratizmusa, amelyet Laczkó László emelt ki apámnál: a tanárok problémáit saját problémáiknak tekintették.

A hatvanas évek elején különben is volt egy relatív áttörés: 1962-ben hivatalosan is megindulhatott az első alsó tagozatos volt az öröm, hiszen régóta folyt a küzdelem a színvonalasabb matematikaoktatásért, és most itt volt a lehetőség, hogy végre megindulhasson egy, az eddigi, meglehetősen betokosodott és konzervatív tanítási irányzattól független, friss szellemű oktatás. Nagy volt a felbuzdulás – de a feladat is: a középiskolás kísérletek még el sem indultak, és bár sok jó ötlet volt, ahogy Herczeg János fogalmaz, „Valójában akkor még senki sem tudta, hogy mit kell ezekben a specmat osztályokban csinálni a heti 9–10 órában. Eleinte nem volt hozzá semmi anyagunk, kivéve néhány jó könyvet, szakköri fü-



Pólya György előadása az MTA Matematikai Kutatóintézetben (1977. augusztus)

tényleg egészen szabad szellemű, játékos szakkört. Ő fogalmazta meg explicite és radikálisan, hogy *a matematikatanítás elsődleges feladata a személyiség építése* (tegyük hozzá: mint minden igazi tanításé). Az ő elképzelései is beépültek a magyar kísérletbe. Varga Tamás, majd apám is töltött egy évet a kanadai Sherbrooke egyetemén, ahol 1966 és 1978 között Dienes tanított.[24]

Nem volt könnyű a megfogalmazott elvek alapján dolgozni, nagy volt a politikai, de a társadalmi és – sajnos – a tanári ellenállás is. Szerencsére voltak azonban lelkes hívei is az újfajta, „felfedeztető", a gyerekek érdeklődését felkelteni és arra építeni törekvő tanítási módszernek. Nem egészen világos, hogy mikortól, de valamikor a hatvanas évek elejétől – Pálmay Lóránt emlékei szerint a BJMT felkérésére – heti-kétheti rendszerességgel szemináriumok folynak az Intézet nagytermében. És már most szögezzük le: az, hogy a mostoha körülmények ellenére eredményes tudott lenni ez a tanítási kísérlet, annak is köszönhető, hogy a kísérleti osztály. Másrészt megindulhatott az első speciális matematika tagozatos osztály is.[26] Ez utóbbi furcsa kétértelmű eredménnyel járt: egyrészt, mint erről rögtön szó lesz, sok energiát elvont a középiskolás kísérlettől, másrészt ez az osztálytípus maradt meg máig is intézményi szinten. (És produkálja is az eredményeket. Apám sokszor mérgelődött is, hogy emiatt a hivatalosoknak úgy tűnik, mintha a magyar matematikatanításban tulajdonképpen minden rendben volna.)

Mindenesetre tény, hogy akkor nagy zetet." Az világos volt, hogy semmi értelme az első éves egyetemi tananyagot „levinni" a gimnáziumba, viszont voltak új területei a matematikának, amelyekről az oktatás addig nem vett tudomást, másrészt a már bevett tananyagot is lehetett szélesebb és mélyebb alapokon tanítani – ha megvan hozzá a didaktikai átgondoltság. Mindezt elősegítendő Rényi Alfréd, az MTA Matematikai Kutatóintézet akkori igazgatója, aki addigra már (lásd említett vitáját apámmal) elkötelezett híve volt annak, hogy az oktatásnak, didaktikának helye van az akadémiai kutatásban is, mert átgondolt, sokkal gyerekközpontúbb didaktikán alapuló oktatás nélkül nem szüntethető meg a társadalomban meglevő ellenérzés a matematikával szemben, létrehozta az intézet Didaktikai Csoportját, és vezetésével apámat bízta meg. Hivatalosan állásban apám mellett csak Halmos Mari volt, de igen sokan mások is részt vettek a munkában. Egészen biztos, hogy nem teljes a lista, de akiket össze tudtam szedni, azok nevét ideírom: *Gábos Adél, Gádor Endréné, Gara Ernőné, Varga Katalin, Szendrei Júlianna, Pálfalviné Csekő Sára, Bartal Andrea, Szerediné Loparits Éva, Herczeg János, Votisky Zsuzsa*. Ők csak a legközvetlenebb segítők. Mert, ahogy Halmos

24 Könyve magyarul: Dienes Zoltán Pál, Építsük fel a matematikát, ford. Sztrókay Kálmán, Gondolat, 1973 (új kiadás Edge 2000 kft, 2015.). Dienest sokan „a matematikatanítás varázslójának" nevezték.

25 Elmondása szerint ő akkoriban „mai eszével teljesen irracionális módon" egyenesen abban bízott, hogy az itt képviselt tanítási elvek megvalósítása révén „tíz éven belül a matematika lesz a diákok kedvenc tárgya és ezt látva a többi tanár is kénytelen lesz" átvenni ezt a szabad szellemű tanítási módot, ha nem akarja, hogy a gyerekek a háta mögött összenevessenek. Később be kellett látnia, hogy a társadalom tehetetlenségi erejével nem számolt, a tanárok tanítási stílusa „mélyen beléjük van betonozva; nem tudnak kibújni a megszokásokból: ezt a direkt közlő stílust látták végig tanulmányaik során. Persze, van egy pár elhivatott is köztük, aki változtatni akar."

26 Ennek néhol abszurd körülményeiről lásd Kevés ilyen inspiráló légkört tapasztaltam c. cikkemet a Természet Világa 2012. júniusi számában: http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2012/tv1206/suranyi.html

Nyolcvanadik születésnapján köszöntik. Jobbról balra: Petruska György, Surányi János és felesége Surányi Magda, T. Sós Vera, Fried Ervinné és Fried Ervin

Mari fogalmaz, „valamilyen formában, kísérletező tanárként, a munkát aktív ötletekkel segítőként, írásos anyagok készítőjeként vagy bírálójaként legalább százan vettek részt. Ez egy lelkes mozgalom volt, amihez egy-egy időszakra, egy-egy feladatra nagyon sokan csatlakoztak." És itt említendő, hogy egyetemi oktatók, pl. *Pálmay Lóránt*, *Tusnády* Gábor is vállaltak középiskolai oktatást, akár tagozaton, akár a kísérletekben. *Urbán János* pedig 1991-től a Berzsenyi tagozatának meghatározó alakja volt.[27]

A Didaktikai Csoport működése

A Didaktikai Csoportnak sokféle feladata volt egyszerre. Egyrészt folynak a szemináriumok, immár a specmat problémáiról is. A következő évtől megindult több tagozatos osztály, így a Berzsenyiben, az Istvánban, a szegedi Ságváriban, a debreceni Fazekasban, a veszprémi Lovassyban és a miskolci Földesben. (A veszprémi sajnos megszűnt, viszont a felsoroltak mellett ma is van tagozat Szolnokon a Verseghyben, Székesfehérváron a Teleki Blankában, a budapesti Árpádban, és Szegeden a Radnótiban.) A tanárok minden évben sorra látogatták az összes tagozatos iskolát. Erről Halmos Mari így számolt be: „Megnéztünk néhány órát, és utána volt közös megbeszélés. A módszertani tanácsok, amelyeket ilyenkor adott az édesapád a többieknek, nagyon hasznosak voltak. Erről beszél [Herczeg] János, amikor az életéről beszél, ezt külön kiemelte. Ez eleve hét iskola volt, reggel mentünk, sokszor – ha vidéken voltunk –, akkor egyszer [egy éjszakát] ott is aludtunk." És Herczeg János: „Délelőtt végigültük az órákat hátul. Délután részben ezekről az órákról beszéltünk, sok értelme nem volt, mert senki sem kritizálta a másikat. Később inkább az óráktól független tapasztalatokat adtunk át egymásnak, sok jó ötlet került itt elő. Surányi János volt a szervező, és a megbeszéléseket is ő vezette kibontakoztatva pedagógiafilozófiai bölcsességét. Második mesteremnek tekintem, elméleti gondolatokon kívül olyan gyakorlati fogásokat is tőle lestem el, mint, hogyan lehet ügyesen felírni a polinomok szorzatát." Laczkó: „ha valaki előadott az óralátogatásokon vagy a továbbképzéseken, az Öreg [=apám] ezt végighallgatta, és utána akár fél órát is hozzá tudott szólni a témáról. Én ezt bámultam rajta, hogy nem az volt, hogy előre felkészült a témára, de összeszedetten, baromi jó dolgokat tudott hosszan mondani ilyenkor". Amikor két évtizeddel később magam is specmaton kezdtem tanítani, még akkor is jól érezhető volt, hogy a specmatos tanárok egy mozgalom részének tekintették magukat, és ez külön erőt adott, előhívta vagy fokozta kezdeményező kedvüket.

Mint említettem, a kis létszámú Csoportnak sok aktív segítője volt. Sok egyetemi oktató is „beszállt": „Részben a Te érdemed volt az is, hogy az induláskor az akkori igen tehetséges, fiatal, később világhírű matematikusok közül többen elvállalták egy-egy témakör tanítását az induló osztályban, sőt tankönyv-részletek írására is vállalkoztak", mondta Urbán János apám temetésén tartott beszédében. Csakhamar létrejött tehát az első – három-, majd négykötetes, a specmatosok között kinézete alapján „Fehér elefánt"-ként ismert – specmatos tankönyv.[28] De ezzel nem volt vége, hiszen rengeteg kérdés volt: mi az a matematika frissebb ágaiból, amit érdemes már a középiskolában „megkóstoltatni" legalább a matematikailag érdeklődőbb diákokkal, és hogyan történjék ez. Sok olyan terület van, amelyet a középiskolában *még* nem tanítunk, az egyetemi oktatás viszont, mint túl egyszerűn, hamar túlságuld rajta – ezekből mit lehet bevonni a középiskolai oktatásba, és hogyan. Az ilyen didaktikai kérdéseken túl jobb volt közösen megbeszélni a diplomáciai, sőt ideológiai(!) konfliktusokban követendő stratégiát. A feszültségek abból adódtak, hogy a specmat speciális oktatási módját a tanári karokban, hogy egy szójátékot megengedjek magamnak, nem mindenütt fogadták tárt karokkal. A problémák közös megbeszélése tágabb hátteret és valamivel nagyobb öntudatot adott a helyi küzdelmekben is. Az ideológiai ellenállás persze érthető volt, hiszen a specmatos tanítás egyik kimondott célkitűzése a diákok önálló gondolkodásra nevelése volt (és maradt). Márpedig ezt egyetlen egy-párt által irányított berendezkedés sem szereti.

Ezért egyrészt közösségerősítési, másrészt önképző céllal az iskolalátogatásokon túl az apám irányította Csoport megszervezi a nyári továbbképzéseket. Ami az önképző célt illeti: ha egy tanár őszinte magához, akkor tudja, hogy igazán tanítani egy tananyagot csak akkor tud, ha a fontosságát és/vagy a szépségét át tudja adni. Átadni pedig a lelkesedést lehet, az tud „ragadós" lenni, ha valóban friss él-

27 Ennek is van „előzménye": Péter Rózsa és Gallai Tibor középiskolai tanárként kezdte pályáját, de még sokkal előbb pl. Kürschák József is sokáig volt középiskolai tanár. S hogy három kiemelkedő magyar gondolkodót is említsünk: Posch Jenő (nagyapám szeretett magyartanára), Fülep Lajos és Zalai Béla is tanított középiskolában (utóbbi matematika–fizika–filozófia szakon végzett).

28 A könyvet a Tankönyvkiadó adta ki az „MM Közoktatási Főosztály és az Országos Pedagógiai Intézet irányításával", de ha a névsort megnézzük, valójában a specmatos munkaközösség adta ki, apám egy anyagrészt írt, és az egész egyben tartása mellett nagy részt vállalt a szoros lektorálásban is. A gyorsaságra és a sietségre jellemző a könyv technikai minősége: a papírja vastag, a nyomtatás nagyjából stencil minőségű. A szerzők között olyan egyetemi oktatók és akadémiai kutatók is vannak, mint Fried Ervin, Hajnal András, Kiss Ottó, Komlós János, Révész Pál, id. Ruzsa Imre, Surányi János – de akkor már soroljuk a nem kevésbé fontos kitűnő tanárszerzőket is: Bakos Tibor, Cseh Andor, Herczeg János, Könyves Tóth Kálmán, Kóváry Károly, Molnár József, Oláh Gyuláné, Rábai Imre. Az itt különösen fontos lektorálásban rajtuk kívül részt vett id. Böröczky Károly, Gallai Tibor, Jelitai Árpád, Juvancz Iréneusz, Králik Dezső, Némethy Katalin, Péter Rózsa, Rácz János, Reményi Gusztáv, Szeredai Erik, Tolnai Jenő. De a „nem hivatalos" lektorok közt találjuk Pálmay Lórántot is. Kétségtelen, hogy az egyes fejezetek nem egyenletes színvonalúak, de sok közülük ma is használható. Érdemes kiemelni, hogy Hajnal András Gráfelmélet fejezete az akkor nagy iramban – és nagymértékben magyar kutatók révén – fejlődő gráfelmélet eredményeinek első magyar nyelvű tankönyve.

Az Erdős-érem átvételekor (2000)

akkor még itthon élő *Bollobás Béla* topológiáról stb. „Ebben a posztgraduális képzésben 8–10 óra alatt nagyon sok mindent el lehet mondani. Szinte többet tanultam matematikából ezeken a nyári heteken, mint az egyetemen. Ami persze nem igaz, de nem csak új ajtók nyíltak, esetenként régi homályok kaptak új megvilágítást. Említettem a kezdőkori számolástanítási bonyodalmaimat és a még gimnazistakori töprengéseimet az irracionalitásról. Amit Surányitól a számkör bővítéseiről és a számfogalom axiomatikus felépítéseiről hallottam itt, nagy rendet teremtett bennem. … A tudásom rendeződött is, modernizálódott is, és az aktív része gyarapodott. Ilyen szinten már nem kell sok, csak nagyon jó. Ezt minden tanárnak meg kellene adni, mert nagyon megéri. Ráadásul jól is éreztük magunkat. A szünetekben fociztunk, esténként nagyokat beszélgettünk többnyire nagy sétákon. Volt, hogy a foglalkozást a Balaton partján tartottuk."[29] Ezek a továbbképzések sajnos, csakúgy mint az iskolalátogatások, a nyolcvanas évek végére megszűntek. Utóbbiakat aztán kb. egy évtized múlva sikerült felújítani. A nyári továbbképzéseket – bár szerényebb formában – csak tavaly tudtuk újraindítani az MTA támogatásával.

Ami pedig a Didaktikai Csoportot illeti, annak vezetését apám 1988-ban átadta Pósa Lajosnak, az ő vezetésével kiadott középiskolai tankönyvsorozat kötetei elé írt előszóban ezt olvashatjuk: „Köszönetet mondunk Surányi Jánosnak, aki több, mint két évtizedig vezette a kutatócsoport sok nehézséggel terhes munkáját, figyelemmel kísérte, összefogta, és kézben tartotta a tanítási kísérletet, nagy szakmai tudásával és emberségével segítette az iskolákban folyó munkát, a tanárok számára komoly támaszt jelentve; vállalta a kísérleti anyagok elkészítésének folyamatos szakmai irányítását, beleértve az anyagokhoz készített részletes bírálatait, amelyek alapján az évek folyamán sok jelentős javításra került sor."[30] Ezt a néhány mondatot matematikusok írták, ennek megfelelően nem puszta retorikus fordulatokról van szó. Pontosan azt emelik ki és köszönik meg (az axiomatikus követelményeknek megfelelően: sem többet sem kevesebbet annál), ami valóban megköszönnivaló.

ményen alapul. Szükség van (ma a tanárok elképesztő túlterheltsége miatt inkább csak: lenne) tehát arra, hogy a tananyagra mindig más, új és friss szemmel tudjunk ránézni.

Magáról a továbbképzésről Herczeg János ír a legplasztikusabban: „Nyaranként aztán 'edzőtáborba' vonultunk. Az első évben Nyíregyházán voltunk két hétig, aztán azért kicsit kímélősebben, csak egy hétig tartottak ezek a nyári továbbképzések. Délelőtt 5, délután 4 óra előadás. Az előadók azzal jöttek, hogy olyasmiket mutatnak, amikkel szerintük lehetne foglalkozni a specmaton." Előadott itt *Lovász László* a véges geometriákról, *Tusnády Gábor* a sztochasztikáról, az

29 A matematikatanítás mestersége.

30 A tankönyvsorozatot a Műszaki Kiadó adta ki, a bevezetőben csak az 1973-tól folyó kísérletekről van szó.

XXV. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT

Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

Bogi és a számrendszerek

BALOGH BOGLÁRKA

Premontrei Rendi Szent Norbert Gimnázium, Szombathely

Az informatika- és a matekórákon hallottunk először a különböző számrendszerekről, de nem volt időnk igazán elmélyedni bennük. Én viszont szívesen hallottam volna többet a témáról. Amikor aztán a matematika-tanárnőm megemlítette a Természet Világa diákpályázatát, éltem a lehetőséggel, és elkezdtem foglalkozni a számrendszerekkel.

Már a pályázatra készülődés elején elhatároztuk, hogy a tizedes törtek többi számrendszerbeli alakját mindenképpen megvizsgáljuk, bár már maga az elnevezés is problémát okozott. Mert, hogyan lehetne például a 3-as számrendszerben tizedes törtekről beszélni, amikor ott „harmados" törtek vannak? És a tizedesvessző helyett is helyesebb volna a harmadosvessző elnevezés. A munka során azonban kiderült, hogy sokkal egy-

12-es számrendszer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	10
2	2	4	6	8	A	10	12	14	16	18	1A	20
3	3	6	9	10	13	16	19	20	23	26	29	30
4	4	8	10	14	18	20	24	28	30	34	38	40
5	5	A	13	18	21	26	2B	34	39	42	47	50
6	6	10	16	20	26	30	36	40	46	50	56	60
7	7	12	19	24	2B	36	41	48	53	5A	65	70
8	8	14	20	28	34	40	48	54	60	68	74	80
9	9	16	23	30	39	46	53	60	69	76	83	90
A	A	18	26	34	42	50	5A	68	76	84	92	A0
B	B	1A	29	38	47	56	65	74	83	92	A1	B0
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	A0	B0	100

szerűbb a tizedesvessző szó használata és félreértést sem okoz. Dolgozatomban a továbbiakban használt betűk (a, b, k, n) pozitív egészeket jelentenek.

Először a szorzótáblákat írtuk fel; egyrészt a szorzás könnyebbnek tűnt az osztásnál, másrészt kíváncsiak voltunk, hogy a többi számrendszerben is megfigyelhetők-e hasonló érdekes szabályszerűségek, mint a tízesben. A 2-estől a 12-es számrendszerig vizsgáltuk a szabályszerűségeket – úgy gondoltuk, hogy ha léteznek, akkor már ennyiből is leszűrhetők az általános összefüggések.

Mivel nem volt más számrendszerben számoló számológépünk, így mindent manuálisan számoltunk. Mind a ketten végigszámoltuk az osztásokat és a szorzásokat is, azután összehasonlítottuk őket. Szerencsére a legtöbb eredményünk egyezett, csak néhány esetben kellett újraszámolást végezni.

A páros alapú számrendszerekben a páros számok páros, a páratlanok páratlan számjegyre végződnek, például a 2-esben a 0-ra végződő számok párosak, az 1-re végződőek páratlanok (ez nyilvánvaló). A páratlan alapúakban azonban a végződésből egyáltalán nem lehet következtetni a szám paritására.

A 10-es számrendszerben a 9 többszörösei azok, amelyek minden végződést felvesznek egyesével csökkenő sorrendben (9, 18, 27… 90). Általában is megfigyelhető, hogy egy a alapú számrendszerben az (a-1) többszörösei mutatnak hasonló tendenciát. Látható ez az alábbi (5-ös számrendszerbeli) szorzótáblában is, a 4 többszöröseit követve.

A páros alapú számrendszerekben (a=2b) észrevettük, hogy az alap felének többszörösei csak kétféle végződést kaphatnak: b-t és 0-t. Ahogy a 10-es számrendszerben is tapasztalhattuk ezt az 5 többszöröseinél, melyek csak 5-re vagy 0-ra végződhetnek.

Az eddigi szabályszerűségek észrevétele nem okozott túl nagy meglepetést, de később **akadt olyan is, ami váratlanul** ért. Például feltűnt, hogy a 12-es számrendszerben az 5 többszörösei 0-tól B-ig minden végződést felvesznek, igaz, ezt nem szabályos sorrendben teszik meg. Majd láttuk, hogy ez a 7-es számrendszerben is teljesül (0-tól 6-ig minden számjegy előfordul végződésként). Ez arra ösztönzött bennünket, hogy megnézzük a többi olyan számrendszert is, amelyben már van 5-ös számjegy. A többiben is érvényesült ez a szabályszerűség, kivéve az általunk használt 10-es számrendszerben, mivel abban egy korábban említett szabály lép érvénybe. Azonban ennek az új, „furcsa” szabályszerűségnek köszönhetően sikerült egy hibát észrevennünk az egyik táblázatban.

Az hamar eszünkbe jutott, hogy a fenti szabályszerűség nemcsak a 10-es számrendszerben nem teljesül, hanem az 5-tel osztható alapúakban sem. Például a 15-ösben az 5 többszöröseinek végződése rendre 5, A vagy 0, a 20-asban 5, A, F vagy 0. De, amikor aludtunk egyet erre az észrevételre, eszünkbe jutott, hogy hátha nem is olyan ritka az 5 többszöröseinek ez a tulajdonsága. Sorra vizsgáltuk a szorzótáblákat, hogy adott számrendszerben mely számok többszörösei végződhetnek bármely számjegyre. Kiderült, hogy a prímalapú (p) számrendszerekben 1-től (p-1)-ig minden szám többszörösei ilyenek!

Megnéztük a nem prímalapú számrendszerekben is, hogy mely számok többszörösei vesznek fel minden végződést:

6-os: 5

8-as: 3 5 7

9-es: 2 4 5 7 8

10-es: 3 7 9

12-es: 5 7 11

Éppen azok a számok szerepelnek itt, amelyek az alaphoz képest relatív prímek! *Tehát megállapítható, hogy egy a alapú számrendszerben az a-nál kisebb, a-hoz képest relatív prím számok* többszörösei az adott számrendszerben minden lehetséges végződést fölvesznek.

A 13-as számrendszerbeli szorzótáblát csak ráadásként számoltam ki, és szemembe ötlött, hogy a 7 többszöröseinek sorában minden második tag két egyforma számjegyből áll (11, 22, 33…). Ha jobban belegondolunk, ez logikus, hiszen ezek 13k+k, azaz 14k alakúak, tehát 7-tel is és 2-vel is oszthatóak.

Ez a jelenség, hogy a két azonos jegyből álló kétjegyű számok mind egy adott szám többszörösei, a 10-esben is jól ismert: a 11 kétjegyű többszörösei mind két egyforma számjegyből állnak (10k+k=11k). Így bármely *a alap esetén a kk alakú számok értéke ka+k=k(a+1), tehát (a+1) osztóinak többszörösei között lesznek a két egyforma jegyből álló kétjegyű számok.*

5-ös számrendszer	1	2	3	4	10	11	12	13	14	20	21	22
1	1	2	3	4	10	11	12	13	14	20	21	22
2	2	4	11	13	20	22	24	31	33	40	42	44
3	3	11	14	22	30	33	41	44	102	110	113	121
4	4	13	22	31	40	44	103	112	121	130	134	143
10	10	20	30	40	100	110	120	130	140	200	210	220
11	11	22	33	44	110	121	132	143	204	220	231	242
12	12	24	41	103	120	132	144	211	223	240	302	314
13	13	31	44	112	130	143	211	224	242	310	323	341
14	14	33	102	121	140	204	223	242	311	330	344	413
20	20	40	110	130	200	220	240	310	330	400	420	440
21	21	42	113	134	210	231	302	323	344	420	441	1012
22	22	44	121	143	220	242	314	341	413	440	1012	1034

Többek között a négyzetszámok végződéseire is kíváncsiak voltunk. Ezeket az 1 1-es cellából induló átlóból tudtuk leolvasni. A 2-es számrendszerben nyilván csak 1-re és 0-ra végződhet egy négyzetszám, de hogy ez a 3-asban és 4-esben is így van, az már nem annyira triviális.

Legalább 5-ös alap esetén a 0, 1 és 4 végződések magától értetődőek. A 6-os számrendszerben ezeken kívül még 3-ra, a 7-esben 2-re, és a 9-esben 7-re is végződnek négyzetszámok. 10-es alaptól felfelé természetesen megjelenik a 9-es végződés is.

Érdemes volna még tanulmányozni a szorzás táblázatait, de nézzük meg most, milyen érdekességeket találtunk az osztásnál.

A törtek vizsgálatánál az 1 számlálójú közönséges törtek átváltására szorítkoztunk, tehát az $\frac{1}{k}$ alakú törteknél végeztük el az osztást a 2-estől a 12-esig terjedő számrendszerekben. A továbbiakban is a-val jelöljük a számrendszer alapját, és így a-ados törtekről beszélhetünk.

Nagyon sok esetben kaptunk végtelen szakaszos törteket, ezek jelölését úgy oldottuk meg, hogy egyjegyű szakasz esetén a szokásos pontot tettük az adott számjegy fölé, többjegyűnél pedig a teljes szakasz fölé húztunk vonalat.

A táblázatot böngészve van néhány nagyon szembeszökő szabályosság. Az egyik ilyen, hogy a bal felső cellából induló főátlóban csupa 0,1 található. Ez nyilvánvaló, hiszen minden a alapú számrendszerben a tizedesvessző után az 1/a helyiérték áll. A sorokat és az oszlopokat is érdemes nézegetni. Mindjárt az első oszlopban nagyon szép szabályszerűség figyelhető meg: a „fél” a-ados tört alakjai nagyon szabályosan változnak: 0,1; 0,1̇; 0,2; 0,2̇;…, tehát felváltva van-

13-as szrendszer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	10
2	2	4	6	8	A	C	11	13	15	17	19	1B	20
3	3	6	9	C	12	15	18	1B	21	24	27	2A	30
4	4	8	C	13	17	1B	22	26	2A	31	35	39	40
5	5	A	12	17	1C	24	29	31	36	3B	43	48	50
6	6	C	15	1B	24	2A	33	39	42	48	51	57	60
7	7	11	18	22	29	33	3A	44	4B	55	5C	66	70
8	8	13	1B	26	31	39	44	4C	57	62	6A	75	80
9	9	15	21	2A	36	42	4B	57	63	6C	78	84	90
A	A	17	24	31	3B	48	55	62	6C	79	86	93	A0
B	B	19	27	35	43	51	5C	6A	78	86	94	A2	B0
C	C	1B	2A	39	48	57	66	75	84	93	A2	B1	C0
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	A0	B0	C0	100

10-esbeli közönséges törtalak	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{12}$
2-es számrendszer	0,1	$0,\overline{01}$	0,01	$0,\overline{0011}$	$0,0\overline{01}$	$0,\overline{001}$	0,001	$0,\overline{00011}$	$0,0\overline{0011}$	$0,\overline{0001011101}$	$0,00\overline{01}$
3-as számrendszer	$0,\dot{1}$	0,1	$0,\overline{02}$	$0,\overline{0121}$	$0,0\dot{1}$	$0,\overline{010212}$	$0,\overline{01}$	0,01	$0,\overline{0022}$	$0,\overline{00211}$	$0,0\overline{02}$
4-es számrendszer	0,2	$0,\dot{1}$	0,1	$0,\overline{03}$	$0,0\dot{2}$	$0,\overline{021}$	0,02	$0,\overline{013}$	$0,0\overline{12}$	$0,\overline{01131}$	$0,0\dot{1}$
5-ös számrendszer	$0,\dot{2}$	$0,\overline{13}$	$0,\dot{1}$	0,1	$0,\overline{04}$	$0,\overline{032412}$	$0,\overline{03}$	$0,\overline{023421}$	$0,\dot{2}$	$0,\overline{02114}$	$0,\overline{02}$
6-os számrendszer	0,3	0,2	0,13	$0,\dot{1}$	0,1	$0,\overline{05}$	0,043	0,04	$0,\dot{3}$	$0,\overline{0313452421}$	0,03
7-es számrendszer	$0,\dot{3}$	$0,\dot{2}$	$0,\overline{15}$	$0,\overline{1254}$	$0,\dot{1}$	0,1	$0,\overline{06}$	$0,\overline{053}$	$0,\overline{0462}$	$0,\overline{0431162355}$	$0,\overline{04}$
8-os számrendszer	0,4	$0,\overline{25}$	0,2	$0,\overline{1463}$	$0,1\overline{25}$	$0,\dot{1}$	0,1	$0,\overline{07}$	$0,0\overline{6314}$	$0,\overline{0564272135}$	$0,0\overline{52}$
9-es számrendszer	$0,\dot{4}$	0,3	$0,\dot{2}$	$0,\overline{17}$	$0,1\dot{4}$	$0,\overline{125}$	$0,\dot{1}$	0,1	$0,\overline{08}$	$0,\overline{07324}$	$0,0\dot{6}$
10-es számrendszer	0,5	$0,\dot{3}$	0,25	0,2	$0,1\dot{6}$	$0,\overline{142857}$	0,125	$0,\dot{1}$	0,1	$0,\overline{09}$	$0,0\dot{8}\dot{3}$
11-es számrendszer	$0,\dot{5}$	$0,\overline{37}$	$0,\overline{28}$	$0,\dot{2}$	$0,\overline{19}$	$0,\overline{163}$	$0,\overline{14}$	$0,\overline{124986}$	$0,\dot{1}$	0,1	$0,\overline{0A}$
12-es számrendszer	0,6	0,4	0,3	$0,\overline{2497}$	0,2	$0,\overline{186A35}$	0,16	0,14	$0,1\overline{2497}$	$0,\dot{1}$	0,1

nak véges és végtelen szakaszos alakok egyre növekvő értékes jegyekkel. A végtelen szakaszos törtek segítségével később szép végtelen mértani sorokat írunk majd fel.

A már említett főátló alatti cellákban csupa 0, alakú tört látható, azaz

3-asban: $\frac{1}{2} = 0,\dot{1}$

4-esben: $\frac{1}{3} = 0,\dot{1}$

5-ösben: $\frac{1}{4} = 0,\dot{1}$

Általánosítva: az *a alapú számrendszerben*

$$\frac{1}{a-1} = 0,\dot{1}.$$

Ezt az eredményt mértani sorral is felírhatjuk:

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{a^n} = \frac{1}{a-1}$$

Ezt a mértani sor összegképlete segítségével könnyen igazolhatjuk.

$$a_1 = \frac{1}{a} \qquad q = \frac{1}{a} \qquad S = \frac{a_1}{1-q}$$

A főátló fölötti átló elemei szintén érdekes mintát követnek: $0,\overline{01}$; $0,\overline{02}$; majd $0,\overline{03}$ és így tovább, tehát a kétjegyű szakaszok az adott *a alapú számrendszerben* $0,\overline{0(a-1)}$ alakúak az $\frac{1}{a-1}$ törtben.

Képlettel:

$$\frac{1}{a-1} = 0,\overline{0(a-1)}$$

Ezt is kifejezhetjük végtelen sorral:

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{a-1}{a^{2n}} = \frac{1}{a+1}$$

Feltűnhet még, hogy a 0,2 alak, ami először a 4-es számrendszerben az $\frac{1}{2}$ negyedestört-alakja, szabályos lóugrásokkal jobbra lefelé haladva minden páros alapú számrendszerben előfordul. Tehát, ha az alap a=2k, akkor 1/k = 0,2. Ez nem is lehet másként, hiszen a 2 az első a-ados helyiértéken áll, és

$$\frac{2}{a} = \frac{2}{2k} = \frac{1}{k}.$$

Hasonló mintát követ a 0,3 alak is, csak ez „nyújtott" lóugrásban halad: 1-et jobbra, 3-at le; valamint a 0,4 (1-et jobbra, 4-et le).

Jó felfedezés volt, hogy a sok szabályos alakú tört segítségével szinte tetszőleges számú mértani sort tudtunk határértékével együtt felírni, és aztán az összegképlet rendre igazolta ezeket a határértékeket.

Például az $\frac{1}{4}$ 3-as számrendszerbeli alakja:

$$\frac{1}{11} = 0,\overline{02}.$$

Ez a következőképpen is felírható:

$$\sum \frac{2}{9^n} = \frac{2}{9} + \frac{2}{81} + \cdots = \frac{1}{4}$$

$$a_1 = \frac{2}{9} \qquad q = \frac{1}{9}$$

$$S = \frac{\frac{2}{9}}{1-\frac{1}{9}} = \frac{\frac{2}{9}}{\frac{8}{9}} = \frac{2}{9} \cdot \frac{9}{8} = \frac{1}{4}$$

Ez az egyik föntebb szereplő *általános képlet egyik konkrét esete.* De találhatunk olyan végtelen szakaszos törteket is, amelyek nem az előző összefüggések *körébe tartoznak. Például az*

$\frac{1}{12}$ -ed 5-ös számrendszerbeli alakja $0,\overline{02}$,

ami

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{2}{5^{2n}} = \frac{1}{12}$$

vagy

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{2}{25^{n}} = \frac{1}{12}$$

formába is átírható.

A kezdeti botladozások után meglepően könnyű volt átállni a 10-estől eltérő alapú számrendszerekben való szorzásra, osztásra. Közismert, hogy mielőtt az emberiség megállapodott a 10-es számrendszernél, kísérletezett más alapokkal is (például 60 vagy 12). Ma is vannak emberek, akik társaságokba tömörülnek annak érdekében, hogy térjünk át a 12-es számrendszer használatára. Érveiket angol nyelven olvashatjuk a következő oldalakon: *http://www.dozenal.org/drupal/ http://www.dozenalsociety.org.uk*

Eleinte próbáltunk szakirodalmat keresni a témához, de miután minden oldal a miénktől teljesen eltérő szemszögből foglalkozott a számrendszerekkel, felhagytunk a próbálkozással. Minden szabályszerűséget önállóan fedeztünk fel – ez természetesen nem zárja ki, hogy mások is megtalálták már őket; ha ez így van, mi akkor is önállóan dolgoztunk. ◎

Az írás diákpályázatunk Martin Gardner alapította Matematika kategóriában II. díjat kapott.

A Pándzsa

PINTÉR NOÉMI

Veres Péter Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szakképző Iskola, Győr

Tarjánpuszta kicsi, nem egész négyszáz lelket számláló, Árpád-kori település a Bakony alján, a Sokorói vonulatok lábainál. Nekem ugyan a közeli Sokorópátka a szülőfalum, de már tizenöt éve Tarjánpusztán élek. Mögöttünk húzódik a Pannonhalmi gerinc, majd ezt egy széles, folyó által elegyengetett völgy választja el a Sokoró legnagyobb, Csanaki-vonulatától. Ez a folyó valójában nem is folyó, csupán patak: a Pándzsa.

Napjainkban – talán az éghajlatváltozásnak is köszönhetően – egyre komolyabb veszélyt jelentenek az árvizek. Nemcsak a nagy folyóinkon, hanem a hegyekből lezúduló patakjainkon az utóbbi években jelentős árhullám vonult végig. Gondoljunk csak a Cuhai-Bakony-ér 2010-es és 2014-es árvizeire, amelyek a vízfolyás mentén húzódó településeket (Mezőörs, Bőny) is ko-

A Pándzsa a Veres Péter Szakképző Iskola mögött

molyan veszélyeztették. Ezek az áradások a történelem előtti időkben a hordalék szétterítésében, a völgy kiszélesítésében jelentős szerepet játszottak. Az ember vízfolyások menti megtelepedésével viszont konfliktus keletkezett a természet és az ember között. Feloldható-e ez a konfliktus az ember tudatos, előre megtervezett és tudományos alapokon nyugvó tevékenységével?

A 29,3 km hosszú Pándzsa közvetlenül a Rába, ezen keresztül a Duna vízgyűjtőjéhez tartozik, s a Duna-völgy pereméről vezeti a vizeket a Győr határában lévő Rabkerti-tavon át a Rába folyóba, majd ezen keresztül hazánk legnagyobb folyójába. Párhuzamosan a nyugatra található Sokorói-Bakony-érrel, a keleti Cuhai-Bakony-érrel és a még keletebbre fekvő Concóval délkelet-északnyugati folyásirányt vesz fel, s útja során tíz települést érint. Vízgyűjtő területe 258 km^2.

Két jelentősebb forrásból ered: Tarjánpuszta és Győrasszonyfa határában találjuk az egyiket. Ravazd község déli részén, a 82-es főúttól jobbra áll egy sárga, barokk tornyocska: ez a híres Béla-kút, a patak második forrása. Falán tábla jelzi, hogy a legenda szerint IV. Béla királyunk 1241-ben, a tatár elől menekülése során itt pihent meg, s ivott a Pándzsa tiszta forrásából. Emellett több kisebb forrás és vízfolyás is táplálja. Legjelentősebb mellékága a Bakonybánk térségében eredő, Töltéstava alatt beletorkolló, kisebb vízhozamú Vezseny-ér, ami egyébként hosszabb a főágnál (31,45 km). Ez alapján akár az egész patakegyüttest is nevezhetnénk Vezseny-érnek. (Hasonló a helyzet az USA-beli Mississippi–Missouri rendszerhez: a Mississippi 2340 mérföld, míg a Missouri 2540 mérföld hosszú). Bal oldali mellékága, a Kis-Pándzsa Nyúl község határában, az Új-erdők szélén ered, végigfolyik a „Szurdik”-nak nevezett löszmélyúton, majd Győr felé véve az útját, a Győr–Pápa vasútvonal előtt éri el a Nagy-Pándzsát.

A meder szélessége a felső szakaszokon 3–5 m, az alsóbb részeken 4–8 m között változik. A meder esése 160 cm körül mozog kilométerenként. A vízfolyás sebessége középvíz-álláskor 0,2–0,4 m/s. Vízhozama középvízkor 0,3–0,4 m^3/s, ami nagyvízálláskor ennek sokszorosára duzzad, akár a tízszeresére is emelkedhet. Az utóbbi száz évben mért eddigi legnagyobb vízhozam 27 m^3/ s volt. Ez pontosan megegyezik a Rába folyó átlagos vízhozamával. A Pándzsa vízhozamát az 1982–1983-ban kialakított ravazdi halastavak vízhasználata és vízgazdálkodása jelentősen befolyásolja.

A Pándzsa jelentős szerepet töltött és tölt be a környékbeliek életében. Vize táplálja a ravazdi halastavakat. Nemcsak itt, hanem főképp az alsó szakaszokon horgászok sokasága próbál vizénél szerencsét. A partot kísérő bokorfüzesek a kosárkötőknek jelentenek alapanyagot, tavasszal pedig a barkaszedő asszonyok gyűjtik a fűzfa ezüstös hajtásait. A Pándzsa és mellékvizei magasan tartják a talajvízszintet, ezáltal a növénytermesztésben az időjárás és csapadékeloszlás szélsőségeinek nincs annyira kitéve a terület. A széleslevelű gyékényt („buzogány”) is sokan gyűjtik szobadísz gyanánt. Legfontosabb szerepe mégis a felesleges vízmennyiség, az árvizek levezetése.

A környékbeli gerincek rengeteg hordalékkal terhelik meg a vízfolyásokat. A pannon üledékekből felépülő dombokról sok agyag, lösz, homok kerül a mederbe. Ennek ellenére a feliszapolódás a vízrajzi adatok szerint mérsékelt, átlagosan 40 cm vastag iszap terül szét a patakfeneken. Ezen a termékeny iszapon jelentős növényzet szaporodott el, mely helyenként teljesen benőtte a medret, lassítva a víz szabad lefolyását. Emellett a meder kicsi esése s az időszakosan igen jelentős mennyiségű lezúduló csapadék komoly árvízveszélyt jelentett. Ezért vált szükségessé a Pándzsa mederrendezése. Ezt három ütemben valósították meg.

1965-re elkészült a Kis- és Nagy-Pándzsa teljes szakaszának mederrendezési terve. A meder keresztmetszetét a száz évenként egyszer várható legmagasabb vízhozam levezetésére méretezték. A tervezet tartalmazta a medret keresztező, szűk nyílású hidak átépítését is. Ezek a munkálatok az 1970-es évek elején be is fejeződtek, s kialakították a patak napjainkra is jellemző arculatát. A Pándzsa medre árnyékoló hatást kiváltó erdőn nem folyik át, így a fénygazdagságnak köszönhetően a növényzet hamar elburjánzott. Emellett a magas talajvízszint is hozzájárult a belvizek gyarapodásához. A vízgyűjtő több mint 80%-a mezőgazdaságilag művelt terület, melyet érzékenyen érintett a belvízveszély. További rendezésre volt szükség. Ezt a nyolcvanas évek közepére fejezték be. A Vezseny-éren és a Pándzsán tíz árvízi tározót alakítottak ki, melyek magánkézben lévő halastavakként működnek. A meder kotrásával, kiiszapolásával a víz

Béla-kút

gyors lefolyását biztosították, s a meder mellett fenntartó-utakat is kialakítottak. Hogy ez a munka mennyire sikerült, mutatja az is, hogy a fentebb már említett nagy árhullámok (2010, 2014) a Pándzsa esetében minden baj és lényeges károkozás nélkül levonultak.

A patakmeder ár- és belvízvédelmi rendezése mellett felmerült az igény a biológiai sokféleség megőrzésére, a Pándzsa mint vizes élőhely megőrzésére, revitalizációjára. Ezeket a munkálatokat 1,037 milliárd forint Európai Uniós támogatásból, a Regionális Operatív Program keretében végezték. Mivel helyi lakosként és mezőgazdasági szakközépiskolásként érdekel a környezetem állapota, az élővilág sokszínűsége, kíváncsi voltam, menyire élő vízfolyás a Pándzsa. Sikerült-e megőrizni gazdag élővilágát, biodiverzitását. A medret kotró munkagépek rengeteg iszapot távolítottak el a mederből, de vele együtt igen sok élőlénynek is károsíthatták az életterét, állományát. A munkálatok a

A Pándzsa egyik forrása Ravaszdon

folyamatos zavarással, a taposással óhatatlanul károkat is okozhatnak. A mederrendezés után élettelennek és kopárnak tűnt a patakmeder és környezete. Kutatásomhoz – környékbeli lakosként – sok terepbejárást, megfigyelést, vizsgálatot végezhettem.

A víz minőségének tanulmányozásához saját méréseim mellett felhasználtam iskolánk két tanulójának korábbi munkáját[1], valamint az ÉDUKÖVIZIG adatait. A Pándzsa vizének kémhatása pH: 7–8, azaz igen enyhén lúgos. Az oldott oxigén koncentrációja a mintavétel helyének függvényében 5,6–9,1 mg/l között mozog. Az ammóniumion-koncentráció 0,04–0,1 mg/l, mely bőven a határérték (0,5 mg/l) alatt maradt. A nitrition-koncentráció méréseink szerint 0,05–0,11 mg/l, az ÉDUKÖVIZIG szerint 0,2 mg/l, mely a határértéket (0,06) meghaladja. Ennek oka valószínűleg az intenzív mezőgazdasági tevékenység, ezen belül a műtrágyázás, valamint az állattartó telepekről (pl. Pér) beszivárgó trágyalé. A foszfortartalom 0,17–0,22 mg/l. A korábbi vizsgálatok szerint a nehézfémterhelés elhanyagolható, kadmium, réz, cink, nikkel és ólom nem, vagy csak nyomokban fordul elő a vízben. Ökológiai szempontból a Pándzsa vízminőségének értékelése közepes. Korábban feltételeztük, hogy a Győr határában lévő, mára már bezárt Pápai úti hulladéklerakóból káros anyagok kerülnek a Pándzsába, ezt szerencsére nem sikerült méréseinkkel alátámasztani.

A Rabkerti tó Ravazdon *(Zátonyi Szilárd felvétele)*

A mikroszkópos vizsgálatok során főképp kovamoszatokkal (*Bacillariophyceae*) találkoztam. A mintavételezések és korábbi kutatások során a leggyakoribb kovaalgák az egymásra nagyon hasonlító *Gomphonema*-fajok. A hosszúkás, csónak alakú *Navicula*-fajokat könnyebb felismerni. *Lovas Béla: Édesvízi parányok* című könyve segítségével megpróbáltunk néhány moszatot pontosabban is meghatározni. Az enyhén „S" alakú, színtestekkel teli *Gyrosigma attenuatum* az egyik leggyakoribb kovaalga. A pálcika alakú *Synedra*-fajok már nehezebben határozhatók. Közöttük a prokarióták közé tartozó fonalas kékalgák (*Oscillatoria*) tekergőztek. Nagyon szépek a harmonikamoszatok (*Scenedesmus* sp.), nevüket az alakjukról kapták. Nekem legjobban a gömbölyded *Pediastrumok* tetszettek. Feltűnően sok ostoros, valószínűleg *Eugléna*-fajok, illetve néhány, hozzájuk képes megtermett papucsállatka (*Paramecium* sp.) is száguldoztak az objektív alatt. A vízben parányi rákok (kandicsrákok, vízibolhák) és tegzesek is előfordultak. A vízminták egyikében egy bogarat fedeztem fel. Körbe-körbe úszkált az üvegben, majd potrohát felfelé tartva a felszínig emelkedett. Feltételezhetően ekkor vett levegőt. Talán valamilyen vízibogár- (*Haliplus*) faj egyik fiatal egyede lehetett.

A Pándzsa ideális szaporodóhely az árvaszúnyogoknak (*Chironomidae*), helyenként akár 1200 egyed/m^2 sűrűségű is lehet a populációjuk. Szerencse, hogy nem csípnek, a nevüket is ezért kapták (a csípős fajok inkább az állóvizeket, pocsolyákat részesítik előnyben a szaporodás során). A közismert tiszavirág közeli rokona, egy kérészfaj a Pándzsában is él, ez a *Caenis robusta,* amely inkább Észak-Európában gyakori. Lárváira gyakran ráakadunk, ha vízmintát vételezünk a patakból, de kifejlett egyedei csak pár órát élnek. Hazánkban mintegy ötven kérészfajt ismerünk.

A Pándzsa rovarvilágának legimpozánsabb képviselői a szitakötők. A szép légivadász (*Coenagrion puella*) az egyik leggyakoribb fajunk. Karcsú teste 3–4 cm, szerényebb méreteit ellensúlyozza a hímek szép, világoskék színe. Késő tavasztól augusztusig találkozhatunk vele patakparti sétáinkon. A korábbi vizsgálatok során előkerült egy védett faj is, mégpedig a mocsári szitakötő (*Libellula fulva).* Természetvédelmi eszmei értéke 2000 Ft. Az előző fajhoz képest sokkal zömökebb testű, széles potrohú, feltűnőbb megjelenésű szitakötő.

A kisebb-nagyobb árvizek levonulása után csiga- és kagylóhéjak százai-ezrei hevernek a parton, bizonyítva a puhatestűek faj- és egyedgazdagságát. Legszebbek a lapos tavikagyló *(Pseudanodonta complanata)* házai, bár vékony házaik közül sokat összetör a sodrás. A nagy borsókagyló *(Pisidium amnicum)* nevével ellentétben mindössze 8–11 mm-es, enyhén bordázott teknője van. Távolról emlékeztethet a tengeri vénuszkagyló-fajokra. A nagy mocsáricsiga *(Limnaea stagnalis)* házai hamar kifehérednek a szárazon, 5–8 cm-es példányokra is ráakadhatunk. A barna színű, lapos házú nagy tányércsiga *(Planorbarius corneus),* valamint a nála jóval kisebb peremes vagy élescsiga *(Planorbis planorbis)* is nagy tömegben gyűjthető. Kisméretű ugyan, szép, szabályos háza van a közönséges vízicsigának *(Bythinia tentaculata).* Az elevenszülő csigák közé tartozik a hegyes fiallócsiga *(Viviparus acerosus).* Németországban és Ausztriában fokozottan veszélyeztetett faj-

A Pándzsa kikövezett medre

1 Eszlinger Anita – Szabó Cintia: Élet folyik a patakban. 2008, Természet Világa diákpályázata

A virágkáka közelről

ként tartják számon. Nagyon nehéz megkülönböztetni a közönséges fiallócsigától *(V. contectus)*, ami valamivel kisebb, alacsonyabb házú, és a kanyarulatok lépcsői szögletesebbek, míg a hegyes fiallócsigáé laposabbak, lekerekítettebbek.

A piócák között a Pándzsában (is) ritkaságszámba megy egy apró termetű, jellegzetes mintázatú pióca, a *Glossiphonia verrucata*, melyet csak a minden részletre kiterjedő kutatások során találták meg, viszont az orvosi pióca *(Hirudo medicinalis)* sok példányát láttam tekergőzni a vízben.

Egy horgászathoz kevésbé értő úgy gondolná, hogy egy ilyen kicsi vízfolyásban nem is nagyon vannak halak. Pedig egyrészt a szorgalmas horgászok, valamint a halbiológiai kutatások is igazolják a kisebb és nagyobb testű fajok jelenlétét. Bár azt sem szabad elhallgatni, hogy a legtöbb fajt, szám szerint tizenkettőt, a Pándzsa torkolata után szétterülő Rabkerti tóból mutatták ki. A torkolati zsilip, és az ehhez hasonló műtárgyak megakadályozzák a halak szabad mozgását, csökkentik a genetikai sokféleséget. Leggyakoribb hal a pici szélhajtó küsz *(Alburnus alburnus)*, mely a nagyobb ragadozók egyik legfontosabb tápláléka. Az invazív törpeharcsa *(Ameiurus nebulosus)* Észak-Amerikában őshonos, hozzánk mesterségesen betelepített faj. Az ezüstkárász *(Carassius auratus gibelio)* szintén gyakori, Ázsiából nyugat felé vándorolt, hozzánk spontán betelepüléssel eljutott halfaj. Védett faj jelenlegi ismereteink szerint nem él a Pándzsában.

Vízibogár

A kétéltűek legfőbb képviselője a tavibéka *(Rana ridibunda)*. Hangja után kacagóbékának is hívják, mert az a vígan hahotázó emberére emlékeztet. Ha nyár derekán végigsétálunk a parton, sorban ugrálnak a vízbe, majd néhány tempó után kikandikálnak a sűrű növényzet közül, hogy szemügyre vegyék, ki késztette menekülésre őket.

A madarak közül a tőkés récék *(Anas platyrhynchos)* a legszembetűnőbbek és a legbátrabbak. Gyakran húznak el páro-

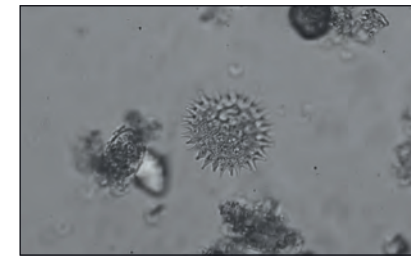
Nagy mocsáricsiga-házak

sával a víz felett. Többször láttam már a Pándzsában halászó szürke gémet *(Ardea cinerea)* és nagy kócsagot *(Ardea alba)* is. Ők a településektől távol, az ember zavarásától mentes helyeket részesítik előnyben. Az emlősök közül sokan keresik fel szomjuk oltására a Pándzsát. Őzek, szarvasok, vaddisznók, vagy épp rókák nyomait igen sokszor azonosítottam a parti iszapban.

Már említettem, hogy sok fűzféle (*Salix* sp.) kíséri a Pándzsát. Leggyakoribb a fehér fűz (*Salix alba*). A patak a legtöbb helyen szántóföldeket, mezőgazdasági területeket vág ketté, s a gazdálkodók szinte a part mentéig megművelik a területet. A fás árnyékolás hiánya miatt bőséges a

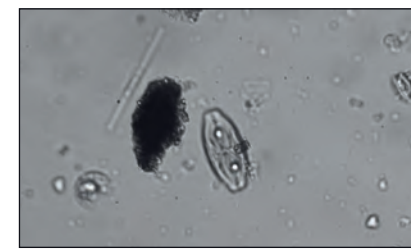
Tányércsiga (balról) és egy peremes vagy éles csiga

fény, ezért a medret sok helyen benőtte a nád *(Phragmites australis)*, a széleslevelű gyékény *(Typha latifolia)* és a harmatkása *(Glyceria maxima)*. Helyenként, főleg Pannonhalma vonalában megmaradtak a bokorfüzesek, kisebb ligeterdők, melyek inkább a felső szakaszra jellemzők. Ugyanitt gyakori a zöld szőnyegként megjelenő békalencse *(Lemna minor)*, amely a halastavak visszaduzzasztó hatása miatt a lassú folyású, vagy éppen sokáig álló-pangó vizű szakaszokon szaporodik el. Sokfe-



Sejttársulásos zöldalga

lé találkoztam korábban a sárga vagy mocsári nőszirom (*Iris pseudacorus*) kisebb-nagyobb csoportjaival. Az intenzív mederalakítás után szomorúan láttam, hogy teljesen eltűntek, hiába kerestem májusban sárga virágait. Nem telt el egy-két év, és ismét virítanak a korábbi élőhelyükön, s a Pándzsa iskolánk mögötti szakaszán is



Kovamoszat *(A szerző felvételei)*

újból kihajtott ez a dekoratív vadvirág. A virágkáka (*Butomus umbellatus*) sokfelé tömeges, rózsaszínű, álernyős virágzata főleg közelről gyönyörködteti a szemet.

Megállapíthatjuk, hogy a drasztikusnak tűnő beavatkozások és az intenzív mezőgazdasági tevékenység ellenére élő, eleven vízfolyás a Pándzsa. Lüktető ere a Kisalföldnek, élőhelye sok-sok, vízhez kötött életmódú növénynek és állatnak. S kifogástalanul betölti árvizek esetén a felesleges víztöbblet elvezetésének feladatát. Köszönhető mindez a Pándzsát vigyázó szakembereknek, s mindenkinek, aki felelősséggel viseltetik a környezete iránt.

Ezúton köszönöm Tóth Ferenc, az ÉDUKÖVIZIG (Győr) munkatársának, valamint felkészítő tanáromnak, Zátonyi Szilárdnak a segítséget.

Az írás diákpályázatunkon az Önálló kutatások, elméleti összegzések kategóriában az Élet és Tudomány különdíját kapta.

Irodalom

1. Eszlinger Anita – Szabó Cintia: Élet folyik a patakban. 2008
2. http://hirek.gyor.hu/cikk/eletre_kelt_a_nagy_pandzsa.html
3. Vízfolyás víztestek jellemzése – Nagy Pándzsa VGT (ÉDUKÖVIZIG, Győr)
4. Győr-Sopron megye földrajza, szerk: Göcsei Imre, Győr-Sopron Megyei Ped. Int. 1990
5. Dr. Lovas Béla: Édesvízi paránok 1-2. (Búvár Zsebkönyvek, Móra F. Könyvkiadó, 1991)

Gábor Dénes-díj 2016

A Novofer Alapítvány kuratóriuma a kimagasló szellemi alkotásokat létrehozó és az új ismereteket a gyakorlatba átültető szakemberek fokozott erkölcsi megbecsülése érdekében 1989-ben díjat alapított az innovációs folyamatban eredményesen tevékenykedők elismerésére. A kitüntetés Gábor Dénesről, a holográfia felfedezőjéről, a Római-klub alapítójáról, a XX. század legnagyobb humanista gondolkodójáról, az 1971-ben Nobel-díjjal kitüntetett tudósról kapta nevét.

A díjazottak

Barabási Albert-László fizikus, hálózatkutató, a Közép-európai Egyetem professzora, az MTA külső tagja. Az elismerést a magyar tudomány és kultúra nemzetközi elismertetésében végzett kiemelkedő tevékenységéért, a modern hálózattudomány megalapításában, a hálózatelméleti kutatásokban nyújtott, széles körű nemzetközi visszhangot kiváltó, a gyakorlati, üzleti életben sokrétűen hasznosítható eredményeiért vehette át, melyek a gyógyszertervezésben, az informatika, a szociológia, a szabályozáselmélet, a biokémia és az orvostudomány terén, valamint a humán mobilitás vizsgálatában sikerrel alkalmazhatók.

Bagaméry István villamosmérnök, a Mediso Orvosi Berendezés Fejlesztő Kft. alapítója és ügyvezető igazgatója. A díjat a vállalaton belüli világszínvonalú innovációs műhely létrehozásáért; számos szabadalmaztatott orvosi leképezési eljárásra épülő, a világon elsőként piacra vitt, többszörös Innovációs Nagydíjas SPECT, PET, CT és MRI modalitásokat átfogó képalkotó berendezéscsalád kifejlesztésében, azok sikeres nemzetközi piacra vitelében; és a debreceni új Nukleáris Medicina Központ létrehozása terén elért eredményeiért kapta.

Simonyi Sándor gépészmérnök a TRIGON Electronica Kft. ügyvezetője. A díjat a gépjármű hajtásvezérlési rendszerek, az alternatív járműhajtások, ill. járműkomponensek vizsgálati technológiáinak és tesztberendezéseinek fejlesztése terén elért hazai és nemzetközi szinten elismert alkotó tevékenységéért vehette át. Eredményeit számos szabadalom is fémjelezi, melyeket a hazai KKV szektor eredményesen hasznosít.

Babcsán Norbert mérnök-fizikus, az Alu-invent Zrt. alelnöke és technológiai igazgatója. Az elismerést a XXI. század új anyaga, az alumíniumhabok fejlesztése, széles körű elterjesztése és üzemszerű gyártása területén elért, nemzetközi szinten is kiemelkedő, szabadalmakkal is védett innovatív tevékenységért, az új alumíniumhabból készült, mikrometeorit-elnyelő panelek, űrtükör szendvicspanelek, irányított hővezetésű panelek termékfejlesztéseinek irányítása, a járműipari haböntvények, robbanásvédelmi panelek és az építőiparban használható alumíniumhab burkolati panelek fejlesztése terén elért eredményeiért vette át.

Frank Péter gépészmérnök a Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft. kutatás-fejlesztési igazgatója. A díjat a korszerű matematikai és mechanikai ismeretek innovatív ipari alkalmazása terén elért eredményeiért, a magyar gazdaság húzóágazatában, a járműgyártásban az elektropneumatikus és az elektromechanikus fékrendszerek, a nehéz haszonjárművek alapvető járműdinamikai szabályozó algoritmusai, az autonóm járművek, a vasúti járművek üzemanyag-fogyasztást optimalizáló rendszerének fejlesztésében vállalt alkotó közreműködéséért, a nemzetközi színtéren működő kutató-fejlesztő kollektíva munkájának sikeres irányításáért, a magyarországi kutatás-fejlesztési tevékenység bővítéséért vehette át.

Józsa János Balázs építőmérnök, a BME tanszékvezető egyetemi tanára és jelenlegi rektora, az MTA tagja. A kitüntetést a felszíni vizek hidrodinamikája, az elkeveredési hidraulika terén elért kimagasló eredményeiért; a tavi, folyami környezetben lejátszódó folyamatok innovatív vizsgálati módszereinek kifejlesztésében és a gyakorlatba való átültetésében; tavaink, folyóink vízgazdálkodási feladatainak megoldását segítő egyetemi és akadémiai kutatói műhely létrehozásában; a nagy felbontású mérési infrastruktúra és a nemzetközi együttműködések kialakításában; a mikrometeorológiai elmélet kidolgozásában; a vízfolyások vízminőségének modellezhetőségét segítő, meghatározó jellegű alkotó tevékenységéért kapta, mely eredmények a hazai vízgazdálkodásban és a katasztrófavédelemben hasznosulnak.

Berényi Antal orvos, orvos-közgazdász, neurofiziológus, a Szegedi Tudományegyetem Állatorvosi Kar Élettani Intézet egyetemi adjunktusa. A kitüntetést az idegtudományi méréseknél alkalmazható multiplexelt erősítőrendszer és a mikroelektródák fejlesztése terén elért eredményeiért kapta, mely egy nagyságrenddel több idegsejt egyidejű megfigyelését teszi lehetővé.

Ürge László vegyész, a DBH Investment Zrt. ügyvezető igazgatója. Az elismerést a világpiacon is sikeres – a gyógyszerjelölt vegyületek tervezését és előállítását támogató – új termékek és technológiák kidolgozása során nyújtott tudományos közreműködéséért, és a megvalósításhoz szükséges szervezetek létrehozásában és sikeres működtetésében végzett szakmai-üzleti vezetői tevékenységéért; az Innovációs Oscar-díjjal is elismert, az áramlásos kémiai technológián alapuló integrált eszköz megalkotásában való részvételéért, és világpiaci bevezetése terén elért jelentős eredményeiért vehette át.

Szabó Csaba Attila villamosmérnök, a BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék professzor emeritusa. A szélessávú hálózatokon és interneten keresztüli multimédia továbbítás kutatásában és oktatásában elért eredményeiért, a közösségi hálózati technológiák, alkalmazások és szolgáltatások, üzleti modellek innovatív kidolgozásáért és értékteremtő megvalósításáért, valamint a tudományos eredményeket bemutató nemzetközi szakmai konferenciák szervezéséért és angol nyelvű folyóiratok létrehozásáért vehette át a díjat.

Dolhay Balázs orvos, a Dolhay Klinika Egészségügyi Kft. tulajdonosa és ügyvezetője. A kitüntetést a nőgyógyászati problémákkal összefüggő diagnosztikai módszerek és terápiás megoldások terén végzett, több évtizedes innovatív fejlesztési, feltalálói tevékenységéért vehette át, melynek eredményeként számos iparjogvédelmi tudatossággal gondozott, az egészségügy területén széles körben hasznosított és keresett termék született.

Meiszel László vegyészmérnök, nyugdíjas tanácsadó. Az elismerést az új műszaki elveken alapuló polipropilénszál gyártási eljárásának kidolgozása és a gyártó üzem megvalósítása, az első magyar membrángyártó üzem és kutatóbázis létrehozása, a hazai szénszálgyártás előkészítése, az Alkalmazástechnikai Kutató létrehozása terén elért eredményeiért, iparjogvédelmi tudatossággal párosult, példaértékű feltalálói tevékenységéért kapta.

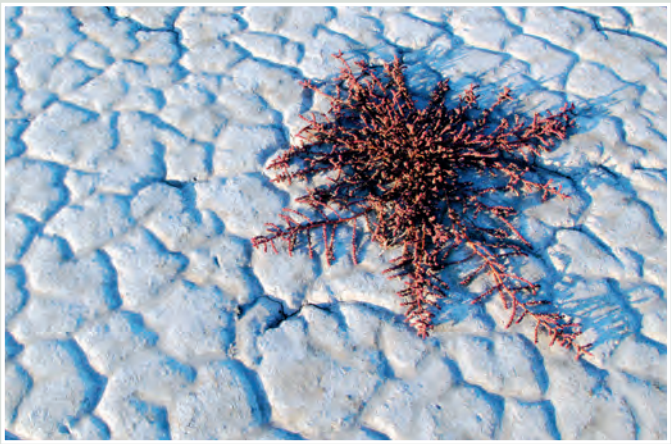
In Memoriam Gábor Dénes elismerés

Kovács László matematika–fizika szakos középiskolai tanár, főiskolai és egyetemi oktató, fizikatörténész.

Gábor Dénes Tudományos Diákköri Ösztöndíj

Szlancsik Attila egyetemi hallgató.

A Velencei-tó élővilága



A bárányparéj a Velencei-tó környékén a szikes kopárok, szikfokok szélsőségesen sótűrő növényfaja, amely a kiszáradt szikes tavak medrében is gyakran megjelenik

A pozsgás zsázsa a szoloncsákos vakszikes foltok jellemző növénye. Baktériumölő hatása miatt a leveleiből készült teát felsőlégúti megbetegedések leküzdésére használják

A tó védett madárrezervátumában ma már nincsenek gémtelepek, de madárvilága még napjainkban is gazdagnak nevezhető

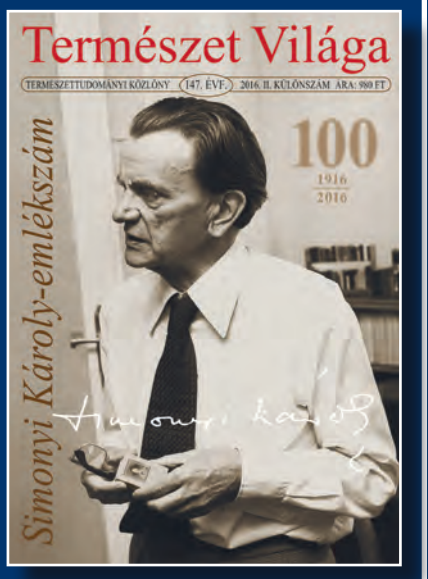
A cserregő nádiposzáta a Velencei-tó összefüggő nádasainak gyakori énekesmadara

A sávos szitakötők rendszerint a vízparti növényzeten pihenve lesnek apró repülő rovarokból álló zsákmányállataikra

A vidra állandó lakója a Velencei-tó halakban gazdag vizének

Kalotás Zsolt felvételei

A SIMONYI KÁROLY-EMLÉKSZÁMUNK SAJTÓBEMUTATÓJA



A Simonyi Károly-különszámunk 2016 októberében jelent meg, a legendás műegyetemi professzor, szerkesztőbizottsági tagunk születése 100. évfordulójára emlékezve. Különszámunk sajtóbemutatóját november 4-én tartottuk a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Központjának tanácstermében. A rendezvényt Hámori József, a TIT elnöke nyitotta meg, majd az emlékszám jelen lévő szerzői röviden bemutatták írásaikat a hallgatóságnak, a tudományos újságíróknak.

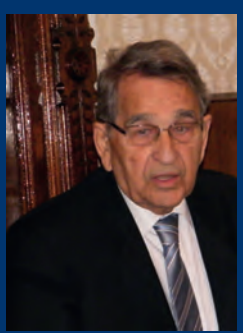
A Természet Világa szerkesztőségének és az emlékszám szerzőinek levélüzenetében mondott köszönetet édesanyja és testvére nevében is Charles Simonyi.

A Természet Világa különszáma január végéig még kapható a nagyobb újságos standokon. Megvásárolható kiadónkban is, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Központjában (Budapest, VIII. ker. Bródy Sándor u. 16.).

Képösszeállításunk fotói a sajtóbemutatón készültek.

Emlékezés Simonyi Károlyra

Együtt



Hámori József

Keszthelyi Lajos

Faragó Sándor

Alpár Tibor

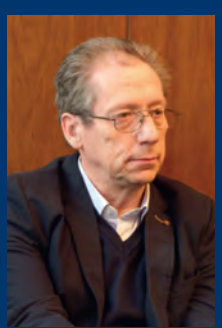
Radnai Gyula

Szőkefalvi-Nagy Zoltán

Kostka Pál

Barna Dániel

Zoletnik Sándor



Tél Tamás

Mécsest gyújtunk

nka Nemzeti Kulturális Alap

9 770013 607305 17001