

Természet Világa

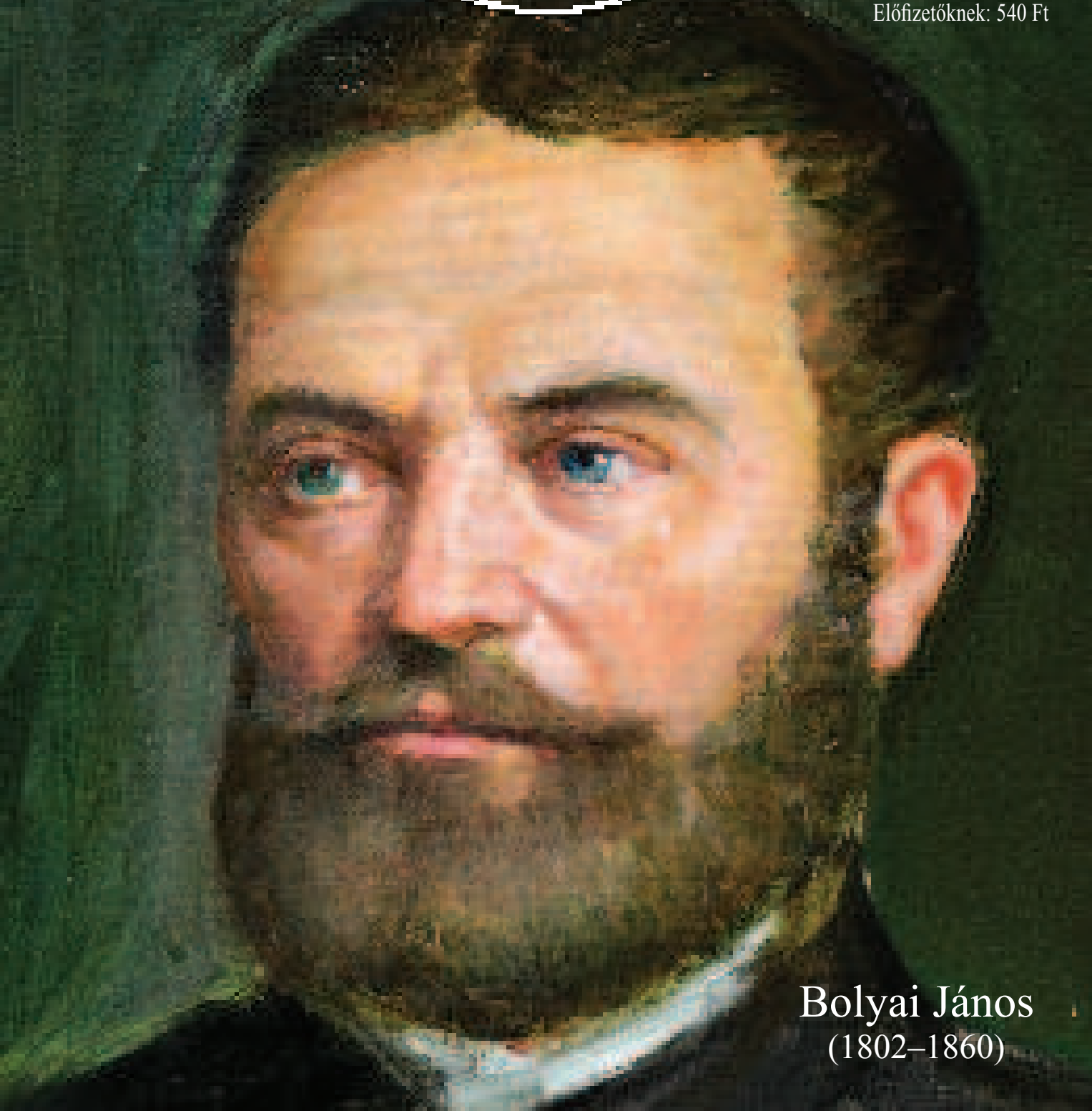
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY -

144. évf. 2. sz.

- 2013. FEBRUÁR

ÁRA: 650 Ft

Előfizetőknek: 540 Ft



Bolyai János
(1802–1860)

■ ÚJRAPROGRAMOZOTT SEJTJEINK

■ FIATAL TERMÉSZETFOTÓSAINK

■ KÖZELEBB A BOLYAI-KÉPHEZ

■ ROCK ÉS CSILLAGOK

■ NAGY TANÁREGYÉNISÉGTŐL, PÁLMAJ LÓRÁNTTÓL BÚCSÚZUNK

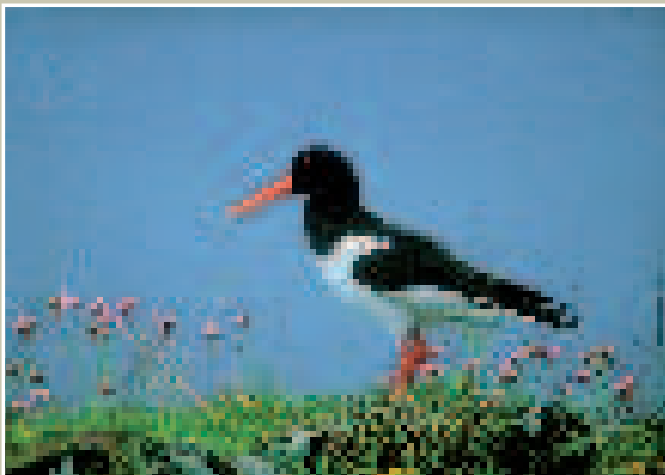
Válogatás fiatal természetfotósaink képeiből



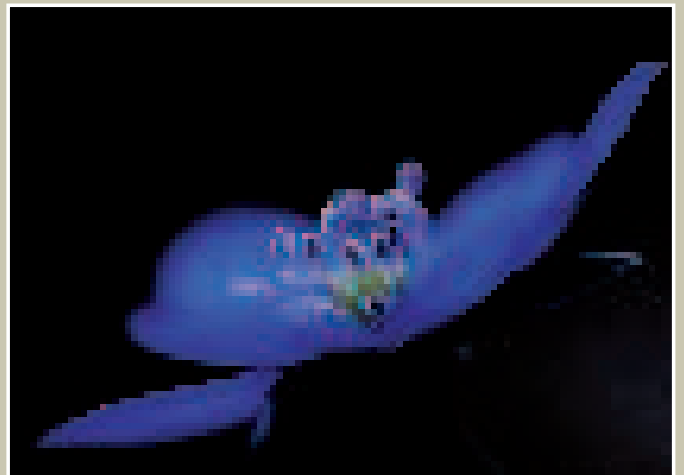
Kurucz Ádám: Jégmadár



Kurucz Ádám: Szarvasbika



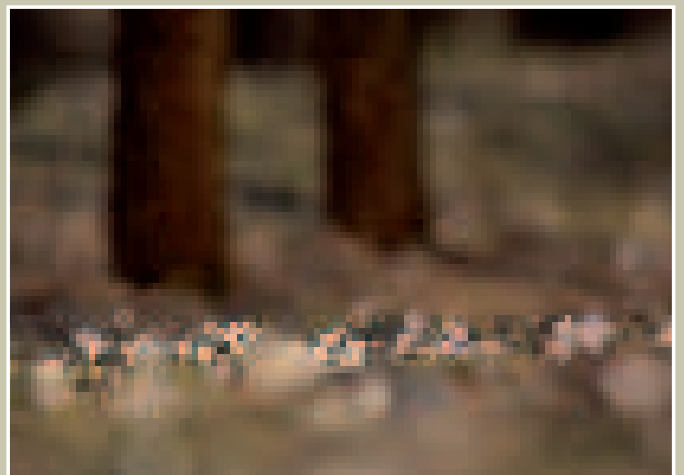
Máté Bence: Csigaforgató



Nagy Gergely: Májvirág

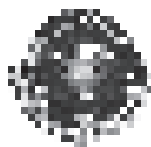


Rakó Alex: Tömegverekedés



Vadász Anna: Tavasz születik

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
144. ÉVFOLYAMA



2013. 2. sz. FEBRUÁR

Magyar Örökség-díjas folyóirat

Megjelenik a
az Országos Tudományos Kutatási
Alapprogramok (OTKA, PUB-I 106 681),
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala,
az OTP Bank, valamint a Nemzeti
Kulturális Alap támogatásával.
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



Főszerkesztő:
STAAR GYULA

Szerkesztőség:

1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.

Telefon: 327-8962, fax: 327-8969

Levélcím: 1444 Budapest 8., Pf. 256

E-mail-cím: termvil@mail.datanet.hu

Internet: www.termeszettvilaga.hu

vagy http://www.chemonet.hu/TermVil/

Felelős kiadó:

PIRÓTH ESZTER

a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja

a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat

1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.

Telefon: 327-8900

Nyomtatás:

Infopress Group Hungary Zrt.

Felelős vezető:

Lakatos Imre

vezérigazgató

INDEX 25 807

HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:

Tudományos Ismeretterjesztő Társulat

1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.

Telefon: 327-8965, fax: 327-8969

e-mail: titlap@telc.hu

Előfizethető:

Magyar Posta Zrt. Hírlap üzletág

06-80-444-444

hirlapelofizetes@posta.hu

Előfizetésben terjeszti: Magyar Posta Zrt.

Árusításban megvásárolható a Lapker Zrt. árusítóhelyein

Előfizetési díj:

fél évre 3240 Ft, egy évre 6480 Ft

TARTALOM

Dinnyés András–Rzepiel Andrea–Vas Virág: Orvosi Nobel-díj – 2012	
Újraprogramozott sejtjeink	50
Gábor Dénes-díj – 2012	53
Személyre szabott rákgyógyítás. Beszélgetés Peták István tudományos igazgatóval.	
Farkas Csaba interjúja	53
„A jövőt a magányos zsenik csak nagyon ritkán találják fel”. Beszélgetés Csermely Péter biokémikussal. Kapitány Katalin interjúja	56
Az első teljes virtuális valóság. Beszélgetés Rátai Dániellel .	
Sályi András interjúja	57
Scheuring István: A mikrobák védelmében. Kulcsszereplők és segítőtársak	60
Találkozás egy űrhajósnővel. Kittel Ágnes interjúja	64
Bencze Gyula: In memoriam Paul Kurtz	65
Wesely Tibor: Közelebb a Bolyai-képhez	66
Gulyás Krisztina–Somfalvi-Tóth Katalin: A tapadó hó és az előrejelzési kísérletek	69
Kalotás Zsolt: Előttünk az utódaink. A magyar természetfotós utánpótlás	73
Abonyi Iván: A fizikai megismerés kalandjai. Harmadik rész.	76
HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSEGEK	79
Radnai Gyula: Bölcsész természettudósok a XVIII. és a XIX. században. Második rész.	82
Albert Gáspár: A kőpaták völgye	85
Hágen András–Horváth Dóra–Stromp Márk: Hogyan mozogtak az ipolytarnóci őssállatok?	87
Szili István: Gombák télen.	89
Kapronczay Károly: Az egykori Orvosegyesület székháza	90
ORVOSSZEMMEL (Matos Lajos rovata)	92
Rock és csillagok	93
FOLYÓIRATOK	95
Both Előd: Fél évszázad néhány űrhajósnője	96

Címképünk: Bolyai János új képe (Márkos Ferenc festőművész alkotása)
Borítótalapunk második oldalán: Válogatás fiatal természetfotósaink képeiből (Kurucz Ádám, Máté Bence, Nagy Gergely, Rakó Alex és Vadász Anna felvételei)
Borítótalapunk harmadik oldalán: Fél évszázad néhány űrhajósnője

Mellékletünk: Búcsúznak Pálmay Lóránttól. Katona Gyula: Pálmay Lóránt temetésére. Somfai Zsuzsa: Búcsúszavak. Szerettem tanítani. Beszélgetés Pálmay Lóránttal. Pálmay Lóránt a professzorára, Hajós Györgyre emlékezik (Hajós Erzsébet). A XXI. Természet-Tudomány Diákpályázat cikkei (Hidas Gábor és Fehér Sára írása)

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

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

Főszerkesztő: STAAR GYULA

Szerkesztők:

KAPITÁNY KATALIN (yka@mail.datanet.hu, 327–8960)

NÉMETH GÉZA (n.geza@mail.datanet.hu, 327–8961)

Tervezőszerkesztő: NÉMETH JÁNOS

Titkárságvezető:

CZIFRIK-KESZTHELYI BARBARA

DINNYÉS ANDRÁS – RZEPIEL ANDREA – VAS VIRÁG

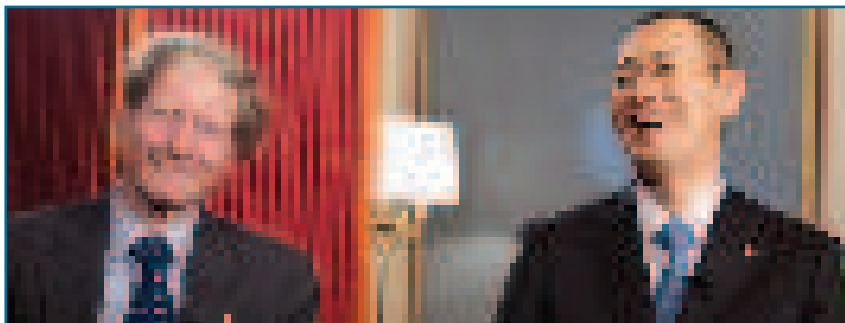
Orvosi Nobel-díj – 2012

Újraprogramozott sejtjeink

Sir John B. Gurdon fejlődésbiológus a cambridge-i egyetemről és Shinya Yamanaka a kyotoi egyetem össejtkutatója kapta 2012-ben az orvosi fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat. A Nobel-díj bizottság közleménye szerint felfedezéseikkel alapjaiban változtatták meg azt a régóta elfogadott nézetet, hogy a sejtek elköteleződése, differenciációja egyirányú és visszafordíthatatlan. Gurdon ezt az áttörést sejtmag-átültetéses klónozással, Yamanaka pedig genetikai módosítással érte el. Ha ezt a manapság használatos köznyelvre fordítjuk le, egyikük „klónozott”, a másikuk pedig „génpiszkált”. Eredményeik a várakozások szerint sokak életét változtathatják jobbra súlyos, szenvedésekkel teli betegségeiket gyógyítva, életüket meghosszabbítva.

A békák nagy ugrása

Az embrió fejlődése során a formálódó szervezet sejtjei differenciálódnak, így alakítják ki a szervek specializálódott sejtjeit, miközben fokozatosan elvesztik az össejtekre jellemző, korlátlan szaporodási, fennmaradási („halhatatlan sejtek”) és sokféle sejtípusú alakulá-



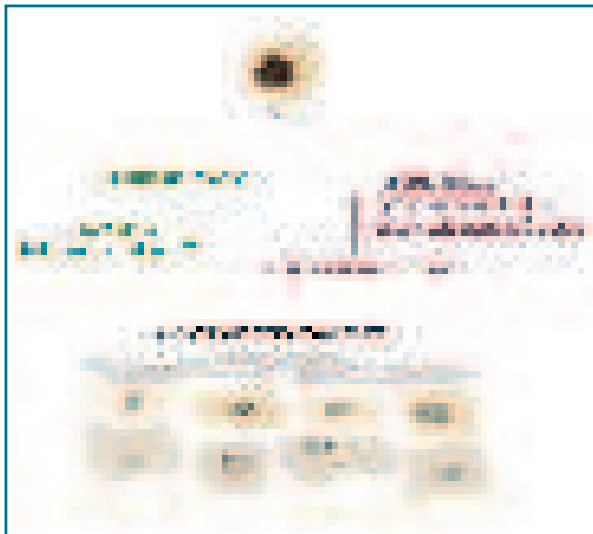
Sir John B. Gurdon és Shinya Yamanaka

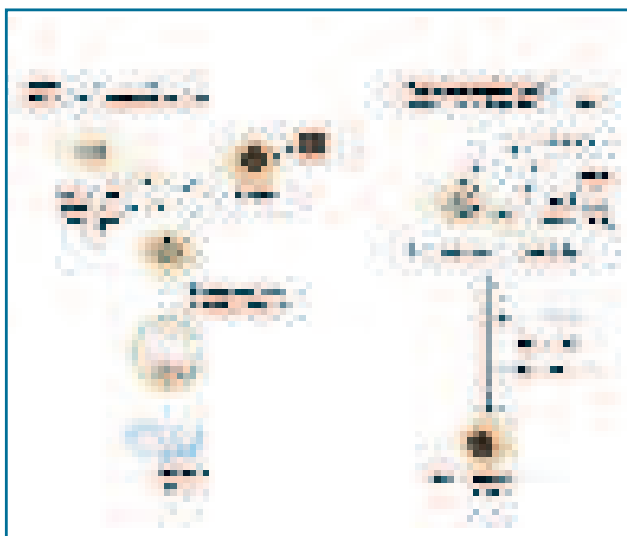
si képességüket. Gurdon kutatásai ezzel szemben rávilágítottak arra, hogy ez a folyamat megfordítható, mivel kísérleteiben egy érett genetikai állományú testi sejtet a körülmények drasztikus megváltoztatásával képes volt újra össejt tulajdonságú sejté alakítani. 1962-ben jelent meg az a tanulmánya, amelyben beszámolt arról, hogy egy ebihalból származó bélmájsejt sejtjét beültette egy sejtmentes békapetébe [1]. Kis hatékonysággal, de a sejtmentes klónozás (a sejtmentes adó ebihal „másolása”) sikerrel járt: a differenciálódott sejtek sejtjeiből az új környezet hatására „újraprogramozódtak” és egészséges békák fejlődtek ki. Felnőtt békák bőréből azonban nem sikerült életképes utódokat előállítani, így feltételezték, hogy az újraprogramozás a teljesen kifejlett egyedek sejtjeiből korlátozottan történik.

A fejlődés során a sejtek érése egyirányú, de a körülmények drasztikus megváltoztatásával az érett sejteket újra össejt tulajdonságú sejté lehet alakítani

Akik birka módon kimaradtak – a Dolly-csoport

„Felnőtt testi sejtéből nem lehet életképes utódot nyerni” – ezt a Gurdon-nevéhez kötődő dogmát cáfolták meg Sir Ian Wilmut és Keith Campbell kísérletei, amikor hasonló sejtmentes átültetési eljárást alkalmaztak emlősök sejtjein – a híressé vált Dolly bárány esetében egy anyajuh emlősejtjéből született meg az utód 1996-ban, nem utolsósorban Bill Ritchie technikus ügyes metodológiai újításainak köszönhetően [2]. Ez a hír már nemcsak a tudományos köröket, hanem a közvéleményt is megmozgatta, hiszen az emberhez „közel álló” emlősállat esetében sikerült az áttörés. Ma már tudjuk, hogy a sejtmentes átültetéssel létrejövő béka, emlős vagy egyéb „klónok” korántsem azonosak, számos okból. Az egyik génállománybeli eltérést a sejtek magján kívül, a citoplazmában található kis sejtorgánok, a mitokondriumok genetikai anyaga okozza, ami a befogadó petesejtek esetében általában nem ugyanabból az állatból származik, mint a sejtmentes. De a legfontosabb eltérés magában az újraprogramozás lényegében keresendő: a gének sorrendje, megléte a tulajdonságok kialakításában fontos, de egyeduralgoló szerepe nincs, hiszen a gének megléte csak lehetőség arra, hogy azok valóban „bekapcsoló”, aktív állapotban legyenek. Az ún. epigenetika írja le azt, hogy a jelen levő gének be- vagy kikapcsoló állapotban vannak. A testi sejtek újraprogramozása során nagy hatású változások történnek





A két Nobel-díjas módszere az érett sejtek visszaprogramozására

a sejtek epigenetikai mintázatában, így lesz egy felnőtt pl. bőrszövetéből újra mindené alakulni képes, a frissen megtermékenyült embrió tulajdonságaival rendelkező sejt. Majd ebből a sejtéből az egyedfejlődés újraindul, és a kifejlődő „klónban” a környezet és számos esetben véletlenszerű hatásokra egyedi epigenetikai mintázat alakul ki, ami korántsem a kiinduló sejt donor egyed másolata, inkább annak „egyetjéjű iker” hasonlóságú rokona. Mivel az újraprogramozási folyamat nem minden esetben tökéletes és teljes, a módszer hatékonysága alacsony, és a megszülető klónozott állatoknak sok esetben kisebb-nagyobb egészségi problémáik vannak.

A sejtóra genetikai visszatekerése

Saját elmondása alapján a következő nagy átörösz Shinya Yamanaka az ötletet a Dolly-klónozás eredményeiből merítette. Munkacsoportja 2006-ban közölte, hogy a differenciált sejtek összejté való visszaalakítását pusztán négy gén manipulálásával sikerült elérni. Név szerint : Oct4, Sox2, Klf4 és C-Myc gének. A négy érintett fehérjéről már ismert volt, hogy az embrionális összejtékben jelen vannak, de Yamanaka világított rá arra, hogy ennek a négy faktornak mesterséges kifejeződése elégséges az újraprogramozáshoz és az összejt-tulajdonságok kialakításához, még akkor is, ha a sejt már egyszer differenciálódott. Az így kialakított sejtípust Yamanaka és munkatársai indukált pluripotens összejtnek nevezték el (iPS=induced Pluripotent Stem cell) [3]. A rákövetkező években az is bebizonyosodott, hogy az egér iPS-sejtek az embrionális összejtékhez hasonlóan képesek mindhárom csíralemez sejtjeivé alakulni, illetve embrióba bejuttatva az utódok számos szöve-

tében megtalálhatók voltak az iPS-sejtek leánysejtjei, és akár ivarsejteké is differenciálódtak.

Yamanaka egerek farkvégéből izolált sejteket használt az összejték előállításához, az elmúlt 6 évben viszont számos más egér és emberi eredetű sejtípusra is alkalmazható volt a módszer. A kísérletek során előforduló egyik korai probléma az újraprogramozó gének sejtbe juttatásával kapcsolatban merült fel. Kezdetben laboratóriumi körülmények között előállított retrovírusba „csomagolva” juttatták be a négy gént a sejtekbe, de ez a technika azzal jár, hogy a sejt DNS-állományába beépül a retrovírus genomja, ami potenciálisan károsíthat fontos géneket. Az

elmúlt években a technika sokat fejlődött, és ma már vannak vírusmentes géneviteli módszerek, sőt olyanok is, amikor nem módosul a sejt genetikai állománya, és az átprogramozó gének, vagy fehérjék csak rövid ideig vannak jelen a sejtben, amíg az epigenetikai változást beindítják.

Az összejté való visszaalakulás egyelőre alacsony hatékonyságú módszer, a kezelt sejtek kevesebb, mint 1%-át lehetett csak újraprogramozni, sőt egéren, patkányon és emberen kívül a legtöbb állatfaj esetében a módszerrel egyelőre még nem sikerült valódi „pluripotens” összejtéket nyerni.

A gyakorlat

A testi sejt-átültetéses klónozás a kezdeti érdeklődés után a technológia nehézségei miatt vesztett népszerűségéből. Gazdasági használatok élelmiszercélú klónozását az Egyesült Államok ugyan engedélyezi, de Európa mereven elzárkózik ettől, etikai aggályok alapján, mivel az FDA és az EFSA élelmiszerügyi hatóságok egyhangzó véleménye alapján a technológiának humán egészségügyi kockázata nincs, a klónozott állatok húsa és teje nyugodtan fogyasztható. A közvéleménykutatások viszont azt mutatják, hogy ebből a „pudingból” a többség nem akar enni Európában. Ma már a világon sok ezer klónozott szarvasmarha, juh, kecske, ló és sertés létezik, egy részük mint tenyészállat, többségük pedig mint orvosi modellállat vagy „bioreaktor”, amely vérében, tejében orvosi célú fehérjéket termel. Az állatok közül meglehetősen sok a magzati fejlődés során, vagy élete első évében elpusztul: az epigenetikai hibákért meg kell fizetni – ezért is nagyon indokolt a humán reprodukciós célú, tehát kisbaba létrehozására irányuló klónozás szigorú tiltása.

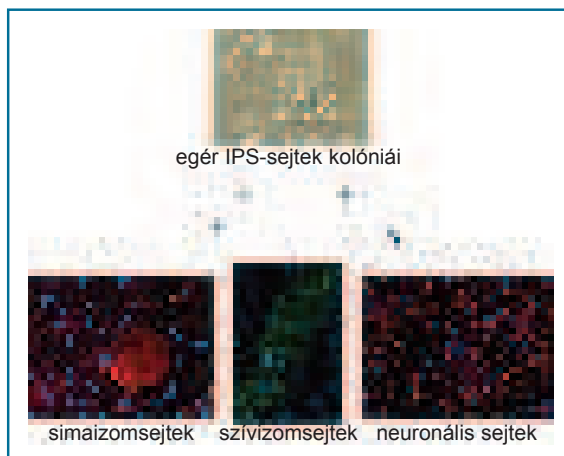
Az elmúlt években számtalan hír röppent fel összejtékek kapcsolatban, noha jelenleg nehéz lenne megjósolni, hogy hova vezet, mit eredményez a jövőben az új iPS-technológia, de a főbb lehetőségekről szót ejtünk.

Az iPS-módszernél kiküszöbölhetők az embrionális összejték esetében az emberi embriók felhasználásával kapcsolatban felmerült etikai aggályok. A visszaprogramozott felnőtt sejtek olyan összejtforrást jelentenek, amelyek nagymértékben felszaporíthatóak, majd a kívánt sejtípussá alakíthatóak. Így a regenerációs orvoslásban a beteg saját sejtjeit – például egy egyszerű vérvételnél a vér sejtjeit – lehetne visszaprogramozni összejté, majd – laboratóriumi körülmények között – a sérült sejteket pótolni a betegben. Az így nyert összejték és a visszaültethető leánysejtjeik óriási előnye az lenne, hogy mivel a beteggel megegyező a genetikai anyaguk, immunológiai reakciót nem váltanának ki. De mai tudásunk szerint az összejték laboratóriumi differenciálása specifikus sejtípusokká nem éri el a 100%-os hatékonyságot, és nehéz kiküszöbölni az esetlegesen hátramaradt, tumorképzésre is képes iPS-sejtek jelenlétét. Továbbá jelenleg is vita folyik a tudományos közösségben arról, hogy mennyire egyenértékűek az embrionális és az indukált pluripotens összejték. A pluripotens összejtékekkel mindenesetre fontos klinikai kísérletek kezdődtek a szem ideghártya sejtjeinek, valamint a gerincvelő sérülések gyógyítására.

A visszaprogramozott összejték azonban már ma is kiváló eszközei a kísérleti munkának. Az iPS-sejtek forrása nem csak egészséges szövetek, de beteg sejtek is lehetnek, mert ha egy betegség genetikai eredetű, akkor az újraprogramozott összejtékben is megmarad a hibás, betegségre jellemző genetikai állomány. Ebben az esetben a visszaprogramozott összejtékekkel modellezni lehet egyes betegségek kialakulását, vizsgálni lehet a beteg sejtek viselkedését laboratóriumi körülmények között. A személyre szabott orvoslás egy másik felhasználási lehetősége a betegből nyert sejtek gyógyszerfejlesztésben való felhasználása, mivel a visszaprogramozott emberi összejtékben, valamint az ezekből nyert szív, ideg, máj és sok más sejtípuson a korábbinál pontosabban, a beteg(csoport) genetikai sajátosságait is figyelembe véve lehet majd tesztelni a potenciális gyógyszeralapanyagokat. Ez pontosabb, gyorsabb, és az állatkísérleteket részben kiváltó fejlesztést tesz majd lehetővé. Az iPS-sejtek használata például lehetővé teheti a Parkinson-betegség, az Alzheimer-kór és számos más elváltozás sejt szintű tanulmányozását és új gyógymódok kifejlesztését.

A díjazottak boldog élete

Nem kizárt tehát, hogy a Gurdon által elindított, és Yamanaka által folytatott fejlődés a gyógyításban is jelentős módszerré válhat, de egyelőre nehéz eldönteni, hova fej-



Az ábrán egérintukált pluripotens őssejtek és ezekből differenciálódott sejtípusok láthatók (A képek a Biotalentum Kft. őssejtlaboratóriumában készültek)



4. ábra. Az első hazai sejtmagátültetési klónozott egér (Klonilla) és nyúl (Tapsilla) és a létrehozó kutatók (Dinnyés András felvételei)

lódik a terület. A Nobel-díj bizottság mindenesetre bízhatott ebben, hiszen 6 évvel a felfedezése közlése után Yamanaka már meg is kapta a díjat, ami rendkívül gyorsnak számít. Érdekes, hogy a Dolly bárányt előállító kutatók, akik nagyot lendítettek a terület fejlődésén, kimaradtak a díjazásból – az „ázsiai Nobel-díjnak” számító Shaw-

díjat két éve Yamanaka, Wilmut és Campbell még megosztva kapták. Sajnos, Keith Campbell, ha kiválasztják, sem kaphatta volna meg a Nobel-díjat, mert a kiosztást megelőző héten, mindössze 58 évesen váratlanul elhunyt. Sir Ian Wilmut 2012-ben vonult nyugdíjba, előtte egy őssejtkutató intézetet vezetett, klónozással már nem foglalkozott.

Mindenesetre, saját korányaiuk már korábban is elismerték sztár kutatóikat, Gurdon lovagi címet kapott, valamint a róla elnevezett cambridge-i Gurdon Intézet vezetését kapta feladatul, Yamanakát pedig szintén egy nagy, számára épített kutatóintézet vezetésével jutalmazták hazájában. Japánban az iPS-technológia nemzeti érzelmet is megpendítő ügy, és Yamanaka népszerű nemzeti büszkeség, a Nemzetközi Őssejt Társaság jelenlegi elnöke. Kisebb gondokat csak az okoz, hogy a technológia alapötletét az Egyesült Államokban dolgozó Rudolf Jaenisch korábban is felvetette, sőt szabaddalmak is születtek erről. A szabadalmi elcsőség kérdése kapcsán jelentős feszültségek alakultak ki a japán és amerikai csoportok között, de egyelőre a Yamanaka-csoport helyzete biztosítottnak látszik, és a Nobel-díj is ezt a véleményt erősítette meg. A szabaddalmak kérdése akkor éleződhet ki, ha az akadémiai jellegű kutatások helyét az óriási gyakorlati és gazdasági értékű alkalmazások veszik át.

Összefoglalva, az őssejtkutatás rendkívüli fejlődése sok új tudományos eredményre támaszkodhat, és dinamikáját annak a reménynek köszönheti, hogy a XXI. században a regenerációs terápia alapvetően meg fogja változtatni az orvosi eszközrendszert. A békáktól az emberi őssejtekből előállított idegsejtekig hosszú út vezetett, de ezt a fél évszázados folyamatot most egyszerre díjazta a Nobel-díj bizottság egy nagy „békaugrással” összekötve a sejtmagátültetés és az iPS történetét.

A szerzői munkát az EU FP7 Marie Curie ANISTEM (PIAP-GA-2011-286264) projekt támogatja.

IRODALOM

[1] J. B. Gurdon, “The developmental capacity of nuclei taken from intestinal epithelium cells of feeding tadpoles,” *J Embryol Exp Morphol*, vol. 10, pp. 622–640, Dec. 1962.
 [2] I. Wilmut, A. E. Schnieke, J. McWhir, A. J. Kind, and K. H. Campbell, “Viable offspring

Genetikai újraprogramozás Magyarországon

Az emlőssejtmag-átültetéses klónozás módszerét a korábban a „Dolly”-t előállító csoportot 2000-től két évig, Sir Ian Wilmut Roslin Intézeti tanszékén belül vezető – Dinnyés András hozta „haza”. Gödöllőn az EU és a Wellcome Trust támogatásával felállított kutatócsoportja 2006-ban hozta létre Közép-Európa első testi sejt klónozott egerét, „Klonillát” (4), majd 2007-ben első klónozott nyulát, „Tapsillát” (5). A hazai csoport többek között együttműködött Prof Keith Campbell nottinghami csoportjával is a Dinnyés által vezetett európai uniós projektek keretében, Bill Ritchie pedig a Szent István Egyetemen Dinnyés András témavezetésével szerzett doktorátust. A továbbiakban, együtt haladva a nemzetközi fejlődéssel, Dinnyés csoportja 2009-ben létrehozta az első iPS-sejtjeit emberből és egerből (6). Dinnyés András kutatásait a Biotalentum Kft. és a Szent István Egyetem együttműködésében folytatja beteg specifikus humán sejtvonalak, majd ezekből különböző gyógyszeresztelők sejtek (szív, ideg, simaizom, máj stb.) és gyógyított sejtek (például gerincserülés modellben) létrehozása érdekében. Budapesten a Sarkadi Balázs akadémikus vezette csoport a hazai humán embriónális őssejtkutatás úttörője volt, és jelenleg szintén sikerrel foglalkozik humán indukált pluripotens őssejtek létrehozásával és vizsgálatával.

IRODALOM

4) Meng, Q., M. Wang, C. Stanca, S. Bodo and A. Dinnyes (2008). “Cotransfer of Parthenogenetic Embryos Improves the Pregnancy and Implantation of Nuclear Transfer Embryos in Mouse.” *Cloning and stem cells* 10(4). 429-434
 5) Meng, Q. G., Z. Polgar, J. Liu and A. Dinnyes (2009). “Live Birth of Somatic Cell-Cloned Rabbits following Trichostatin A Treatment and Cotransfer of Parthenogenetic Embryos.” *Cloning and Stem Cells* 11(1): 203-208.
 6) Muenthaisong S, Ujhelly O, Polgar Z, Varga E, Ivics Z, Pirity MK, Dinnyes A. Generation of mouse induced pluripotent stem cells from different genetic backgrounds using Sleeping beauty transposon mediated gene transfer. *Exp Cell Res*. 2012 Nov 15;318(19):2482-9.

derived from fetal and adult mammalian cells,” *Nature*, vol. 385, no. 6619, pp. 810–813, Feb. 1997.
 [3] K. Takahashi and S. Yamanaka, “Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors,” *Cell*, vol. 126, no. 4, pp. 663–676, Aug. 2006.

Gábor Dénes-díj, 2012

Országházunk Főrendházi termében december 20-án adták át a 2012. évi Gábor Dénes-díjakat. Ezt a díjat 1989-ben alapította a NOVOFER Alapítvány, azzal a céllal, hogy elismerésben részesítse a műszaki-szellemi alkotásokat, a mérnöki munkát, a technológiai fejlesztés terén nyújtott kiemelkedő teljesítményeket.

A díjazottak közül három kutatót mutatunk be, a velük készített beszélgetésekkel:

- *Peták István* orvost, az MTA Támogatott Kutatóhelyek Irodája, Pathobiokémiai Munkacsoport tudományos főmunkatársát, a KPS orvosi biotechnológiai vállalkozás alapító vezetőjét,
- *Csermely Péter* biokémikust, a Semmelweis Egyetem Orvosi Vegytani, Molekuláris biológiai és Pathobiokémiai Intézetének egyetemi tanárát, és
- *Rátai Dániel* informatikust, felfalót, a 3D for All Számítástechnikai Fejlesztő Kft. általános fejlesztésvezetőjét.

Személyre szabott rákgyógyítás Beszélgetés Peták István tudományos igazgatóval

A budapesti KPS Diagnosztikai Központban valóságos „génhiba-vadászat” során derítik ki, hogy az adott személy számára milyen speciális gyógyszer jelenthet segítséget a betegség leküzdésében. A KPS csapata Peták István tudományos igazgató vezetésével már sok betegen segített, akinél a távoli, nagy áttétek miatt feltétlenül gyógyszeres kezelésre volt szükség, de ez csak a célzott kezelés személyre szabott kiválasztásával volt lehetséges.

– *Mi volt az a meghatározó élménye, ami abba az irányba terelte, hogy személyre szabott rákgyógyászattal foglalkozzon?*

– Kicsit messzebről kezdem. Természetszeretemet, mely elválaszthatatlan az orvosi pályától, édesapámtól örököltem, aki 1996 és 1998 között a Magyar Televízió elnöke volt, és egyebek között ő szerkesztette a Másfél millió lépés Magyarországon című filmet.

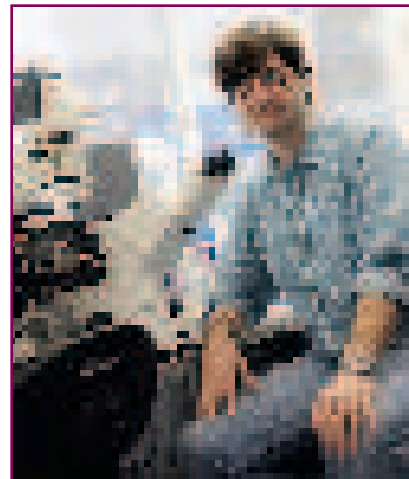
Érdeklődésem azonban egy idő után mindinkább az orvosi pálya felé fordult. 1995-ben szereztem általános orvosi diplomát a Semmelweis Egyetemen. A diploma megszerzése után nem sokkal az egyetem daganatos gyermekekkel foglalkozó klinikájára kerültem, majd a I. sz. Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézetben folytattam kutatómunkát, ahol a daganatos sejtek kemoterápiás szerek hatására kiváltotta aktív sejthalál, az apoptózis molekuláris mechanizmusát vizsgáltam.

A döntő lökést azonban az adta meg, amikor a Semmelweis Egyetem II. sz. Gyermek-klinikájának Onkológiai Osztályán daganatos gyermekek gyógyítását végeztem és közben kutattam is. Az egyik feladatomból annak kiderítése volt, hogy miközben a leukémiás gyermekek döntő többsége meggyógyult a kemoterápiás kezelés hatására, egy részük,

akikben egy speciális molekuláris elváltozás van jelen, meghalt. Már akkor, 1995 táján tudni lehetett, hogy ez a fehérje egy kináz-enzim, s ha összeragad egy másik fehérjével, akkor kóros, úgynevezett fúziós fehérje jön létre. Ez az összeolvadás a következőképpen néz ki: az egyik emberi kromoszóma egy darabkája letörik, és átragad egy másik kromoszómára, ez a transzlokáció, áthelyeződés. Az így létrejött kóros fehérje azt a hamis jelet indítja el a sejtben, hogy osztódnia kell, és nem szabad meghalnia. Az így kialakult rosszindulatú sejtburjánzásra akkoriban nem volt semmiféle gyógyszerünk, és ezek a gyerekek meghaltak. Nem tudtam belenyugodni, hogy tehetetlenek vagyunk, és eldöntöttem: mindenképp a kutatásra fókuszálok. Az I. sz. Patológiai Intézetben a kutatási téma, amit kaptam, az apoptózis, a programozott sejthalál kutatása volt, ezen belül is az, hogy a sejthalál hogyan szabályozódik a sejtekben.

– *A témák jól kiegészítették egymást...*

– Fontos volt megérteni, hogy a rákos beteg daganatai között miért van akkora különbség, hogy az egyik daganatot el tudjuk pusztítani programozott sejthalállal előidézve, a másik sejtben pedig sikertelen marad a beavatkozás. Az okot a két eset közti molekuláris szintű eltérésekben találtuk meg. Azt a beteget, akinél egy kicsi, speciális molekuláris elváltozás volt, nem lehetett ugyanazon módszerrel gyógyítani, mint akinél nem volt elváltozás. Hiszen a programozott sejthalálnak az a lényege – mint rájöttünk –, hogy nem passzív folyamat, „nem azért hal meg egy sejt, mert agyonütjük”, hanem utasítást hajt végre, ami arról szól, hogy pusztuljon el. De éppen azért, mert utasítást hajt végre, dönthet úgy is, hogy nem hajtja végre.



Peták István, a KPS Diagnosztika Zrt. tudományos igazgatója

Ilyen folyamat akkor játszódhat le, amikor az egyik kemoterápiás szer megzavarja a másik kemoterápiás szer programozott sejthalál- okozó képességét. Itt tartottam kutatásaimban, amikor megkezdtem öt éves Fulbright ösztöndíjamat az Egyesült Államok St. Jude gyermek-onkológiai központjában.

– *Ott minden bizonyos fantasztikus kutatási lehetőségek fogadták.*

– Igen. Minden daganattípusból 10 rákos sejtvonalat vizsgáltunk, és így derült ki, hogy ugyanarra a kezelésre minden sejtvonal másképpen reagál. (A sejtvonalak: a rákos betegből eltávolított, tápoldatba beállított daganatszövetek, melyek növekednek. Mindegyik kap egy nevet, és le is lehet őket fagyasztani, és ha bármely kutatónak szüksége van rá, az Egyesült Államoktól Új-Zélandig hozzá-

férhet. Erre azért van szükség, mert ha például egy tudományos közleményben leírok egy kísérletet, akkor ugyanezt meg tudják ismétetni a kapott sejtvonal segítségével a világ minden táján. A kutatónak ugyanarra az eredményre kell jutnia, mint amire én jutottam, s onnan tovább tud jutni a tudományos kutatásban.) Belegondoltam, hogy ezeket a sejtvonalakat emberekből izolálták, és ha in vitro, kísérleti körülmények között, egy tenyésztőedényben kezelve ekkora terápiás érzékenységekülönbség van sejt és sejt között, akkor in vivo, az emberek között is ennyi van. Ebből látszott, hogy ugyanazzal a gyógyszerrel nem lehet minden daganatot meggyógyítani.

– *Mindig lesznek, akik jól reagálnak adott gyógyszerre, és lesznek, akik nem.*

– Ez két szempontból is probléma. Egyrészt, hogy ha túl kevés emberről van egy gyógyszer, akkor nagyon sok beteg felesleges kezelést kap, és így nem jut hozzá a megfelelőhöz, valamint felesleges mellékhatásokat szenved el. A másik gond, hogy a gyógyszergyártók esetleg épp ezért nem foglalkoznak tovább bizonyos hatóanyagok kifejlesztésével, mondván, hogy ha úgymint csak minden tizedik betegnél hat, nem akarnak vele kilencet feleslegesen kezelni. Ugyanakkor a tizedik beteg nem kapja meg azt a gyógyszert, ami az ő esetében használt volna. Tehát ez is rossz döntés. A megoldás csak az lehet, ha meg tudjuk mondani, a tízből ki az az egy, akinél az adott szert lehet és kell is alkalmazni.

Ezzel a problémával küszködtem 2002-ben, amikor hazajöttem az Egyesült Államokból. Szerencsére találkoztam egy volt évfolyamtársammal, Schwab Richárdal, aki klinikus orvos, gyógyszerkutatással foglalkozott, és éppen Bázélból tért haza. Remek párosításnak tűnt a kutatói és a klinikusi oldal ötvözése: én azzal foglalkozom, hogy miért hatnak a rákgyógyszerek, illetve a hatás-előrejelzéssel, ő pedig a gyógyítással, a klinikumba való átültetéssel. Ez az ötlet vezérelt minket cégünk megalapításakor. Olyan diagnosztikai laboratórium létrehozása volt a cél, mely megjósolja, hogy az egyes gyógyszerek az egyes esetekben mikor hatnak és hatnak-e egyáltalán. Innen indultunk tehát, és 2003-ban létrehoztuk az ezzel foglalkozó vállalkozást, a KPS-t, mely név az alapító munkatársaink nevét foglalja magában (a P és az S mi vagyunk, a K pedig Kollár Katalin közgazdász, aki a pénzügyeket irányítja). A cég annak mintájára jött létre, amit az Egyesült Államokban és Nyugat-Európában tapasztaltunk, s ahol az alkalmazott kutatásban az ilyen innovatív vállalkozások nagyon hatékonyak.

– *Az egyetemeken inkább alaputatás zajlik, a természet megismerése, a nagy gyógyszer-gyárakban pedig már a gyógyszerek szabályozott gyártási folyamatait, illetve a klinikai vizsgálatokat.*

– És a kettő között a hidat a miénkhez hasonló kis biotechnológiai vállalkozások jelentik, a gyógyszerek 80 százalékát ezek fejlesztik ki, és csak később vásárolják meg azokat a gyárak, majd viszik el klinikai vizsgálatokig. Magyarországon is vannak ilyen gyógyszerkutató kisvállalkozások. A KPS 2003-ban indult el, s éppen egy időben vált ismeretessé a teljes emberi génekészlet (a genom) az emberi génprojekt révén. Számunkra ez rendkívül fontos volt, hiszen ha meg akarjuk érteni molekuláris szinten, hogy miben különböznek egymásról az egyes daganatok, akkor kell egy referencia-kód, amihez a megváltozott kódot hasonlíthatjuk. Ugyanakkor ez az év nagy jelentőségű volt a célzott gyógyszerek szempontjából is, mivel akkor próbálták ki több ezer tüdőrákos betegen a hámnövekedési faktor receptort gátló gyógyszert. Sajnos, az eredmények csalódást okoztak, mert – hasonlóan a sejtvonalakhoz – az emberek sem egyformán reagáltak erre az új gyógyszerre. Tudjuk, hogy van mintegy 30 ezer emberi gén, és ebből három-négy-száz azt szabályozza, hogy a sejtek osztódjanak vagy elpusztuljanak. Ezek azok a gének, melyekben a sejtet daganatosná tevő génhibák kialakulhatnak. Ezt úgy kell elképzelni, hogy a sejt felszínén lévő fehérjék molekuláris kapcsoló szerepét töltik be. Ha jön egy jel a szervezet részéről, hogy „osztódj”, akkor e fehérje bekapcsolja ezt a „kapcsolót”, és elindul egy impulzus a sejt felszínéről, a kapcsolóról a sejtmagig. Az információ több „kapcsolóállomáson” keresztül lejut a sejtmagba, mely végrehajtja a parancsot. A kapcsoló lehet akár egy növekedési faktor-receptor, mely a sejttől növekedésének bekapcsolásáért felelős, vagy halálreceptor, mely a sejthalál-program bekapcsolását végzi. A kapcsolótól a végrehajtásig több olyan átkapcsolás létezik, melyben hiba lehet, emiatt nem ér célba a szervezet döntése. Példaként említhetjük a hörgőnkben található hámséjtet, ami bevonja a hörgők felszínét a szükséges vastagságban, ám ha ez a hámréteg például gyulladásban elpusztul, akkor a pótláshoz osztódnia kell. De mi van akkor, ha „beszűl a kapcsoló” (receptor), és folytatódik az osztódás akkor is, amikor már nem kell? Ez esetben kóros hámséjtburjánzás alakul ki.

– *Ez pedig a daganat, a tüdőrák.*

– A gond az, hogy nemcsak egyféle „kapcsoló” van a sejt felszínén, hanem tucatnyi, s nemcsak ezek „romolhatnak el”, hanem a sejten belüli „jelátkapcsoló állomások” (jelátviteli szignáltranszdukciós fehérjék) is. Ha célzott gyógyszert használunk, ami egy bizonyos kapcsolóra hat, akkor az csak abban az esetben fog hatni, ha azon a kapcsolón van a hiba, melyre a gyógyszert kifejlesztették. Ha a másik kapcsoló, vagy egy sejten belüli jelátkapcsoló állomás hibásodott

meg, akkor a gyógyszer hatástalan. Szerencsés helyzetben voltunk, ugyanis amikor az EGFR (epidermális növekedési faktor receptor) „kapcsoló” ellen kifejlesztett és tesztelt molekulárisan célzott gyógyszerrel kiderült, hogy bár az emberek többségénél hatástalan, épp akkor találkoztunk egy agyi áttétes tüdődaganatos beteggel. Szövetmintáját megvizsgálva kiderült, neki éppen az a „kapcsolója” hibásodott meg, amire ezt a gyógyszert kifejlesztették.

– *Ez volt az a bizonyos „tízből egy”, ami kilenc más esetben hatástalan.*

– 2004 elején a szükséges engedélyek segítségével megszereztük a szükséges gyógyszert, amire a beteg nagyon jól reagált. Eltűntek az agyi áttétei is. Hazamehetett az intenzív osztályról, s utána több mint öt évig daganatmentesen élt, de minden nap be kellett vennie egy szem tablettát, ami hatott arra a bizonyos, meghibásodott „kapcsolóra”. 2005-ben az ezzel kapcsolatos megfigyelésünket nagy tudományos szaklapokba megírtuk, s 2009-ben a gyógyszert törzskönyvezték az Európai Unióban. Ezek után minden, hozzánk kerülő tüdőrákosnál megvizsgáljuk, hogy az említett kapcsoló-e a hibás, vagy sem, és ha igen, akkor lehetőség van-e célzott kezelésre.

– *Kérdés azonban, hogy mikor lehet a „tízből kilenc” beteget is meggyógyítani?*

– Szerencsére több száz olyan gyógyszer van klinikai vizsgálat alatt, ami egy-egy kapcsoló, tehát génhiba ellen hat, és mi egyre több ilyen kapcsolót tudunk egyszerűen megvizsgálni. Így egyre nagyobb az esély arra, hogy megtaláljuk az adott betegnél, hol a hiba. Ha ezt tudjuk, akkor már gondolkodhatunk azon, hogyan lehetne gyógyszert találni neki. A gyógyszerek egy része még nincs forgalomban, csak a klinikai vizsgálatok zajlanak, de ha a beteg ebben részt tud venni, hozzá tud férni a jövő gyógyszeréhez.

A „kapcsoló” molekulák vizsgálatát molekuláris vizsgálatnak nevezzük. Léteznek esetek, mint például a vastagbél-daganatoknál, amikor nem tudjuk biztosan, mivel tudjuk egy bizonyos gyógyszer hatását megvizsgálni, viszont kizárás alapon, ha sok kapcsolót megvizsgálunk, és megállapítjuk, hogy azok nem hibásak, akkor növelhetjük annak esélyét, hogy az orvos megtalálja a hibás kapcsolót. Ha van 10 kapcsoló, s nem tudom, melyik a rossz, és kizárók ötöt, amiben biztos nincs hiba, akkor máris nem „egy a tízhez” az esélyem, hanem „egy az öthöz”. Így is tudok segíteni az orvosnak.

– *Mindezek tudatában úgy döntöttek, hogy kutatás mellett a betegek gyógyításához szükséges diagnosztikai vizsgálatokkal is foglalkoznak.*

– Ez azt jelenti, hogy a daganatmintából kivonjuk a DNS-t, az örökítő anyagot, kivá-

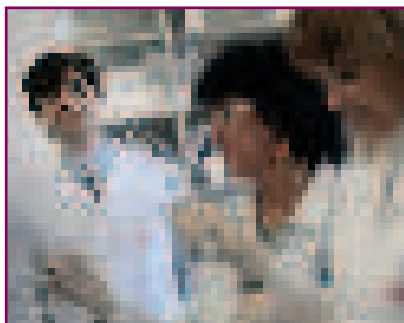
lasztjuk azokat a génszakaszokat, melyeken általában hibák fordulnak elő, ezeket megvizsgáljuk, és összehasonlítjuk a normál szekvenciával, amit a humán genom projektben már leírtak. Ha a kettő között eltérést tapasztalunk, tudjuk, hol a hiba. Most, hogy már nagyon sok génszakaszt vizsgálunk, az adatok kiértékelésében egyre nagyobb szerepe van az informatikának. Nemcsak biológusok dolgoznak tehát nálunk, hanem informatikusok is.

– *Mely ráktípusok esetében érték el a legtöbb eredményt?*

– A leggyorsabban a leggyakoribb ráktípusok esetében tapasztalunk fejlődést, erre nagyon sokan fókuszálnak. Ez elsősorban a tüdőrák, továbbá a vastagbélrák és az emlőrák. Az onkológiában a „gyógyult” szót nagyon félve ejtik ki a szakemberek. Gyógyultnak tekinthető az a beteg, akinek az esetében 5 év elteltével nem újult meg a daganat. Tavaly 1000 vizsgálatot végeztünk, így 1000 esetben részben azt tudtuk megmondani, hogy mit kellene a betegnek kapnia a gyógyuláshoz, részben azt, hogy mit ne kapjon. Az is siker, ha felesleges kezeléstől óvtuk meg a beteget. Nehéz megmondani, az ezerből pontosan hány betegen segítettünk, de többségüknél kutatómunkánk így vagy úgy, de hasznosult. Meg kell jegyezni, a gyógyulásra akkor van a legnagyobb esélye a betegnek, ha a daganatot sebész távolítja el. Ugyanakkor ebben is óriási szerepe van a célzott terápiának, mivel ennek segítségével annyira összezsugorodhat a rák, hogy csak kis területet kell sebészetileg eltávolítani. Erre jó példa volt a közelmúltban egy pécsi betegünk. Nem műthető, áttétes beteg volt, akinek esetében a molekuláris diagnosztika segítségével sikerült olyan, személyre szabott kezelést kiválasztani, amely bevált, és így a korábban nem műthető áttét műthetővé vált. Ennek a betegnek vastagbél-daganata volt, s amikor a daganat kapcsán elzáródott a vastagbél, sürgősséggel műtetre került. Ekkor látták, hogy bár a vastagbél rákos szakaszát el tudják távolítani, a daganat már olyan áttéteket adott a májba, hogy nem lehetett megoperálni, mert összenőtt nagy erekkel.

– *Ezután mit lehetett tenni?*

– Mindezek megállapítása után kapta a beteg a célzott kezelést kemoterápiával kombináltnak, mire a májban lévő áttét úgy összezsugorodott, hogy a májnak csak egy lebenyére korlátozódott, s ezt a lebenyt már ki lehetett operálni. Amikor kiderült a betegség, megvizsgáltuk a daganatszövetet, 4 gént is górcső alá véve, s ezáltal nagy valószínűséggel tudtuk azt előre jelezni, hogy melyik lesz a hatékony gyógyszer. A mi leletünkre támaszkodva választották ki az onkológusok azt a cél-



Péták István és munkatársai a KPS-laborban (Molnár Anikó felvételei)

zott gyógyszert, melynek hatására a daganat visszafejlődött. Tehát mi csak az információt szolgáltatottuk, hogy melyik kezelést lenne célszerű a betegnek megkapnia, magát a kezelést onkológusok és sebészek végezték a Pécsi Tudományegyetem onkológiai központjában. Ugyan már korábban is történt olyan kezelés, amikor kemoterápiás kezelésre a májban lévő daganat műthetővé vált, az érdekesség, amire fél szerettük volna hívni a figyelmet, az a gyógyszer kiválasztását pontosító részletes molekuláris diagnosztika volt.

– *A legnagyobb sikert, mint említette, a tüdőrák kezelésének területén érték el.*

– 2003-ban végeztük a vizsgálatokat az első tüdőrákos betegen, s ezt ezek után több tucat betegen meg tudtuk ismételni, sikeresen megtalálva a génhibát. Az eredmények alapján nagyon fontos olyan szemlélet kialakítása, hogy a molekuláris diagnosztika mindenképpen része a diagnosztikának. Sokszor egy-egy génhiba nagyon ritka, mégis nehéz azt mondani rá, hogy felesleges vizsgálni. Például létezik a tüdőráknak egy speciális formája, a laphámrák, melyben nagyon ritka az a génhiba, amelyre létezik gyógyszer, és ezért nem is vizsgálják ilyen szempontból a beteget, mert úgy gondolják, felesleges. Mi viszont vizsgáljuk, és találtunk is több olyan beteget, akinek laphámrákja volt.

Nemrég emlőrákban mutattunk ki egy molekuláris célpontot, olyan génhibát, amit eddig csak tüdődaganatokban találtak meg. Ebből is látható, hogy minden génhiba előfordulhat minden ráktípusban, csak a százalékos valószínűségeket van különbség.

Paradigmaváltás figyelhető meg a rákgyógyításban, mely szerint nem a daganat elhelyezkedése számít, hanem az, hogy milyen génmutáció áll a kialakulás hátterében. Meg kell jegyezni, hogy a gyógyszertervezés gyakorlatában még mindig a lokalizáció az első, de sokszor már molekuláris diagnosztikához kötik a terápiás lehetőségeket. Technológiailag lehetőség lesz arra, hogy minden betegen minden gént megnéz-

zünk, és ha ezekre mind rendelkezünk célzott gyógyszerrel, akkor jutunk oda, hogy a betegek 100 százalékának személyre szabott kezelést tudunk biztosítani.

– *Jelenleg hány gént vizsgálnak egy-egy betegség esetében?*

– Eddig 46 génes vizsgálatot állítottuk rutinba, ugyanakkor a daganatok jó részénél elegendő néhány gént megnézni. Miután a rákbetegséget háromszáz-négy száz gén meghibásodása okozhatja, előbb-utóbb minden betegen ennyit kell vizsgálni. Nem minden génhiba okoz egyforma eséllyel daganatot. Adott daganattípus esetében a 10 leggyakoribb génhiba vizsgálatával már a betegek 50%-ának esetében meg lehet mondani, hogy melyik a daganat kialakulásért felelős gén. De nyilván az lesz a megnyugtató, ha mindenkinél minden rákot okozó gént megvizsgálunk. Úgy gondolom, egy éven belül meglesz a 3-400-as génhiba kiderítésének lehetősége, s ekkor mindenkinél észre fogjuk venni, hol a génhiba.

– *Lesz-e minden génhibához gyógyszer?*

– A gyógyszerelőállítás kérdése még bizonytalan. Most 10-20 féle célzott gyógyszer van forgalomban, de 400 gyógyszer vizsgálnak klinikailag. Ha ezeknek csak tízede sikerrel zárul, már az is óriási eredmény lesz. Az, hogy nem egy ráktípushoz kell majd rendelni egy gyógyszert, hanem egy génhibához, óriási paradigmaváltás lesz az onkológiában, mely még nem történt meg, de már látszanak a körvonalai. Mind egy lesz, hogy tüdőrákról vagy vastagbélrákról van-e szó, mert ugyanaz a génhiba okozza mindegyiket, mert egyazon génhiba többféle rákot okozhat. Nem az lesz a kérdés, milyen rákról van szó, hanem az, hogy milyen génhiba okozta a daganatot, mert a gyógyszer hatásossága ahhoz kötődik, hogy milyen génhibára hat. Olyan lesz a helyzet, mint az antibiotikumok esetében: egy baktérium okozhat tüdőgyulladást és vesemedence-gyulladást is, ezért ugyanazt az antibiotikumot fogom adni tüdőgyulladásra és vesemedence-gyulladásra is.

– *Hogyan kerülnek a betegek kapcsolatba az KPS-sel?*

– A vizsgálatok egy részét a kezelőorvosok, onkológusok megkérhetik közvetlenül tőlünk a partnerorvosi hálózatunkon keresztül. Ebben az esetben a betegek számára térítésmentesen el tudjuk végezni a vizsgálatot, mivel azokat a célzott gyógyszereket gyártó gyárak finanszírozzák. Fontos megjegyezni, hogy ebben a formában csak azok a vizsgálatok érhetőek el, ami alapján az orvos OEP-finanszírozott kezelést folytathat. Ugyanakkor mint innovatív vállalkozásnak, kötelességünk mindig előbbre járni, újabb és újabb gének vizsgálatát is lehetővé tenni. Ezeket magánrendelésünk keretében lehet megrendelni.

Az interjút készítette: FARKAS CSABA

„A jövőt magányos zsenik csak nagyon ritkán találják fel”

Beszélgetés Csermely Péter biokémikussal

– Nemrégiben vehetted át fizikai Nobel-díjasunk, a Gábor Dénes szellemi hagyatékát ápoló NOVOFER Alapítvány adományozta In memoriam Gábor Dénes elismerő oklevelet. A díjat olyan szellemiségű kutatók kaphatják meg, akik önzetlenül és tartósan, követendő módon állítanak példát valamennyi, a szakmáját kiemelkedő színvonalon végző értelmiség számára. Az 1995-ben általad életre hívott, a tehetséges középiskolás tanulók felkarolására létrehozott Kutató Diákok Mozgalom, a vezetéssel életre hívott, a hazai tehetséggondozás összefogására létrejött, 2006 óta működő Nemzeti Tehetségsegítő Tanács mind ilyen követendő példák... Hol tartanak ma a mozgalmak?

– A Kutató Diákok Mozgalom (www.kutdiak.hu) az eddigi csaknem húsz éve alatt több mint tízezer kiváló képességű, motivált középiskolást vont be a legmagasabb szintű hazai kutatásokba. A mozgalmat az elmúlt években már a volt kutató diákok vezetik. Engem Révész Tamás váltott a kuratórium elnöki székében, aki 8 éves korától dolgozott a 18 éves korában megjelent első hadtörténeti monográfiáján, és 22 évesen már a második hadtörténeti könyvét is megírta. Révész Tamást Korcsmáros Tamás követte, aki 28 évesen alapított bioinformatikai munkacsoportot, és sikeres kutatómunkájáért nemrég kapta meg a Junior Prima díjat. A mozgalom tehát önfenntartóvá vált – persze attól még anyagi támogatásra is rászorul.

A magyar tehetségsegítő hálózat (www.geniuszportal.hu) már a Kárpát-medence egészét átfogja. Nem vagyunk messze az ezredik Tehetségpont megalakulásától, amely Tehetségpontok önkéntes alapon szerveződnek. Ezek a minden potenciális tehetség (és tanárai, szülei, ismerősei) számára információt, segítséget adó helyek zömükben óvodák, iskolák és egyetemek, de asztalosműhely, sportkör, sőt, javító-nevelő intézet is van közöttük. Az elmúlt években a magyar tehetségsegítés világszerte ismert példa lett (www.talentcentrebudapest.hu), ma már egymásnak adják a kilincset az Európából, Kínából, Szingapúrból és

sok más helyről érkező delegációk, hogy tanuljanak tőlünk, magyaroktól.

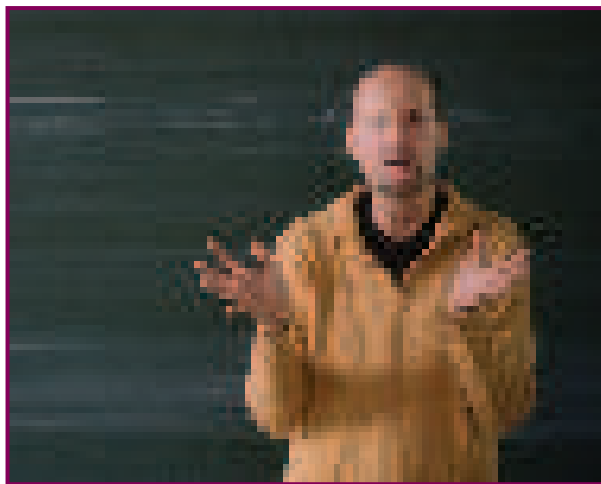
– Nemrégiben választottak meg az Európai Akadémia tagjának és az Európai Tehetségsegítő Tanács elnökének. Milyen terveid körvonalazódnak a tanács elnökeként az elkövetkezendő években?

– Nagyon hálás vagyok ajánlóimnak, Gulyás Balázs és Venetianer Pál akadémikusoknak, hogy az Academia Europaea (<http://www.acadeuro.org>) tagjának javasoltak. Az Academia, amelynek több mint kétezer kiemelkedő európai kutató a tagja, éppen most kezd el egy „Yongung Academy of Europe” programot, amit remélem, sikerül majd a hazai tehetséggondozással összekötni. Az Európai Tehetségsegítő Tanács (www.echa.info) 25 éve fogja össze a tehetségek segítségével tevő embereket és szervezeteket Európa minden államában. Tagjai között a tehetséggondozás elméleti hátterét megteremtő legnagyobb nevek mind megtalálhatók. Az elmúlt években egyre fokozódóan merült fel az az igény, hogy a kutatás „lépjen ki a műhelyeiből”, és sokkal hatékonyabb legyen a mindennapi gyakorlat és a politika formálásában. Egyre nagyobb az igény a tehetséggondozás jó gyakorlatainak európai államok közötti megismerésére és elsajátítására is. Ezek a célok azok, amelyek a legfontosabbak az Európai Tanács működésének elkövetkezendő néhány évében: szeretnénk megteremteni az Európai Tehetségsegítő Hálózatot. Bízom benne, hogy ebben a hálózat kutatási eredményeim is segítségünkre lesznek.

– Mint biokémikus, pályád kezdetén stresszfehérje-kutatással foglalkoztál. Aztán az érdeklődésed egyre inkább a hálózat kutatás felé fordult, akkoriban

még csak sejtszinten, miközben már a kutató diákok mozgalom létrehozásán munkálkodtál, vagyis hálózatépítéssel!

– Valahol egész életemben vonzott a folyamatok bonyolultságának a megértése. A hetvenes években, a molekuláris kutatások időszakában, jóval a genomkor szak előtt, nagyon az a szemlélet volt az uralkodó a molekuláris szintű biológiában, ami egy hatáshoz egy és csak egy okot keresett. Az ezredfordulóra vált nyilvánvalóvá az, hogy ez az egyszerűsített szemlélet jól írja le sejtjeink legfontosabb történéseit, de a működés finomszabályozásának a megértésére nem alkalmas. A valóságban ezer és ezer hatás ezer és ezer jelenséget okoz, amelyből a legfontosabbakat csak rendszerszintű elemzés-



Kollányi Péter felvétele

sel kaphatjuk meg. A rendszerelemzés egyik formája a munkacsoportom (www.linkgroup.hu) által is vizsgált hálózat kutatás. Az elmúlt évek eredményei egyre világosabbá teszik, hogy a hálózatos működésmód leginkább az emberi szervezet sajátja. Ma már meg merem kockáztatni azt a kijelentést is, hogy a molekuláris jelenségek és az agyműködés szintjén éppen a hálózataink bonyolultsága az az egyik jellemző, ami kiemeli az állatvilágból, és emberré tesz minket.

– Mit jelent a számodra Gábor Dénes szellemisége?

Gábor Dénes életpályájának számomra is roppantul rokonszenves vonása a Nobel-díjjal jutalmazott holográfia felfedezése. A tudomány analitikus, logikus megközelítésmódja sokszor elfeledtetni velünk azt, hogy az agyunk kreatívabb fele éppen hogy nem logikusan, hanem képekben gondolkodik. A legnagyobb tudományos felfedezések sora úgy jött létre, hogy megalapítójuk „meglátta” az összefüggést. Gondoljunk csak John Nash híres példájára, amikor egyetlen mondatban írta le a játékelmélet egyik alapját, a Nash-egyensúlyt. A mondat lényege az volt, hogy az egyensúly létét nem kell bizonyítani, hiszen az az egyensúlyi állapotokat leíró felület alakjából nyilvánvaló. No, ezt a felületet akkor (és azóta is...) Nash-en kívül igen kevesen „látják”. Gábor Dénes látta ezeket a mások számára nem látható összefüggéseket. Ez volt sikerének az egyik titka.

– *Inventing the future, azaz Találjuk fel a jövőt* – írta Gábor Dénes 1963-ban megjelent könyvében. Valóban feltalálhatjuk a jövőt? És ebben mekkora szerepe lehet a tehetségeket támogató mozgalmaknak?

– Gábor Dénes életútjának számomra igen tanulságos vonása, hogy fiatal éveiben kiemelkedő tehetségek egész sorával találkozott. Együtt látogatta Einstein szemináriumait Szilárd Leóval, Wigner Jenővel és Neumann Jánossal. A jövőt magányos zsenik csak nagyon ritkán találják fel. Az innováció legtöbbször független gondolkodású elmék véletlen találkozásából születik. Ezek a találkozások a kiemelkedő tehetségek esetén sokszor nem is olyan véletlenek, hiszen a zsenik csak egymás társaságában nem uatkozhatnak... A jövő feltalálása tehát nem kis részben azon múlik, hogy egy társadalom mennyire rugalmas, a minőség különlegességét mennyire elfogadó, azaz mennyire gyakran tudja felkínálni a tehetségeknek e „véletlen” találkozásokat. Válságos években a társadalmak „szorosra zárják a soraikat”. Ez olyan reflexszerű viselkedés, amelyet vizsgálataink alapján már a sejtek is pontosan ugyanígy csinálnak, ha bajba kerülnek. A tehetséggondozásban pontosan ilyenkor válik kiemelkedően fontosá a tehetségek egymással való megismeretése. Az esélyt adó, bátorító, az igényességre nevelő környezet mellett ezért tartom a hálózatképzést a magyar tehetséggondozás sikere egyik legfontosabb okának.

Az interjút készítette:
KAPITÁNY KATALIN

Az első teljes virtuális valóság

Beszélgetés Rátai Dániellel

„Ha az ember elfelejt játszani, és elfelejti élvezni, amit csinál, akkor elmaradnak az ötletek”

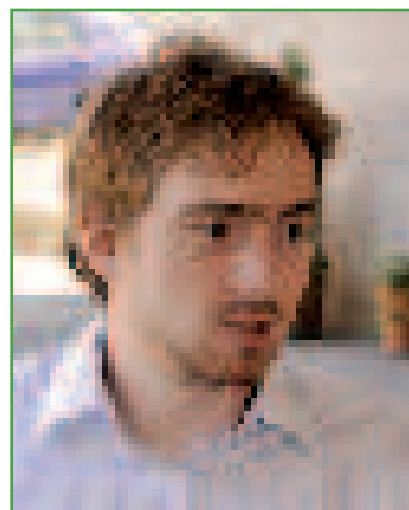
Képzelnék el egy 27 éves fiatalembert, aki a szakmájának a csúcsán áll, miközben legmagasabb iskolai végzettsége az érettségi – idáig egyszerűen nem fért bele az időbeosztásába az egyetem elvégzése. Amit létrehozott az elmúlt 9–10 évben, az a maga szintjén egyedülálló.

Gimnazistaként megnyerte a Magyar Innovációs Szövetség középiskolai versenyének a második díját. Azóta folyamatosan fejleszti a találmányát. Díjak sokaságát kapta, mára egy 30 tagot számláló, zártkörűen működő részvénytársaság egyik tulajdonosa, illetve a fejlesztés vezetője.

– *Mindig izgatta a harmadik dimenzió?*

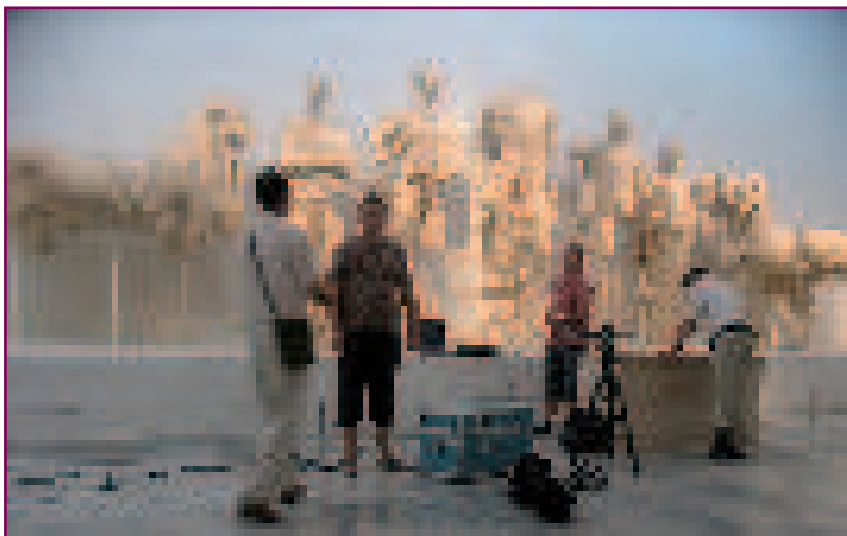
– Amennyire emlékszem, igen. Talán ezért is alakult így, hogy létrehoztunk a világ első komplett virtuális valóság termékét. Itt a „virtuális valóság” a kulcsszó. Tudjuk, hogy a számítógépek munkakörnyezete kétdimenziós – egy sík egérrel, sík monitoron dolgozunk. Engem az izgatótt, hogyan tudjuk az ott megjelenő tárgyakat a térbe illeszteni. Erre született a Leonar3Do. Vagyis ezt a síkbeli környezetet egy 3 dimenziós környezettel tudjuk kiegészíteni. Madárnak nevezzük azt a háromdimenziós egeret, amivel a monitoron levő kurzort egy az egyben meg tudjuk fogni, az ábrázolt tárgyat ki tudjuk húzni a monitor síkjából, és a térbe átemeljük. Sőt, ne csak megjelenjenek a tárgyak a térben, hanem a valóság illúzióját is keltsék, mintha ott lennének a maguk fizikai valóságában. Innentől kezdve ezek, mint valóságos tárgyakkal tudunk dolgozni. Mindezt egy személyi számítógép környezetében. Amihez még hozzátesszük a monitorra szerelt szenzorokat, fölteszünk a háromdimenziós szemüveget, és így kapjuk meg rendszerünket, a Leonar3Do-t.

– *Amikor először találkoztam Önnel – elég régen volt, de jól emlékszem rá –, volt egy számítógépe, tetején egy egyszerű kamerával. Az egészet valami furcsa karácsonyfa-izzó keretezte, meg egy papírból készült piros-zöld szemüveg, olyan, amilyent az ábrázoló geometria jegyzetekhez mellékelnek. Volt ennek egy kis barkácsolós hangulata. „Számítógépes szakkör délután”. Tamaskodva tettem fel a szemüveget. És akkor esett meg velem a csoda. Mert amit néztem, az a tárgy – tán a Rubik-kocka volt –,*



kijött a számítógép elé, ott lebegett, forgott előttem a térben. Miközben pisláskolt a karácsonyfa-izzó.

– Igen, ez jellemző. Amikor valaki először kipróbálja, akkor döbben rá, hogy mekkora élményt ad. Olyan dologról van szó, amit meg kell tapasztalni. Azok a karácsonyfa-izzók azért kellettek, hogy a térillúzió ne csak úgy álljon össze, mint a 3D moziban – ilyet mindannyian láttunk már –, hanem „egy az egyben”, tényleg a saját szemünkre képezze le ezt a háromdimenziós képet. Ettől kezdve mi már úgy látjuk, mintha azok a tárgyak valódiak lennének. A folytatás pedig ennek az interakciós része – amikor nemcsak látjuk ezeket, mint kvázi valódi tárgyakat –, hanem hozzá is tudunk érni, megfoghatjuk. Dolgozni tudunk ezekkel a tárgyakkal, játszhatunk velük, ami leírha-



Az ókori szoborcsoport összeállításában is segít a találmány

tatlan érzés. Volt, hogy a szülők lekésték a buszt – ez Bécsben történt a Tudományok éjszakáján –, egyszerűen nem tudták a gyerekeket a számítógéptől elrángatni. Ez a felnőtteknek is hatalmas élmény, másfelől pedig igen hasznos lehet egy ilyen eszköz használata.

– Emlékszik arra, amikor a számítógép képernyőjén először lépett ki az a tárgy a háromdimenziós térbe?

– Karácsonyi szünet volt, még gimnáziumba jártam. Nagyon korai 'deszka modell' volt, az izzók még a tavalyelőtti karácsonyról maradtak. Egyébként az is érdekes, hogy mennyit keresgélünk megfelelő fényforrást, ami pont olyan gömbölyű, amilyennek lennie kell, és pont úgy szórja a fényt, ahogy kell. Belöktem a rendszert, összeért a boltív: „hű, ez működik!” Akkor már tudtam, hogy elérek a végére.

– Rögtön szólt valakinek, vagy épp az éjszaka közepe volt?

– Amikor robban a bomba, elkezdek rohangálni, és aki a környezetemben van, annak muszáj végignéznie. A legviccesebb hasonló eset egy olaszországi nyaraláson történt. A bátyám ott aludt a szobában, nekem pedig az éjszaka közepén megjelentek az első áramlási vonalak, az új áramlásszimuláló szoftveren. „Zoli, Zoli, gyere, nézd meg!” Kinyitotta a szemét. „Aha, ja, tényleg” – és aludt tovább.

– Mások miért nem készítettek ilyen szerkezetet? Miért nem jutott eszébe senkinek, hogy a két dimenzióból ki kellene lépni? A világ nagy cégei miért nem folytattak ilyen kutatásokat? Miért nem tudták elérni ugyanezt?!



– De, foglalkoztak vele, sőt, egy éve az első konkurenciánk is megjelent. Mindenkét érdekel a virtuális valóság. Olyan ez, mint a számítógépes forradalom, amikor a szobaméretű számítógépek helyét átvette a személyi számítógép. Mindenkinek lehetett számítógépe.

Ma a kutató laboratóriumokban, a nagy multi cégeknél vannak virtuális valóságot szimuláló berendezések. Hiszen egy autó tervezésénél is használják ezt; vagy például a földkéregben szeretnének vizsgálni, hogy hol találhatóak kőolajat – és még számtalan felhasználási területe van. De nem tudtak széleskörűen elterjedni, mert ezek óriási berendezések. Drágák, és nagyon bonyolultak. A Leoban az az áttörés, hogy ezt a technológiát széleskörűen elérhetővé tette. Nemcsak árban, de funkcionalitásában is. Egyszerű felhasználhatóság, egyszerű kezelhetőség, ergonómia. Csak lerakom az asztalomra és használom. Ehhez korábbi határokat kellett átugrani, új technológiákat létrehozni. És mi

létrehoztuk az első asztali virtuális valóság terméket, hogy végre mindenki számára elérhetővé tegyük ezt a technológiát.

– Személyi számítógép, kamera, fényforrás. Az egész lényege mégiscsak a szoftver?

– Nem, nem csak az. Több szabadalmunk is van, szoftveres és hardveres is. Ezeket lefedi egy szabadalmi „ernyő”, mely a rendszer általános működésére vonatkozik. Vannak szabadalmak, amelyek résztechnológiákat fednek le. Például a pozíciódetektálással foglalkoznak, a megjelenítéssel, vagy az alkalmazásokban bizonyos funkciókat védenek le. Szabadalmat is több dologra lehet kérni, a szabadalmaztatás külön művészet. Az ember a közhelyeket hallja – másolják, nem másolják –, minden attól függ, hogy milyen a szabadalom. Milyen igénypontok vannak benne, milyen a szel-

lemi tulajdon védelmi stratégia. Van, amit jobban megéri titokban tartani, van, amit a szabadalommal publikálunk, de védjük is – mindez iszonyúan izgalmas feladat. Röviden: van egy fő szabadalom, és vannak a különböző résztechnológiák. Ezek között van hardveres és van szoftveres megoldáshoz kötődő.

– Van olyan újítás, amire azt mondták, hogy ezt még nem érdemes levédetni – esetleg pont azért, mert még nem akarják ilyen szinten jelentene a követőknek, a konkurenciának?

– Igen, van ilyenünk. Amikor egy technológiát létrehozunk, egyeztetünk a szabadalmi ügyvivőnkkel. Szerencsére, még nincs Leonar3Do klón, de az első konkurencia – ahogy mondtam – már megjelent, és milyen érdekes, hogy egy évvel a megjelenésük előtt vettek is a termékünkől. Hívtak is minket. Amerikai cég, a Szilikon-völgyből. Az ő termékük ára sokszorosa a

miénknek, de nem éri el annak tudásszintjét. Nagyjából 2001 óta tízszeres befektetéssel dolgoztak, mint mi. A mi cégünk 2005-ben alakult, a valódi fejlesztés 2007 környékén indult, ennyi idő kellett, mire a feltételek összeálltak. Töredékpénzből, rövidebb idő alatt sokkal érettebb, és jobban működő eszközt készítettünk. Ehhez az kellett, hogy meg tudjuk valósítani a technológiai áttörést.

– *Azt mondja, meg is vették a Leonar3Do-t? Szétszedték, megnézték, hogyan működik?*

– Igen. Vettek egy terméket, gondolom, az nem úszta meg egyben. Jött a csavarhúzó, és szétkapták. Hardveresen tényleg olyan trükkök vannak benne, amit nagyon nehéz utánozni. Szoftveresen szintén.

– *Kinában sok mindent utánoznak, lemásolnak. Ez is lemásolható?*

– Nagyjából igen, de azért itt is vannak trükkök, amik nélkül nem működik jól. Józan paraszti ésszel másolva iszonyú pontatlan megoldás jön ki a végén, amitől a gyakorlatban mégsem működik. Ezeket a „trükköket” szabadalmaztattuk. A szabadalmak pedig valós védelmet nyújtanak. Nehéz ugyanazt a minőséget másolással produkálni. Persze, megfelelő erőforrásokkal sok mindent meg lehet oldani. Nekünk el kellett érni azt a pontot, és hála Istennek, ezen már túljutottunk, hogy érdemesebb legyen velünk együttműködni, mint újra feltalálni a dolgot.

– *Térjünk vissza a hardverhez. Három szenzor, a madár, ami olyan, mint az égér, csak többet tud.*

– A madár helyzetét három szenzor határozza meg a térben, és azt is, hogy milyen szögben fordul el. Így ezek a virtuális tárgyak könnyen és egyszerűen kezelhetők. A madár két dimenzióban éger lenne, de a térben már madár. Úgy született a név, hogy ránéztünk, és azt láttuk, hogy hiszen ez egy madár! Kitarja a szárnyát és repül.

Végül a szemüveg. Van benne három led, drót, szűrők. Itt a szoftver oldalán tudunk hozzátenni. A fejpozíciónak a követése nagyot dob az élményen. Egyszer egy kiállításon valaki megkérdezte, kipróbálhatja-e a Leot? De hát, mondta, az egyik szemére nem lát. Ugye, így kicsit bajos a sztereó látás – gondoltuk –, de üljön csak le, próbálja ki. Felrakta a szemüveget, áhítattal nézte, majd felállt, és azt mondta, köszöni az élményt, életében először fordult elő vele, hogy mesterségesen térillúziót kapott. Nyilván, nem ugyanazt, mint egy egészséges ember, de mégis: az által, hogy a Leo tudta, hogy hol van a szemé, és mindig az ő szempozíciójához rajzolta ki a képet, ezáltal azt az illúziót keltette, mintha valós tárgyakat nézne.

– *Tehát a szememhez igazítja a teret, azért olyan mellbevágó az élmény?*

– Pontosan. Ha ezt a virtuális tárgyat a térben „lefejelem”, úgy érkezem, hogy ott van. Nem koppan a fejem, de látványra olyan. Nézek jobbra, nézek balra: olyan.

Alkalmazások – Zeusz templom timpanonja – ókori szoborcsoport

– *Mire jó a Leo? Álljanak itt példák. Az egyik a régműlthoz kapcsolódik. Igazi ókori történet, görög dráma. Benne a jóslat, mely szerint az apa a veje kezétől fog meghalni. Csoda-e, ha nem akarja férjhez adni a lányát? Élet és halál. Az apa és a leendő vej közötti konfliktus, melybe belesodródik a leány is, s mely természetesen az egyik fél halálával zárul.*

A történetnek és a szereplőknek állít emléket az ókori Olimpiában található Zeusz templom timpanonján az a szoborcsoport, mely az idők során – mint az egész épület – többször is földrengés áldozata lett, bizonytalan az eredeti elrendezés, melyhez egy leírást is kapcsolt a tudomány.

De vajon tényleg ezeket a szereplőket mintáztta meg az ókori szobrász, vagy a történettudomány mindezedig tévutakon járt? Mi a probléma az ábrázolás során, ahol középen Zeusz helye megkérdőjelezhetetlen, de az anya, a lánya, az apa és a kérő helye már kérdéses?

– Ez egy nagyon érdekes téma volt. Patay Horváth András professzor úr feltételezése az volt, hogy nem helyes az az ábrázolás, ami az egész világon elfogadott. Nem férnének el abban a helyzetben az alakok. Az egyik szobor kezében levő lándzsa a másikba fűródna. Patay Horváth András elment Olimpiába, a szobrokat beszéltette egy háromdimenziós eszközzel. És akkor a Leo segítségével a szobrokat – sok mászás kódarabok – fel tudta emelni a térben; forgatni, rakesztani tudta őket, mint mi a sakkfigurákat. Sőt, a hiányzó, törött darabokat kipótolta – mintha gyurmázna –, a hiányzó alkant a helyére illesztette. Játszani lehetett, próbálgatni, a szobrokat a legkülönbözőbb módon összerakni. Persze, csak a virtuális valóságban. És mindezzel bizonyítani tudta a hipotézisének az igazát.

Alkalmazások – agy kutatás, oktatás

– *A Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetben (KOKI) Rózsa Balázs és csoportja kifejlesztett egy különleges háromdimenziós lézermikroszkópot. Egy szerkezetet, ami bevezet a titkok világába, mert térben – és időben – engedi láttatni az agyban zajló folyamatokat. Egyszerre több száz idegsejt aktivitása mérhető, miközben az*

idegrendszer hálózatainak működése is tanulmányozható. Ehhez párosították az Ön Leonar3Doját. Egy agyterületet kijelölve, a 'madár' segítségével mintegy kiemelik a helyéről, szabadon forgatva, tanulmányozva, elemelve a működését.

– *Más orvosi alkalmazások is vannak. Előfordult, hogy bekapcsoltuk a Híradót, és azt láttuk, hogy egy magyar kutatócsoport nagy áttörést ért el: háromdimenziós műtéti eljárás kidolgozása, háromdimenziós arckonstruktio. Jobban megnéztük: „de hát a madár van a kezében”. Vettek egy Leot, és egy komplett műtéti alkalmazást fejlesztettek ki vele. Több sikeres műtéten vannak túl.*

Az egyik cég hegesztés oktatásához használja a Leot. A madár a hegesztőpisztolyt „helyettesíti”, a munkafolyamatok így tanulhatók virtuálisan. Vagyis, ahogy az egérré, vagy az okostelefonra rengeteg alkalmazást készítenek, úgy mi is létrehozunk egy platformot, inntől szabad a vásár, bárki fejleszthet háromdimenziós alkalmazást rá.

– *Ha már szóba került: jönnek a mobil alkalmazások?*

– Az első a személyi számítógép, de mi is követjük a trendeket, fejlesztünk mobil irányba is. De ezek később jönnek majd. Kicsit előreszaladtunk.

– *Nem akartak kitelepülni Kinába, vagy Amerikába?*

– A lényeg, hogy meglegyenek a „csápjaink”. Itt van a cég központja, de most is a Szilícium-völgyben van egy kollégánk, és építi a kapcsolatokat. Talán irodát is nyitunk ott. Jelen kell lenni mindenütt. De bizonyos dolgokat itthon akarunk tartani, akár szigorú üzleti megfontolásokból. Azt a fejlesztési kapacitást, ami kell, és ami eddig is benne volt a cégben, itthon tudjuk megkapni. Közben kapcsolatot tartunk több nagy multinacionális vállalattal, ami fontos, mert a saját stratégiánk fejlesztéséhez is szükség van bizonyos ismeretekre. Az amerikai kultúrából is fakad ez a tegeződés, közvetlen kapcsolat, de ma már elmondhatjuk, hogy tényleg ott vagyunk. Ez új kapukat is megnyit előttünk.

– *Az elismerések, melyeket kapott, az elvárások, nem nyomasztják néha?*

– Néha igen. De az új dolgok létrehozását, az álmodozást, a feltalálást csak úgy, és csak addig lehet csinálni, míg ez az egész egy játék. Ha az ember elfelejt játszani, és elfelejti élvezni, amit csinál, akkor elmaradnak az ötletek. Talán akkor is lehet teljesíteni, tán akkor is lehet bizonyos részfeladatokat megoldani, de igazán nagy dolgok csak akkor sikerülnek, ha az ember ezt minden porcikájával élvezti.

Az interjút készítette: SÁLYI ANDRÁS



SCHEURING ISTVÁN

A mikrobák védelmében

Kulcsszereplők és segítőtársak

Mosogatok a konyhában, ahova behallatsz a tévéreklám: bizalomgerjesztő férfihang (a „tudós”, nyilván fehér köpenyben) bizonygatja a (kellemes hangú) anyukának, hogy az XY szappan baktériumölő hatása kiváló. A gondos anyuka hallhatóan szót fogad a bizalomgerjesztő férfihangnak, mert a háttérben víz folyik, s gyerekek kacarásznak önfelédten: mossák magukat a YX cég XY szappanával rendületlenül, mert ugye ettől lesznek egészségesek és boldogok. (Erről jut eszembe, hogy egy lakásban a legnagyobb baktériumsűrűség éppen a mosogatószivacsban található.)

Nem kétséges, hogy a XIX–XX. században megváltozott tisztálkodási-tisztasági szokások jelentősen hozzájárultak ahhoz, hogy a Föld fejlettebb részein megszűntek a korábban hatalmas pusztítást okozó járványok. Talán éppen ezért általános az a nézet napjainkban is, hogy a baktériumok és általában a mikrobák veszélyesek, védekezni kell ellenük, irtani kell őket például úgy, hogy antibakteriális szappannal mosakszunk.

A valóságban a mikrobiális és a magasabb rendű élőlények között nemcsak ellentétes érdekű gazda–parazita, hanem legalább olyan sokrétű, azonos érdekű mutualista kapcsolat is van. Írásomban néhány, a bioszféra működésében kulcsszerepet játszó vagy különösen érdekes mikroba–gazda kapcsolatot mutatok be, majd az ember (és az összes emlős) emésztőrendszerében élő mikrobaközösség működéséről és fontosságáról is szólok. Mindezen kérdéseket elsősorban evolúciós ökológiai szempontból vizsgálom: azaz elsősorban arra a kérdésre keresem a választ, hogy milyen mechanizmusok miatt stabilak evolúciósan ezek a kölcsönhatások.

Baktériumok kulcsszerepben

Minden élőlénynek szüksége van nitrogénre, mivel az aminosavak (a fehérjék, az RNS és DNS alkotókövei) nitrogént tartalmaznak. A nitrogén óriási mennyiségben áll rendelkezésre a levegőben, azonban az ott lévő N_2 -molekulák nagyon nehezen lépnek kémiai reakcióba. A nitrogén biológiai megkötése során egy enzim segítségével és energia felhasználásával az N_2 -molekulából ammónia (NH_3) keletkezik. Ezt a kulcsfontosságú reakciót azonban csakis egyes baktériumok tudják végrehajtani. Az ammóniát ezután más baktériumok ammóniummá (NH_4^+), nitritté (NO_2^-), majd nitráttá (NO_3^-) alakítják, így lesz felvehető a nitrogén a legtöbb növény számára. Sivár egy hely lenne tehát a Föld a nitrogénkötő cianobaktériumok, rhizobiumbaktériumok vagy zöld kénbaktériumok nélkül. Az elpusztult szerves anyag lebontását is elsősorban baktériumok és gombák végzik. A lebontás során többek között az elhalt élőlényekbe beépült szerves nitrogént alakítják vissza ammóniummolekulákká. Azaz a mikrobák nemcsak a nitrogén megkötésében, hanem annak körforgásában is elengedhetetlenül fontosak (1. ábra).

A nitrogénkötő baktériumok között különösen érdekesek a rhizobiumbaktériumok. Ezek a baktériumok a pillangósvirágú növények speciálisan kialakított gyökérgümöiben élve képesek a nitrogén



1. ábra. A szárazföldi biotikus nitrogénciklus vázlatosan. A ciklus összes lépésében a baktériumoknak kulcsszerepük van

megkötésére és ammónium előállítására. A növény cserébe szénhidrátokkal, aminosavakkal és fehérjékkel látja el a baktériumot. Amikor a magból egy új palánta kel ki, a gyökere még nem tartalmaz baktériumokkal megrakott gümöket. A gümők kialakulásához először elkezd a gazda a baktériumokkal „beszélgetni”. Kémiai jeleket bocsát ki (flavonoidok formájában). Ezen jelek hatására a közelben lévő baktériumok elindulnak a jel forrása felé, és közben speciális gümőképző molekulákat bocsátanak ki. A gümőképző molekulák hatására a növény hajszálgökereinek szerkezetében változások jönnek létre, melyek lehetővé teszik, hogy a baktériumok be tudjanak jutni ide, s a gümőképződés beindul. A harmónia tökéletesnek tűnik, azonban a növény–baktérium kapcsolat evolúciós stabilitása mégsem érthető meg könnyen.

Együttműködők és csalók

A baktériumok (és általában az egysejtűek) esetében igen gyakori, hogy a sejten kívüli térbe juttatnak valamilyen, mindenki számára elérhető tápanyagot vagy enzimet, esetleg antibakteriális molekulát, ami a környéken lévő minden hasonló egyed számára elérhető. Ilyenkor azok a változatok, melyek nem vesznek részt a javak termelésében, a termelőknél több energiát fordíthatnak a szaporodásra vagy a túlélésre, ezért várhatóan kiszorítják a termelőket a populációból. A valóságban azonban nem ezt tapasztaljuk. Kérdés, hogy mi korlátozza a csalók előretörését?

Visszatérve a korábban bemutatott példánkhoz, képzeljük el, hogy a növény hajszálgökereiben elindult a gümőképződés, és a gümökben elkezdene szaporodni a baktériumok. De mi történik akkor, ha olyan baktériumok is bejutnak a gümöbe, melyek nem szolgáltatnak



2. ábra. A baktériumok által érzékelt nyereség telítődik az együttműködő egyedek gyakoriságának növelésével. Kezdetben egyre gyorsabb, majd egy pont után egyre lassabb a növekedés. A termelők (piros) és a csalók (fekete) nyereségfüggvénye különböző. A termelés költséges, ezért van a piros görbe kezdetben a fekete alatt, de a termelők átlagosan kicsit nagyobb nyereséget érzékelnek, ezért gyorsabban nő a nyereségük, s persze előbb is telítődik. Van egy instabil egyensúlyi pont (fehér kör), mely fölött a termelők nyeresége nagyobb, és egy stabil egyensúlyi pont, mely fölött a csalók nyeresége a nagyobb. Ha az együttműködők gyakorisága kisebb, mint az instabil pontban, akkor a versenyt a csalók nyerik egyébként stabilan együtt élnek a csalók és a termelők. Az ábra tetején a nyilak a szelekció irányát, a fehér és fekete körök rendre az instabil és a stabil állapotokat jelölik

ammóniumot a növénynek, de aktívan kihasználják a gazda nyújtotta előnyöket? Mivel nem költenek az ammónium előállítására, gyorsabban fognak szaporodni, mint a mutualista baktériumok. Korábbi okfejtésünk alapján, ezek a csaló törzsek előbb-utóbb teljesen kiszorítják az együttműködő törzseket, a növény-baktérium mutualizmus megszűnik. Azonban több mint 19 000 pillangós virágú növényfajt és legalább 90–100, ezek gyökérgümöiben élő baktériumfajt ismerünk, ráadásul ez a mutualista kapcsolat körülbelül 60 millió éve stabilan jelen van szinte az egész Földön. Akkor hol a hiba a fenti oszkodásban, azaz milyen evolúciós mechanizmusok tartják fenn ezt a mutualista kapcsolatot?

Érdekes módon nem attól vagyunk zavarban, hogy semmi jó ötletünk sincs, amivel megmagyarázhatnánk a csalók kordában tartását, hanem inkább az a gond, hogy számos, a mutualista kapcsolatot fenntartó hipotézist ismerünk. Az egyik magyarázat szerint a gazda még a baktérium felvétele előtt szelektálni tud a számára „jó” és „rossz” baktériumok között. Ezzel rokon az az elképzelés, amely szerint a gazdában olyan körülmények alakultak ki az evolúció során, amelyek csak a mutualisták számára kedvezőek. Így „szűri ki” a gazda a számára megfelelő partnereket. Az is elképzelhető, hogy a gazda nem tud a kapcsolat létrejötte előtt szelektálni a baktériumok között, de érzékeli, ha egy gümőben rosszul mennek a dolgok, s arra reagál valahogy. Például az ammónium csökkenése a gümőben az anyagcserét lassítja, így az olyan gümőkben, ahol a csalók túl sokan vannak, a gümő fejlődése lassul vagy le is állhat. Van tehát egy automatikus visszacsatolás, mely bünteti a csalókat. Ehhez közel áll az az elképzelés, amely szerint szelekciós hatások miatt ez a visszacsatolás nem automatikus, hanem éppen azért jött létre, hogy a csalókat büntesse. Nyilván kísérletileg nagyon nehéz az automatikus és a szelekció okozta büntető viselkedést szétválasztani. Jelenleg annyit tudunk, hogy vannak olyan pillangósvirágúak, ahol kísérleti körülmények között a mesterségesen csökkentett ammóniatermelés csökkenő gümőméretet okoz.

A közelmúltban Marco Archettivel közösen kidolgozott elméletünk szerint a csalók általában akkor sem tudják a mutualistákat kiszorítani, ha a növény semmilyen válogatással vagy büntetéssel nem védekezik. Ennek oka az, hogy a mutualisták termelte ammónium mennyisége és a baktériumok által érzékelt haszon egy telítődő görbe szerint alakul (**2. ábra**). Amennyiben még az is igaz, hogy a termelt javak okozta nyereség a termelő környezetében kicsit erősebben érvényesül, mint tőle távolabb, akkor a termelők és a csalók stabil együttélése az egyik tipikus egyensúlyi helyzet. Mindent összevetve, egyelőre nem tudjuk pontosan, hogy a gazdanövény hogyan akadályozza meg a csaló baktériumok terjedését. Sokféle mechanizmus működhet a probléma megoldására.

És a gazdanövény miért nem csapja be a baktériumot, kérdezhetnénk? Mert nem tudja! Ugyanis egy csaló gazda, aki nem vagy alig szolgáltató szénhidrátokat és aminosavakat a baktériumoknak, az a saját baktériumait sanyargatja. Így a csaló gazdanövény rosszabbul fejlődik, mint a mutualista növények, tehát kevesebb (és) vagy gyengébb utódai lesznek, így ez a típus előbb vagy utóbb kiszorul a populációból.

Érdekes baktériumok, különleges állatok

Ebben a fejezetben olyan baktériumok és állatok közötti kölcsönösen előnyös kölcsönhatásokról szövegek, melyek meglepőek és talán kevésbé ismertek, ráadásul az evolúciós magyarázatuk is kihívást jelent.

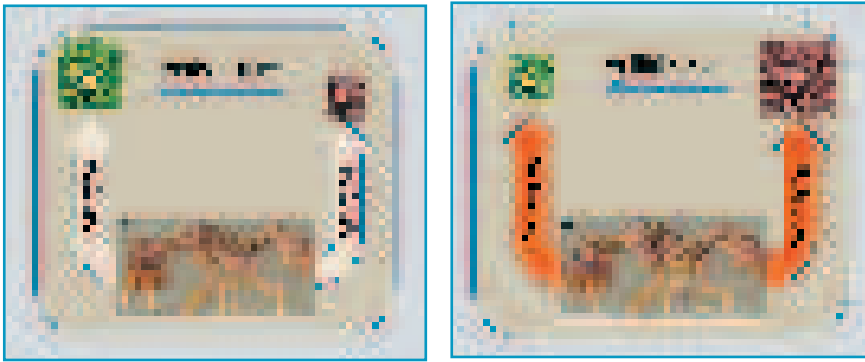
Világítás baktériumok segítségével

A kurtafarkú tintahalak éjszakánként halvány fényel világítanak, nappal pedig elbújnak a tengerfenéken (**3. ábra**). A legtöbbit a hawaii kurtafarkú tintahal (*Euprymna scolopes*) biológiájáról tudunk, megállapításaink ezért ezen a fajon végzett kísérleteken alapulnak. A tintahal a felszíni vizekben táplálkozik éjjelente, de ilyenkor egyben lehetséges táplálék is a ragadozó halak számára. Ha a Hold szépen világít a hawaii égbolton, akkor annak a fénye éppen elég, hogy a ragadozók könnyen felfedezzék a vízben úszkáló tintahalakat. Pontosabban könnyen felfedeznék, ha a tintahal által kibocsátott halvány, lefelé irányuló fény nem akadályozná meg, hogy a tintahalat az árnyékuk láthatóvá tegye. A jelenség érdekessége, hogy a tintahalak fényét a speciális világítószerveikben élő *Vibrio fischeri* baktériumok adják. Az ikrákból kikelő ivadékokban még nem található meg ez a baktérium, hanem életük e korai fázisában a tengervíz-ből veszik fel őket. De hogyan válogatja ki a tintahal éppen a *V. fischeri*-t a vízben lebegő többi száz meg száz faj egyedei közül? A folyamat – némileg elnagyolva – a következő: a fényképző szerv külső felületén egy speciális nyák jelenik meg, és csillós karok nőnek, melyek a vízben lévő baktériumokat a nyákhoz hajtják. A baktériumok hatására a nyákos felületből kiindulva vékony járatok alakulnak ki, melyeken keresztül a baktériumok a fényképző szervebe jutnak. Valószínűleg a nyákban is van előszűrés, azaz csak bizonyos baktériumok számára kedvező az a környezet. Ezután a nyák és a járatok megszűnnek, az állat kívülről többé nem vesz fel baktériumokat. A fényképző szerv azonban nem



3. ábra. A hawaii kurtafarkú tintahal éjjeli pompájában.

A kifejlett állat 3–5 cm hosszú. A baktériumok fényét az állat lencsékkel, tükrökkel és színszűrővel állítja be a kívánt irányúra és színűre (Forrás: http://www.devbio.biology.gatech.edu/?page_id=303)



4. ábra. A hangya által szolgáltatott tápanyag mennyisége határozza meg, hogy az antibiotikumot nem termelő (N) és a termelő (T) baktériumok közül melyik törzs kolonizálja a hangya kültakaróját nagy eséllyel. A bal oldali ábra a kevés tápanyag, a jobb oldali a sok tápanyag esete. A képen a *Cyphomyrmex longiscapus* levélvágó hangya látható. A kültakarón látható apró fehér csomók a baktériumtelepek

kellemes hely a legtöbb baktérium számára, mivel magas koncentrációban tartalmaz hidrogén-peroxidát (H_2O_2). A *V. fisheri* kivétel ilyen szempontból, mert ennek a baktériumnak van egy speciális luciferáz (oh, Lucifer, a fényhozó) nevű enzime, mely a veszélyes oxigénionokat fogyasztja, s közben fény formájában távozik a felszabaduló energia. A gazdaállat „fertőtlenítőjét” csak a *V. fisheri* baktériumok élik túl, s mellékesen világítást szolgáltatnak a gazdának. A gazda a fertőtlenítőszer mellett tápanyagban gazdag környezetet is biztosít a baktériumok számára, ahol azok gyorsan szaporodnak. Reggelente ugyanakkor meg is szabadul a baktériumok 90–95%-tól, hogy este megint egy optimális méretű populáció lakja a fényképző szervét.

Akkurátus mezőgazdák és növényvédők szereik

A mezőgazdaság úgy 20 000 évvel ezelőtt kezdődött az erdei irtás-gazdálkodással, s fejlődése tart egészen napjaink génmódosított állat- és növénytermesztéséig vagy biogazdálkodásáig. Azonban a mezőgazdaságot a levélvágó hangyák már jóval korábban, kb. 50–60 millió éve elkezdték alkalmazni. A levélvágó hangyák a begyűjtött levéldarabkákat kolóniájukban gyűjtik. A hangya a nagymennyiségű cellulózt tartalmazó leveleket nem tudja megemészteni, abban egy, a hangyafajjal együtt élő gombafaj segít neki. A begyűjtött levelek és a föld alatti nedves klíma kitűnő élőhely a gomba számára, ahol az gyorsan szaporodik. A hangyák a gombák zsenge termőestéit fogyasztják, a kapcsolat mindkét fél számára előnyös. De mi történik, ha kártevő megtámadja meg a kertészetét? A hangyák igazi biogazdák: egyes kasztok a telep tisztántartásával, mások a hangya által felismert kórokozó gombák eltávolításával foglalkoznak. Vannak azonban mikrogombák és baktériumok is, melyek megfertőzhetik a gombaültetvényt, ezek ellen baktériumokkal védekezik a hangya. A hangyák kültakaróján olyan baktériumok élnek, melyek különböző antibiotikumokat termelnek. A baktériumok megtelepedését speciális mélyedések segítik, melyeket a hangya kutikulája alatt elhelyezkedő mirigyekből táplál. A hangya a gombaültetvényben sürgőződé szepténi az baktériumok által termelt „antibiotikum-koktél”, így akadályozva meg a kórokozók terjedését. Az új kolónia alapításakor az alapító királynő a szájjüregében lévő speciális zsebbe gyűjt mintát a korábbi kolónia gombájából, így biztosítja, hogy az új kolónia a kedvező gombával éljen együtt. Azonban arra nincs egyértelmű bizonyíték, hogy a korábbi kolóniára jellemző baktériumközösség is átadódik az újabb kolóniába. Ráadásul a gombakertészetet is többféle parazita támadhatja meg, sőt ugyanaz a parazita is sokféle antibiotikum-rezisztenciával rendelkezhet. Nem biztos tehát, hogy a korábban hatékony antibiotikum hatékony lesz az új kolóniában is. Hogyan lehet akkor fenntartani a megfelelő antibiotikumos védekezést?

Douglas Yu kollégámmal arra gondoltunk, hogy a kurtafarkú tin-

tahalak által alkalmazott szűrőmechanizmushoz hasonlóan a levélvágó hangyák is ki tudják szűrni a környezetből a számukra kedvező baktériumokat. A jelenség nagyon leegyszerűsített modelljét dolgoztuk ki: a gazdán két baktériumtörzs – antibiotikumot nem termelő (N) és antibiotikumtermelő (T) – tud megtelepedni. Az antibiotikum lassítja az antibiotikumot nem termelők növekedését, szaporodását, azonban az antibiotikum termelése költséges, ami a termelőknek okoz szaporodási hátrányt. Megmutatható, hogy ha a gazda kevés tápanyaggal látja el a baktériumokat, akkor mindig az N törzs fogja uralni a baktériumtenyészetet. Azonban, ha elegendően sok tápanyagot juttat a hangya a baktériumok számára, akkor a két törzs kezdeti arányától függetlenül egyensúlyban vagy a T törzs vagy az N törzs egyedei lesznek túlsúlyban (**4. ábra**). (A jelenség magyarázata durván az, hogy a tápanyagmennyiség növelésével a

termelt antibiotikum mennyisége is növekszik, annak hatása viszont egy kritikus koncentráció fölött nagyon gyorsan nő, mert van egy szint, ami fölött lesz igazán mérgező az antibiotikum.) Azaz, ha a hangya a környezetből veszi fel a baktériumokat, akkor is nagy eséllyel lesznek olyan hangyák, melyek antibiotikum-termelő baktériumokat fognak nevelni. A szűrő nagyon egyszerű: etetni kell a baktériumokat rendszeresen, a többit megoldja a baktériumok közti versengés.

Baktériumok az emberben

Talán meglepő, de durván tízszer annyi baktériumsejttel élünk együtt, mint ahány sejt alkotja a testünket. Ne felejtjük el: egy baktérium úgy százszor kisebb, mint egy eukarióta sejt, így ennek a rengeteg baktériumnak a tömege csupán 1–2 kg. Az ember emésztőrendszerében legnagyobb mennyiségben a vastagbélben fordulnak elő, ahol szerepük igen összetett. A vastagbélben élő mikrobaközösség (mikrobióta) segítségével emésztődik meg a táplálékkal felvett keményítő. A vastagbél mikrobiótája, mely kb. 400–500 baktériumfajt és milliliterenként 10^8 – 10^{12} baktériumsejttel tartalmaz, a keményítőt (és más poliszacharidokat) erjedés során elsősorban rövid láncú zsírsavakká (butírátt, propoinát, acetát stb.) bontja, melyek a vastagbélből felszívódnak és megemészthetők.

Láttuk tehát, hogy a vastagbél mikrobiótája aktív szerepet játszik a tápanyagfelvételben De van-e ezen kívül más funkciója az emésztőrendszer baktériumközösségeinek? Azt már elég régen megfigyelték, hogy erős antibiotikumos kezelés után a páciensek hajlama az emésztőrendszeren keresztül terjedő fertőzésekre ugrrászerűen megnő. Így régóta gyanítják, hogy az egészséges emésztőrendszer mikrobiótája akadályozza a paraziták elszaporodását. S valóban, az utóbbi időben egyre több kísérlet bizonyítja ezt a feltételezést. Ismereteink alapján három (egymást nem kizáró) mechanizmus segítségével védekezik a mikrobióta a kórokozók ellen: közvetlen gátlással, tápanyagelvonással és a menedékek elfoglalásával, valamint az immunrendszer aktivációjával.

Közvetlen gátlás: Ha a mikrobióta baktériumtörzsei között vannak olyanok, melyek specifikus antibiotikumokat termelnek, akkor azok gátolják az ilyen anyagokra érzékeny törzsek terjedését. (Ahogy a levélvágó hangyáknál már láttuk.)

Tápanyag elvonása és a menedékek elfoglalása: Mivel egy rendkívül fajgazdag, alkalmazkodott mikrobióta van jelen az emésztőrendszerben, az ott élő fajok nagyon hatékonyan használják fel a tápanyagokat. Emellett filmet alkotva beborítják a bélrendszer nyákos felszínét. Ez utóbbi azért fontos, mert az emésztőrendszeren keresztülha-

Szószedet

Antibiotikum-rezisztencia: Olyan gének vagy géncsoportok, melyek hatására a gének hordozója védetté válik az adott antibiotikummal szemben.

Baktériumfaj: Hasonló tulajdonságokkal (külső megjelenés és metabolikus) rendelkező sejtek összessége.

Eukarióta: Valódi sejttaggal, sejt szervecskékkel, sejt vázzal rendelkező sejt.

Evolúciós stabilitás: A mutációval vagy génátrendeződéssel megjelenő új típusok terjedésével szembeni ellenállás.

Mikrobióta: Mikroba (baktériumok, mikrogombák, vírusok) fajok populációinak együttese, melyek egyazon élőhelyen (pl. gazdában) élnek egyazon időben.

Mutualizmus: Különböző fajokhoz tartozó egyedek kölcsönösen előnyös kapcsolata.

Populáció: Azonos fajhoz és azonos szaporodási közösségbe tartozó egyedek összessége.

Prokarióta: Sejttaggal, sejt szervecskékkel, sejt vázzal nem rendelkező, az eukariótánál ősbibb sejtek. Az eukarióták bizonyos prokarióták tartós együttéléséből jöttek létre.

ladó táplálék és folyadék kimosná az ott élő baktériumokat, ha ez a menedékül szolgáló biofilm nem lenne. A kórokozók tehát nagyon hatékony versenytársakkal kell, hogy megküzdjenek, melyek nem sok táplálékot és menedéket hagynak a betolakodóknak.

Az immunrendszer aktivációja: Az emésztőrendszerben lévő baktériumokat az immunrendszer természetesen észleli. A megszkott mikrobióta azért is fontos, mert így az immunrendszer éber állapotban lesz, s fertőzés esetén sokkal gyorsabban tud hatékony immunválaszt elindítani.

Egy japán kutatócsoport nemrég igazolta, hogy egérben az *Esheria coli* nagy eséllyel halálos fertőzést (súlyos hasmenés, vastagbélgyulladás) okozó törzse ellen egyes *bifidobaktériumok* hatásos védelmet nyújtanak. Ez az *E. coli* törzs egy speciális Shiga néven ismert toxint termel, ez okozza a gyulladást. Ráadásul a Shiga a bélfalon átjutva, a véráramba kerülve mérgezést is okoz. A *bifidobaktériumok* egyrészt a vastagbél immunrendszerét megfelelően stimulálják, másrészt az általuk a keményítő bontása során előállított nagymennyiségű acetát és a baktérium speciális enzimjei megakadályozzák, hogy a Shiga a vérből a véráramba jusson. Továbbá a megnövekedett acetát szint olyan géneket kapcsol be a gazdában, melyeknek gyulladáscsökkentő hatásuk van. A *bifidobaktériumok* hatékonyságát jelzi, hogy ha az *E. coli* fertőzést hét nappal megelőzően ezeket a törzseket adták az egereknek szájon át, akkor szinte mind életben maradtak, ezzel szemben a *bifidobaktériummal* nem kezelt egerek 5–7 nap alatt elpusztulnak. Tehát a *bifidobaktériumok* közvetlen gátlással és az immunrendszer aktivációjával is védenek a kórokozók ellen.

Korábban már bemutattuk, hogy a levélvágó hangyák hogyan tudnak nagy eséllyel számukra kedvező baktériumokhoz hozzájutni. A gerinceseknél is felmerül ez a kérdés: Hogyan választja ki a gazda a megfelelő mikrobiótát. Az emlősöknél (s így az embernél is) tudjuk, hogy az újszülött emésztőrendszerében nincsenek mikrobák, azokat a környezetből veszi fel a születése utáni néhány napban. Az újszülött emlős születése után az anyában levő baktériumokat kapja meg. A kedvezőtlen mikrobiótájú, s így beteges anyák utódai is nagyobb eséllyel lesznek betegesek és gyengék, a megfelelő mikrobiótájúaknak viszont életképebbek utódaik lesznek. Így a gazda számára kedvezőbb mikrobióták egyre nagyobb eséllyel lesznek megtalálhatóak a populációban. Az is igaz, hogy ilyenkor alakul ki az újszülött állat immunrendszere is, mely fokozatosan „megtanul-

ja” elfogadni az emésztőrendszerben lakó baktériumokat, s közben gyomlálja a veszélyesnek tűnő törzseket. Az emlősökre elmondottak természetesen az emberre is érvényesek. Csecsemőkön végzett vizsgálatok alapján tudjuk, hogy a stabil mikrobióta csak egyéves kor körül alakul ki.

Összegzés

A mikrobák számára a magasabb rendű élőlények speciális stabil élőhelyet jelentenek. Ezeken az élőhelyeken működésében és fajösszetételében is rendkívül gazdag élőközösségeket alakítanak ki. Az eukarióták metabolizmusa nagyon konzervatív, a baktériumoké igen sokrétű, ezért a baktériumok a stabil élőhelyért és tápanyagokért cserébe sokszor életfontosságú szolgáltatásokkal fizetnek. Igyekeztem érzékeltetni, hogy a gazda–mikrobióta együttélés nem valami éteri harmónia, inkább egy jó kompromisszum a gazda és a mikrobák számára is. Mivel a gazdaszervezetek között is szelekció van, ennek hatására olyan mechanizmusok jelentek meg, melyek segítségével a gazda nagy eséllyel távol tudja tartani a káros baktériumokat, miközben számára kedvezőbb baktériumközösség kialakítását segíti elő.

Bemutattam a nitrogénfixáló baktériumoknak az egész bioszféra szempontjából kulcsfontosságú szerepét, és részletesen elemeztem a rhizobium növénykapcsolatban a gazdanövény kölcsönhatás előtti és utáni válogatását, mint lehetséges szűrőmechanizmust. Azt is megemlítettem, hogy a csalók és az együttműködő baktériumtörzsek közötti verseny nem szükségszerűen vezet a csalók teljes győzelméhez: ha a nyereség az együttműködők gyakoriságának telítődő függvénye, akkor a csalók és az együttműködők együtt fognak élni a gazdában. A kurta farkú tintahal és a *V. fisheri*, valamint a levélvágó hangyák és a kutikulájukon élő baktériumtelepek mutualizmusát elemezve felvettem, hogy a számára kedvező törzseket előnyben részesítő körülményeket alakít ki a gazda, kiszűrve így a „nem vágyott” betolakodókat. Hangsúlyoztam, hogy az emlősök (ember) nagyon komplex mikrobiótát tartanak fenn az emésztőrendszerükben, mely mikrobióták nemcsak a tápanyaglebontásban, hanem a kórokozók elleni védelemben is döntő szerepet játszanak.

Bizonyára érzékeltette az olvasó, hogy számos kérdésre egyelőre csak tapogatózó válaszokat tudunk adni, azonban az már most is biztosan látszik, hogy az evolúciós és ökológiai szemlélet a rohamosan terjedő géntérképezési eljárásokkal megerősítve rövid időn belül forradalmi szemléletváltást fog okozni a gazda–mikrobióta kölcsönhatás megértésében. Nem kétséges, hogy ezek a felfedezések a gyógyászatra is nagy hatással lesznek. Izgatottan várjuk a fejleményeket.

A cikkben bemutatott saját kutatásokat az OTKA K100299-es számú pályázata támogatta.

IRODALOM

- Archetti, M. és Scheuring I. 2011. Coexistence of cooperation and defection in public goods games, from the prisoner's dilemma to the volunteer's dilemma. *Evolution* 65: 1140-
- Fukuda, S. és mtsai. 2011. Bifidobacterian protect from enteropathogenic infection through production of acetate. *Nature*, 469: 543-
- Kiers, E. T. és Denison R. F. 2008. Sanctions, cooperation and the stability of plant-rhizosphere mutualisms. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39: 215-
- McFall-Ngai, M. J. 2008. Quick Guide: The Hawaiian Bobtail Squid. *Curr. Biol.* 18: R1043-
- Scheuring, I. and Yu, D. W. 2012. How to assemble a beneficial microbiome in three easy steps. *Ecology Letters.* 15:1300-
- Stecher, B. és Hardt W. 2011. Mechanisms controlling pathogen colonization of the gut. *Curr. Opin. in Microbiol.* 14:82

Találkozás egy űrhajósnővel

Acím nem véletlenül idézi Karinthy jól ismert novelláját. Marsha Ivins már tízévesen, két évvel azelőtt, hogy a Vosztok-6 fedélzetén a világ első női űrhajósaként Valentyina Tyereskova keringett a Föld körül, elhatározza, hogy űrhajós lesz – 1961-et írunk. Javában zajlik a „nagy űrverseny”, Gagarin szenzációs űrrepülése, az amerikai Mercury űrprogram beindítása már két éve megtörtént, de azt, hogy a kislányból valóban űrhajós lesz, még családja sem hitte.

1961 óta 526 űrhajós járt az űrben, köztük 56 nő, s Marsha Ivins egyike annak a hatnak, aki ötször is űrutazást tehetett. A karszű, feketébe öltözött űrhajósnőt könnyű hát elképzelnem, mint aki ifjúkori önmagával találkozáskor nem kell, hogy szégyenkezzen, hiszen mindent teljesített azért, amit magának ígért.

De minék itt kiemelni, hogy űrhajósNŐ? A hosszú hajú, kedves mosolyú Marsha Ivinst unalomig sokszor kérdezhették már erről, ő pedig türelmesen mindig ugyanazt válaszolta: „Űrhajós vagyok. Mindig így tekintettem magamra, és velem dolgozó társaim is így tekintettek rám.”

A NASA-tól két éve nyugdíjba vonult űrhajós most is küldetést teljesít, de már földi célpontokra utazik. 2012. december 6-án az Amerikai Egyesült Államok budapesti nagykövetségének vendégeként, a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karának egyik nagy előadójában tartott előadást egyetemi hallgatóknak és érdeklődőknek, majd válaszolt előbb hallgatóságára, majd egy külön rendezvényen a Magyar Asztronautikai Társaság és a Tudományos Újságírók Klubja tagjainak kérdéseire. Készségesen, a rutinos válaszadó és a témában jártasak biztonságával válaszolt, finom kézmozdulatokkal is segítve az érthetőséget. Az egyetemisták nevettek, mikor elmesélte, pályaválasztása miatt még saját családja is kicsit örültek nézte, csak sok évvel később mondták el neki, egy percig sem hitték, hogy megvalósítja a tervét. Az újságírók jót derültek, amikor elárulta, hogy egyesek még az űrben is festik magukat. Saját tapasztalata alapján állította, az űrben legfeljebb egy űrséta alkalmával végzett munkánál lennének hátrányban a hozzá hasonlóan alacsony, törekeny alkatúak nagyobb és erősebb társaikhoz képest. A súlytalanság állapotában kisebbnek lenni kifejezett előny, erőre ott igazán nincs szükség.

– *Megvalósította az álmát. Mérnöki diplomát is azért szerzett, hogy űrhajós lehessen. Most milyen célt tűzött maga elé?*

– Mindenhová elmegyek, ahová hívnak, és bevallom, nagyon élvezem. Eddig soha nem látott helyekre juthatok el, így megpróbálok annyit látni egy országból, amennyire csak lehetőségem van. Elsősorban fiatalokkal találkozom, és az űrutatásról beszéllek, amit ők érdekesnek találnak. Azzal, hogy elmondom saját élményeimet, bátorítani akarom őket, hogy minél többen tűzzék célul az új megismerését. Talán arra is jók ezek az előadások, beszélgetések, hogy ne csak az űrutatásról, hanem Amerikáról is többet tudjanak meg, vonzó oldalát ismerhessék meg.

– *Vagyis valamiféle „jószoigálati” nagykövetségi munkát is végez?*
– Igen, így is mondhatjuk.

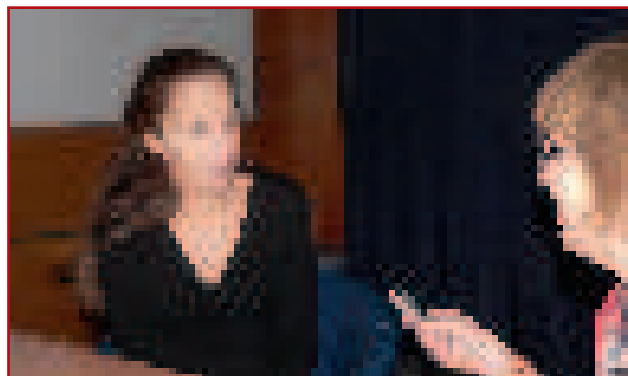
– *2012-ben olyan országokban is járt, például Indiában, ahol milliók nyomorognak, mindennapos az éhség, a járványok, sok az analfabéta. Nem túlságosan merész dolog egy ilyen ország-*

ban arra buzdítani a fiatalokat, hogy űrhajósok vagy űrutatatók akarjanak lenni?

– Ez nehéz kérdés, de én egyetemi hallgatóknak tartottam előadásokat, akik már rendelkeztek valamilyen háttérismerettel, tudták, miről beszéltek. Azzal, hogy felébred bennük a vágy az űrutatás iránt, valamiképpen országuk jobb jövőjét is építhetik.

– *Meddig folytatja ezeket az utakat?*

– Ameddig csak felkérést kapok rájuk. Remélem, még sokszor lesz ilyen utakra lehetőségem, mert valóban élvezem őket és sok hely van még, ahova nem jutottam el.



Marsha Ivins a Természet Világának ad interjút

– *Beszélt arról, milyen fontosnak tartja az országok közti együttműködést az űrutatásban. Egy kérdésre válaszolva azt is elmondta, hogy legnagyobb eredménynek magát a közös munkát tekintti, hiszen olyan országok űrhajósai dolgoznak együtt az űrállomásokon, mely országok a Földön sokszor bizony nem a legjobb viszonyban vannak egymással. Ha Önön múltna, még Kinát, mely egyedül is képes volt űrhajókat felbocsátani, elfogadná partnernek. A közös űrutatás másik haszna, hogy kisebb országoknak is lehetőséget ad egy ilyen, a legtöbb ország számára megfizethetetlenül drága projektben való részvételre. Tudta például, hogy, igaz, már amerikai állampolgárként, de egy 56-os magyar menekült, Pavlics Ferenc mérnök vezette a holdjármű (Lunar Roving Vehicle) kifejlesztését?*

– Nem, nem tudtam, de így valóban elmondhatják, hogy régóta szereplői az űrutatásnak!

– *Ma már a kínaiaknak is van űrállomásuk, de az Őn útjainak idején még csak kettő volt, a Mir és a Nemzetközi Űrállomás (International Space Station). Ön meglátogatta mindkettőt. Mi volt a tapasztalata?*

– Nagy különbség volt köztük. A Mir már 12 éves volt, a Nemzetközi Űrállomás pedig még új, mindössze 4–6 hónapos. Az új űrállomás tervezésekor nagy segítség volt a Miren szerzett tapasztalat. A Mirt 2001-ben megsemmisítették, a Nemzetközi Űrállomás viszont biztos szervezettebb lett, bár kissé zsúfolttá is vált. Amikor a szervezetség fontosságát említtem, azért is teszem, mert nem szabad elfelejteni, hogy az űrben semmit nem lehet kidobni,



Ötödik űrrepülésére indul az Atlantis fedélzetén (2001)

de semmi nem is veszhet el. Az űrhajóból vagy űrállomásról kikerülve pedig még egy olyan apró dolog, mint egy festékszemcse is veszélyt jelenthet, mivel nagy, 20–30 ezer km/ó (!) sebességgel kering az űrben.

– Valóban sokat hallani arról, hogy az ember már nemcsak a Földet veszélyeztetni meggondolatlan szennyezéseivel, hanem szeméttel árasztotta el az űrt is. A NASA 2002-ben vezetett be új űrszemétfelügyelő rendszert, az oroszoknak is van ilyen, és egy európai megfigyelő rendszert is létrehozta. 2005 óta rendszeresen tartanak konferenciákat is ebben a témában. A legfontosabb azonban akárcsak a Földön, a további szennyeződés elkerülése, létrejöttének csökkentése.

– Sajnos, valóban hatalmas mennyiségű hulladék kering az űrben. Még csak baleset sem kell a keletkezéséhez, hiszen apró darabok, szemcsék óhatatlanul leválnak a repülő objektumokról, és önálló keringésbe kezdenek. Mivel sebességük óriási, az űrhajók és űrállomások felszínén pedig érzékeny elektronikus berendezések vannak, a legkisebb tárggyal való ütközés is hatalmas károkat okozhat. A repülés ennek veszélye miatt is egyre nagyobb óvatosságot, körültekintést igényel.

– Egyik munkatársam megkért, tudakoljam meg, mi az, amit legjobban hiányolt az űrben, illetve a Földön?

– Az űrben egy kicsit a gravitációt, mert az, hogy még egy aprócska tárgy elérése, elhelyezése is gondot okoz, és a Földön megszokottnál sokkal tovább tart, bizony bosszantó és fárasztó tud lenni. Ez azonban igazán csekélység azokhoz az élményekhez képest, amelyekben fent részem volt. A Földön pedig az hiányzott, hogy nem tudtam úgy úszni-lebegni, mint fent. Hihetetlen érzés, nagyon élveztem.

– Ön szerint mi lehet az űrkutatás végső célja?

–Végső cél? Nem hiszem, hogy bármilyen kutatás esetében is meg lehetne ezt mondani. Az embernek mindig tovább kell lépnie.

Az interjút készítette: KITTEL ÁGNES

In memoriam Paul Kurtz (1925-2012)

Paul Kurtz, a CSICOP (Committee for Skeptical Inquiry) az amerikai szkeptikus társaság, valamint a Center of Inquiry alapítója 2012. október 20-án 86 éves korában elhunyt. Egyike volt a humanista és szkeptikus mozgalmak legbefolyásosabb képviselőinek a múlt század 60-as éveitől kezdve. Legfontosabb alkotásai a *Skeptical Inquirer* című szkeptikus folyóirat, a *Free Inquiry* magazin és a független Prometheus Books kiadóvállalat.

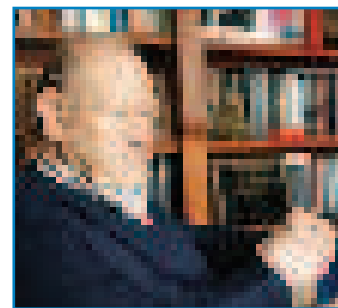
Paul Kurtz 1925. december 25-én született Newarkban, New Jersey-ben. A New York-i Washington Square College-ben végezte tanulmányait, mielőtt a II. világháború tetőpontján bevonult volna a hadseregbe. Részt vett a bulge-i csatában, az Ardenneknben, majd tagja volt annak az egységnek, amely felszabadította a dachau koncentrációs táborát. 18 hónappal a háború befejezése után leszerelt és visszatért tanulmányaihoz. 1948-ban szerzett diplomát a New York Egyetemen, majd PhD-fokozatot 1952-ben a Columbia Egyetemen.

1952–1959 között a Trinity College-ben tanított filozófiát, majd 1961 és 1964 között a Union College-ben dolgozott. 1965-ben hívták meg Buffalóba, az új New York State University-re. A korábbi University of Buffalo egy új állami egyetem része lett SUNY (State University of New York) néven, ahol a filozófia professzorának nevezték ki, amely beosztását 1991-ig megtartotta, amikor visszavonult a tanítástól.

A nemzetközi szkeptikus mozgalom nagy eseménye volt, hogy 1976-ban Paul Kurtz megalapította a *Skeptical Inquirer* magazint. Az 1970-es évek közepétől felvirágzó tudományellenes és áltudományos áramlatok ellen fellépve Martin Gardner és Joe Nickell kollégáival fáradhatatlan ellensége lett minden hajmeresztő ostobaságnak. Mint a természetfeletti és a paranormális kritikus, mindig a józan ész oldalán állt, és minden rendkívüli jelenségről rendkívüli bizonyítékot követelt. Ez volt az az időszak, amikor Paul Kurtz a közvélemény előtt rendíthetetlen harcosa lett a kritikus gondolkodás szükségességének mindennapi életünkben. (*Neospiritizmus vallás és paranormális* című cikkét magyar nyelven a *Természet Világa* 1997. januári, Szkeptikus lapok mellékletében olvashattuk.)

Kurtz életfilozófiáját legjobban *The Fullness of Life* (1974) és az *Exuberance: A Philosophy of Happiness* (1977) művei tükrözik. Sok megjelent könyve közül személy szerint a legbűszkébb a *The Transcendental Temptation* (1986) és a *The Courage to Become* (1997) volt a legbűszkébb. Fontosabb művei közé tartozik még a *The New Skepticism: Inquiry and Reliable Knowledge* (1992); a *Living without Religion: Eupraxsophy* (1994); és a *Forbidden Fruit: The Ethics of Secularism* (2008).

Paul Kurtz jelentős szerepet játszott abban is, hogy 1992-ben megalakult a magyar szkeptikus társaság, a *Tényeket Tisztelők Társasága*, amelynek alapító elnöke Szentágothai János professzor, a neves agykutató, az MTA elnöke volt.



BENCZE GYULA

WESZELY TIBOR

Közelebb a Bolyai-képhez

Az eddigi kutatások alapján szinte biztosra vehető, hogy minden idők egyik legzseniálisabb magyar tudósáról, Bolyai Jánosról, nem maradt hiteles arckép. Az első erre vonatkozó nyilatkozat magától Bolyai Jánostól ered. A ránk maradt kézírataiban az alábbi sorokat is olvashatjuk: „Egész katonai ingéniours-hadnagy teljes parádében levett melyképmet is bizonyos atyámtóli méltatlanság s arra következett méltatlankodás (indignatio) következtében, összezaggattam; annyira nem vágytam az afféle, mások által vadásztatni szokott, külső halhatatlanságra, minden effélét semmisnek nézvéen.”

Amikor Bolyai halála után, külföldi nyomásra, Magyarországon is felfigyeltek az Appendix című remekművében kifejtett eredményeire, Szabó Sámuel révén Bolyai Gergelyhez fordultak a nagy matematikus képének a megszerzése érdekében. János öccse 1867. április 20-án a következőket írja Szabó Sámuelnek: „Jánosnak a képe nincs meg, pedig mint főhadnagy nagyba, olajba le volt véve ganz parádében, hanem az öreggel egykor veszekedve haragjában kardjával a rámából oly szépen kikanyarította, hogy csak rámája maradt”. Tehát

a legkompetensebb élő családtag állította, hogy Bolyai Jánosról nem maradt semmiféle kép.

A múlt évszázad folyamán ez a kérdés újból az érdeklődés középpontjába került, mellyel kapcsolatban a magyarországi *Élet és Tudomány*, a romániai *Korunk*, *A Hét*, valamint számos más újság és folyóirat hasábjain sok cikk jelent meg.

Az ezzel kapcsolatos vélemények és érvelések az útkeresés lehetőségeit vetítették előre. A fél évszázaddal ezelőtti írások megjelenésének fő indítóoka az volt, hogy több matematikatörténeti műben és lexikonban, a Bolyaiakról szóló tanulmányokban, valamint magyarországi és romániai bélyegeken is megjelent Bolyai János arcképe, melyet Linzendorf Károly raj-

záról sokszorosítottak, mivel ennek alsó részén egy háromsoros kézzel írott és készítőjének aláírását is tartalmazó szöveg szerepel: „rajzoltam az egyetlen megmaradt Bolyai János arcképnek Adler Mór (1826–1902) óbudai festőművész által 1864-ben készített – eredeti után – festménye alapján. Linzendorf Károly”.

De lássuk ezzel kapcsolatban a rendkívül alapos magyarországi tudománytörténész, Sarlóska Ernő véleményét, aki Nagy Ferencsel közösen, a Bukarestben megjelenő *A Hét* című hetilap 1983. május 20-iki számában a következőket írja: „A Bolyai-kutatók számára ez egy csomó megválaszolandó kérdést rejt magában. Ki volt Linzendorf Károly? Mikor készült ez a rajz? Honnan tudta és miért állította, hogy ez az egyetlen megmaradt Bolyai-arckép?”

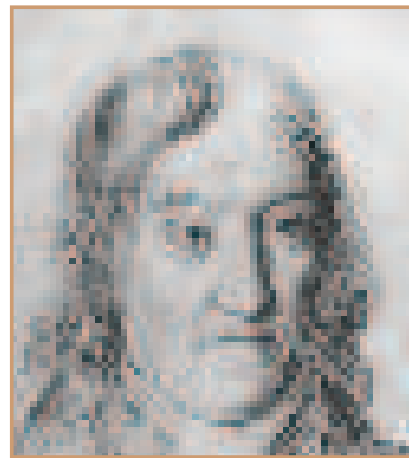
Ha tudni akarjuk, hogy ki a szóban forgó rajzoló, elég kinyitni például az Akadémiai Kiadónál megjelent Művészeti Lexikont. De ha kinyitjuk, azonnal beleütközünk abba a ténybe, melyet az egész képítében visszatérően tapasztalhatunk. Ez az adatok ellenőrzésének hiánya. A kérdéses kép rajzolójának neve ugyanis a fenti forrásban Lühnsdorf Károly, 1893-tól 1958-ig élt, a korának divatos grafikusművésze volt. Ezek szerint valaki hibásan írta le a nevét, és azután másolatról másolatra vándorolt a tévedés.

De ebben csak követték Lühnsdorf módszerét. Ami a nevével történt, az történt Adler Mór képével is. Lühnsdorf Károly egy bizonyítatlan feltevést, mint vitán felüli tényt továbbított!”

A továbbiakban Sarlóska Ernő és Nagy Ferenc újabb részletes és meggyőző érvekkel támasztják alá azon állításukat, hogy ennek a képnek semmi köze sincs Bolyai Jánoshoz. Ezt a nézetet osztja a Bolyaiak egyik legjobb ismerője Benkő Samu is, aki a *Korunk* 1965. 7-8. számában már ezelőtt a következőket is írta: „Arról a képről, melyet néhány évvel ezelőtt sokszorosítva is kiadtak, s melyet a romániai és magyarországi posta emlékbélyegén egyaránt láthattunk, csak azt tudjuk, hogy hitelességének semmi bizonyítéka nincs, s hármias átvételre utaló felírása is inkább gyanút kelt, mintsem hitelt érdemel. Az egyetlen róla készült festményt önkezével semmisítette meg.”

A Magyar Tudományos Akadémia Könyvtára által kiadott Bolyai-gyűjtemény katalógusának tanúsága szerint a Bolyai Arckép e rajzolt változatának eredetije Végh Attila, Bolyai János egyik dédunokájának a tulajdonában van (Fráter Jánosné: *A Bolyai-gyűjtemény*, MTA Könyvtára, Budapest, 1968). Itt is hasonló megjegyzés olvasható: „Valószínűleg egy elképzelt alakról készített kép, mert Bolyai Jánosról nem maradt fenn hiteles arckép”.

Ma már bizonyossá vált, hogy a szóban forgó képnek semmi köze sincs Bolyai Jánoshoz. Nem szabad azonban elfelejtenünk, hogy a megsemmisített olajfestményen kívül, már azelőtt létezett egy Bolyai Jánosról készült arckép, az úgynevezett

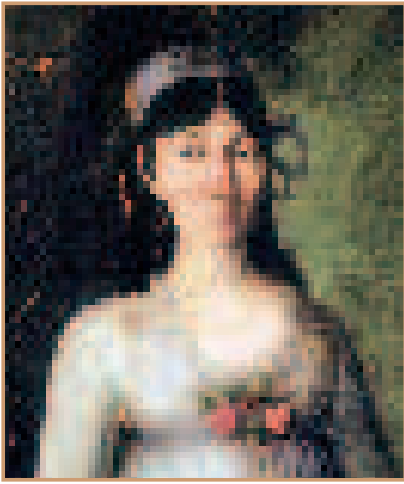


Bolyai Farkas

„bécsi kép”. Ugyanis Bolyai Farkas 1821. szeptember 10-én kelt levelében értesíti az akkor már Bécsben tartózkodó fiát, hogy a nagyon beteg édesanyjával, Benkő Zsuzsannával augusztusban elmentek Domáldra, a kis családi birtokukra, és „Ott ebédeltünk a vízesésnél a kőasztalon; kivettem a te bécsi képedet is, hogy hárman legyünk”. Ez a kép nyilván nem lehetett a „hadnagy parádében levett” portré, mivel János csak a katonai Akadémia elvégzése után, 1823 szeptemberében kapta meg az alhadnagy rangot. Mindezt ismerve, Toró Tibor *A Hét* 1982. szeptember 17-i számában megjelent cikkében meglemlíti az



A vitatott Linzendorf féle Bolyai-kép



Benkő Zsuzsanna

alábbi feltételezést is: „Ilyen formán gondolom van valamelyes alapunk arra, hogy feltételezzük: az a kép, amelyről Adler Mór 1864-ben másolatot készített, s amely után az említett harmadik változatot rajzolták, nem más mint a Bolyai levelekben annyit emlegetett „bécsi kép”. Természetesen nem az én feladatomban – szakmám szerint nem is lehet az –, hogy a kép eredetiségét megállapítsam és a hitelességét igazoljam.” Az utólagos vizsgálatok e feltételezésről is kiderítették, hogy minden alapot nélkülöz. Ugyanis azonnal felvetődik az a kérdés amit Sarlócska Ernő a már említett írásában tisztázott: „Láthatott-e Adler eredeti képet? – A kritikus kérdés a festmény készítésének időpontjához kapcsolódik. Adler Mór nem ingyen dolgozott. Állítólagos Bolyai-ábrázolása egy nagy festmény, amely sok pénzbe került. Kinek állt érdekében ezt kifizetni? Ugyanis Bolyai János 1860-ban halt meg. Tragikus sorsának lezárásakor senki nem kívánta neki megadni az öt megillető tiszteletet. A katonának járó temetés néhány hivatalból kirendelt résztvevője előtt tették sírba testét. S még harminc év múlva sem tartották fontosnak azt sem, hogy az akkor már világhírű Bolyai név egykori viselőjének porladó teste fölé egy kopjafát tegyenek. Miért lett volna hát fontos Adler Mórnak 1864-ben, amikor még a tudósvilág sem ismerte Bolyai értékét, de a Magyar Tudományos Akadémia se tudott Bolyai Jánosról, hogy festményt készítsen róla? Továbbá miért rendelt volna valaki egy drága másolatot, ha birtokában volt meg az eredeti?”



Bolyai Dénes



Klapka György

Bolyai Gergely leveléből arra is tudunk következtetni, hogy a „bécsi kép” 1867-ben már nem volt meg. E kérdéskör teljes lezárása érdekében még meg kell jegyeznünk, hogy Paul Stäckel említést tesz arról, hogy Bolyai Jánosról létezett egy apró, porcelánra festet kép is, de ezt Dénes fiának a gyermekei a felismerhetetlenségig tönkre tették.

Az eddigiekben ismertetett helyzet alapján Sarlócska Ernőék feltették a kérdést: „Mit tegyünk, ha nagy elődünkről nem maradt ránk olyan arckép, amelyre tisztelettel és szeretettel nézni vágyunk? Erre a kérdésre mi azt tartjuk követendőnek, amit Benkő Samu javasolt: egy Bolyaihoz méltó alkotást, amit a teremtő képzelet alkotott, s amely a Bolyai-kutatás eredményeire, a tények talajára támaszkodik. A tudományosan megalapozott, művészileg megformált és emberileg megnyerő arcképhez támpontokat adnak szülei arcképe, a koponyacsontok javasolt vizsgálata, Bolyai János útleveleiben és másutt található szeméyleírásainak szintetizálása és minden más hasznosítható forrás. Például Klapka György honvédtábornok képe, mert a Bolyaiakat jól ismerő kortárs Koncz József szerint, a nagy tudósnak arcához hasonlított.”

Ami a koponyacsontok javasolt vizsgálatát illeti, el kell fogadnunk Hints Elek kórházi főorvos megállapítását, aki az 1911. június 7-i exhumáláskor átvette a két Bolyai koponyájából megmaradt részeket kezelési és tanulmányozási célból. *A Hét* 1983. április 2-i számában, a családi leszármazott, ifj. Hints Miklós, az alábbiakat közölte: „Bolyai János megmaradt kis koponyarészéből megállapítható, hogy koponyája nagyobb és szélesebb volt mint apjáé, de oly kevés rész maradt meg belőle, hogy abból János koponyáját rekonstruálni még nagy hibaforrás mellett sem lehet”. Ennek helyességéről bárki meggyőződhet, ha megtekinti a marosvásárhelyi Bolyai Múzeumban őrzött megmaradt koponyacsontokat.

Az eddig tárgyaltakból nagy valószínűséggel beigazolódott az, amit Bolyai Gergely állított 1867-ben: *Bolyai Jánosról*

nem maradt ránk semmilyen hiteles arckép. Maradt tehát a már javasolt, de járható kényszerlehetőség: a korabeli leírásokra és dokumentumokra támaszkodó, művészileg megformált arckép elkészítése.

A kép körüli eszme-futtatásokba magam is bekapcsolódva, *A Hét* 1983. június 24-i számában megjelent *Gondoljunk tovább* című írásomban hangsúlyoztam, hogy egy nagyon fontos forrásanyag az a dombormű, amely a marosvásárhelyi Kultúrpalota homlokzatán található. Ugyanis, az 1911–13-ban épült Kultúrpalota homlokzatát több művészi kivitelezésű dombormű, bronzrelief és mozaikkép díszíti. A feliratok már kissé elmosódtak, de kevés igyekezettel ki lehet olvasni őket. A Tükörterem és a felette lévő Kisterem ablakosrai között hat egymást követő dombormű található, melyek Marosvásárhely egykori szellemi nagyjait ábrázolják. Balról jobbra haladva a következőket: Dósa Elek, Teleki Sámuel, Bolyai Farkas, Bolyai János, Mentovich Ferenc, Petelei István. Bolyai Jánost leszámítva, a többi öt személy mindegyikéről maradt ránk hiteles kép. Ezeket a domborműveket és a nekik megfelelő képeket összehasonlítva nagyon nagy megegyezést észlelünk. Ez a tény már szolgáltat némi reális alapot arra a merész kijelentésre, miszerint: *mind a hat dombormű az ábrázolt személyek sikerült képmásai.* De itt bárki felteheti a jogos kérdést: mire alapozzuk ezt az állítást, hiszen a domborműveket készítő szobrászművész, Sidló Ferenc (1882–1953), a többitől eltérően, Bolyai János esetében nem támaszkodhatott hiteles arcképére. A válasz megadásához tekintetbe kell venni a rendelkezésére álló reális adatokat és akkori tényeket: 1. Marosvásárhelyen akkor még élhettek olyan személyek, akik élőben láthatták Bolyai Jánost; 2. szinte biztos, hogy ismerte Koncz Józsefnek azt a határozott kijelentését, miszerint Klapka György 1848-as honvédtábornok nagyon hasonlított Bolyai Jánoshoz, és akiről több kép maradt az utókorra; 3. Bolyai János fia, Bolyai Dénes (aki még élt 1911-ben) gyakran hangoztatta, hogy sokban megőrizte apja arcvonásait. És valóban, ha összehasonlítjuk a szóban forgó dom-



Bolyai János domborműve a marosvásárhelyi Kultúrpalota homlokzatán

bormű, Klapka György és Bolyai Dénes képeit, akkor nagyfokú megegyezést talá-lunk. Oláh-Gál Róbert szerint is: „A marosvásárhelyi Kultúrpalota féldombormű-ve lehetne a legjobb kiinduló kép Bolyai János arcvonásainak rekonstruálásához”.



Zsigmond Attila szénrajza

Ezek lennének a létező tények, tár-gyak és lehetőségek, amelyek reális tám-pontokat nyújtanak egy elfogadható és amennyire lehet, valóság-hű Bolyai Já-nos-kép rekonstruálásához. Ennek remé-nyében kerestem fel az 1980-as évek közepén Zsigmond Attila festőművészt, aki már azelőtt is próbált készíteni né-hány arcképrajzot Bolyairól a már említett Lühnsdorf-másolatra támaszkodva. Átad-tam neki Klapka György, Bolyai Dénes, Bolyai Farkas, Benkő Zsuzsanna valamint a marosvásárhelyi Kultúrpalota említett domborművének fényképeit. Ezeken kívül megemlítettem, hogy Bolyai János haja sötétbarna, szeme kék és idősebb korában bajuszt és szakállt viselt, majd arra kér-tem, hogy ezek alapján egy olajfestmény elkészítésével próbálja meg elővarázsol-ni nagy matematikusunk arcképét. A siker reményét még fokozta az a tudat, hogy a festőművész számára nem volt ismeretlen Bolyai János élettörténete.

Az évek teltek és Zsigmond Attila nem jelentkezett a megbeszélrt anyaggal, majd egy idő után szomorúan értesültem halál-ról. A felesége, aki ezután a hagyatékát rendezte, egy borítékot (melyben az an-nak idején átadott fényképek voltak) és egy számomra még ismeretlen rajzpapír-tekerestet juttatott el hozzám. Ezt kibont-va azonnal észrevehető volt, hogy ez nem

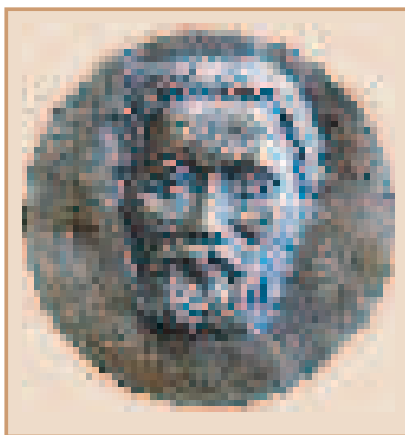
más, mint a megbeszélrt, de el nem készült Bolyai-kép vázlatos szénrajza.

Időközben Bolyai Jánosról számos szobor, dombormű, em-lékérem és plakett készült, melyek legtöbbször alkotómű-vészük egyéni elképzelései figyel-hetők meg. Akik a valóság-hű ábrázolásra törekedtek, azok az említett kultúrpalotai dombor-művet vették figyelembe.

Az utóbbi években a kitűnő amerikai festőművész, Márkos Ferenc (aki valamikor a maros-vásárhelyi Bolyai Farkas Líce-umban iskolatársam volt) elha-tározta, hogy Alma Materének néhány nevezetes tanárának a portréit megfesti. Az elkészült hat portré mindegyike roppant élethű és gyönyörű! Az egyik ilyen portré marosvásárhelyi át-adási ünnepségén, amelyen alko-tója is jelen volt, megkérdeztem, hogy a meglévő dokumentumok alapján nem festené-e meg Bo-



Bolyai János (1802–1860). Márkos Ferenc festőművész alkotása, mely a korabeli leírások és dokumentumok alapján készült



Széchenyi Kinga Bolyai-émlékérme

lyai János arcképét is. Örömmre öszin-tén bevallotta, hogy erre régebben már ő is gondolt. 2012 tavaszán átadtam ne-ki a Zsigmond Attilánál is említett ösz-szes dokumentumokat és információkat. Néhány hónap múlva, júliusban már kész volt az olajfestmény, melyet most itt be-mutatunk. Véleményem szerint Bolyai Já-nos nagyon nagy valószínűséggel való-ban ilyen volt. Arcképét minden szem-pontból rendkívül sikeresnek találom. A sikeres portré értékét az is növeli, hogy tények és korabeli dokumentumok alap-ján lett megfestve, s ezáltal – amennyire a körülmények engedték – Bolyai hiteles arcképének tekinthető. Lehet, hogy ezzel most részben megvalósult a debreceni tu-dománytörténész, Kántor Sándorné, Bo-lyai János születésének bicentenáriumián

elkeseredett malíciával kinyilvánított óha-ja: „Talán születésének 250. évfordulójára elkészülhetne a rendelkezésre álló adatok alapján egy kép, illetve megvalósulhatna Szénássy Barna nagy álma, az Appendix-nek a miniatűr kiadása többnyelvű be-vezetővel”.

IRODALOM:

- Paul Stäckel: Bolyai Farkas és Bolyai János geometriai vizsgálatai, Akadémiai Kiadó, Budapest., 1914
 Benkő Samu: Bolyai János arca, Korunk, 1965, Kolozsvár
 Benkő Samu: Bolyai János vallomásai, Irodal-mi Könyvkiadó, Bukarest, 1968
 Toró Tibor: Perújrafelvétel, Élet és Tudomány, 1982/53, Budapest
 Toró Tibor: „Kitettem a te bécsi képedet”, A Hét, 1982. szeptember 17, Bukarest
 Sarlócska Ernő, Nagy Ferenc: „Perújrafelvétel” a Bolyai-kép vitában, A Hét, 1983, május 20. Bukarest
 ifj. Hints Miklós: „Katonai egyenruhában te-mették el”, A Hét, 1983. április 2, Bukarest
 Weszely Tibor: Gondoljuk tovább, A Hét, 1983 június 24, Bukarest
 Weszely Tibor: Bolyai János, Az első 200 év, Vince Kiadó, Budapest, 2002
 Oláh-Gál Róbert: Adalékok Bolyai János meg-ítéléséhez, Appendix Kiadó, Marosvásár-hely, 2006

GULYÁS KRISZTINA – SOMFALVI-TÓTH KATALIN

A tapadó hó és az előrejelzési kísérletek

A légköri jegesedési típusok megismerésének és előrejelzésének igen nagy gyakorlati jelentősége van. Rendkívül széleskörű kutatások folynak ebben a témakörben, hiszen a magasabb épületek, antennatornyok, vagy az elektromos távvezeték-hálózatok ki vannak téve az időjárás viszontagságainak.

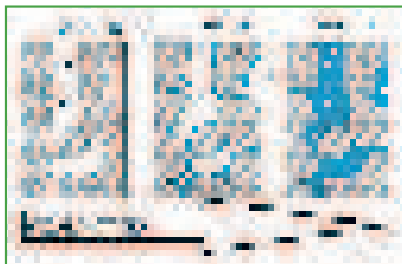
Rövid leírásunkban a tapadó hó káros hatásait, gyakoriságát, és a veszélyeztető meteorológusok munkáját segítő előrejelzési lehetőségeket szeretnénk bemutatni. Célul tűztük ki, hogy segítsük és pontosítsuk az előrejelzést, ami hozzájárulhat az anyagi károk mérsékléséhez, az emberi élet és javak védelméhez.

Mint minden évszak, a tél időjárása is nagyon megosztja az embereket, mindenkinek más véleménye van róla, más emlékek, élmények, vagy éppen rémképek jutnak eszébe. Mostanában gyakran halljuk, hogy a telek már nem olyanok, mint régen, nem olyan hidegek, nincs annyi hó sem. Ezt klímakutatók a globális éghajlatváltozás számlájára írják. Ebben az cikkben azonban ezt sem cáfolni, sem igazolni nem szeretnénk, viszont egy érdekes jelenséggel ismerkedhet meg a kedves olvasó, mégpedig az úgynevezett nedves tapadó hóval. Már bizonyára mindenki találkozott vele, hiszen a nagy hógolyócsaták, a hóemberépítés, mind-mind hozzá köthető. Tapasztalatból tudjuk, hogy van olyan típusú hó, amit hiába gyúrunk, nem akar hógolyóvá összeállni, és van olyan is, ami kitűnő alapanyag a hógolyózáshoz. Ez utóbbi a nedves tapadó hó. Azonban míg sok embernek örömet szerez, másoknak hatalmas károkat okozhat. Gondoljunk csak bele, hogy a fáknak mekkora terhet kell elviselniük egy-egy nagyobb havazás után, amit nem mindig tudnak megtartani, és ekkor vagy letörnek az ágai, vagy akár a fa is kidől. Amiről még kevesebb embernek van tudomása, az a felsővezetésekre felhalmozódó hó, ami szintén rendkívül veszélyes jelenség, nem beszélve az anyagi károkról és a kellemetlenségről, hiszen senki nem szeretne a tél közepén akár csak egy rövid időszakra is áram nélkül maradni. Mi, meteorológusok, arra kerestük a választ, hogy Magyarországon milyen gyakran fordult elő ez a jelenség az elmúlt 30 év során. Felfedezhető-e valamilyen

trend az előfordulási gyakoriságában, valamint melyek a legérzékenyebb, legveszélyeztetettebb területek hazánkban? Kísérletek folynak a minél pontosabb területi és mennyiségi előrejelzésére, amelynek lehetőségeibe most szintén bepillantást nyerhet az olvasó.

Mi a tapadó hó és hogyan alakul ki?

Először pontosítsuk, hogy mi a tapadó hó definíciója. Szakirodalmi leírások alapján a hópelyhek részlegesen megolvadnak, és a hókristály felületén vékony vízréteg jelenik meg. Amint azt az **1. ábrán** is láthatjuk, hogyha a lehullott hópelyhekben túl kevés vagy túl sok víz van, akkor vagy túl száraz (porhó) vagy túl nedves (latyakos hó) hó jön létre.



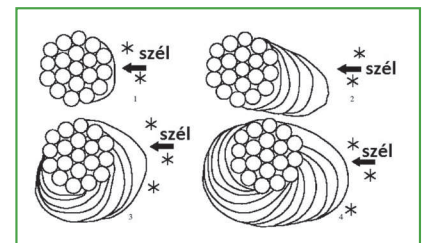
1. ábra. Balra a száraz porhó sematikus ábrája, középen a tökéletes tapadó hó képe, ahol láthatjuk a vékony vízréteget a hópelyhek felületén, míg jobbra a túl nedves, latyakos hó (Sakakibara et al. 2007)

A kialakulásához megfelelő vertikális hőmérsékleti rétegződés szükséges. Ez azt jelenti, hogy mind a magasban, mind a felszín közelében egy pozitív hőmérsékleti tartomány helyezkedik el. Ez biztosítja a hópelyhekben lévő megfelelő folyékony víztartalmat, mely a felszíni tereptárgyakon történő megtapadást teszi lehetővé.

Ha a folyékony víz aránya nagyobb, mint 40%, akkor túl vizessé válik a hó és egyszerűen lefolyik a felületekről (Farzaneh, 2008). Az olvasó is könnyen meghatározhatja, hogy éppen nedves tapadó hó hullik-e a környezetében, hiszen két egyszerű feltételnek kell egyszerre fennállnia: a felszín közelében 0 és 1 °C között kell lennie a léghőmérsékletnek, miközben havazik.

A felsővezetésekre rakódó hó kialakulási mechanizmusa

A legveszélyeztetettebb területek a világon azok az országok, ahol enyhe, nagy nedvességtartalmú óceáni légtömegek hideg kontinentális, vagy sarkvidéki levegővel keveredhetnek. A teljesség igénye nélkül ilyen területek például Izland, Kanada, Norvégia, valamint Japán és Kína. Japán éghajlata különösen alkalmas a tapadó hó kialakulásához, télen akár több méter hó is felhalmozódhat az északi területe-



2. ábra. A hópelyhek a felsővezetéseken elkezdnek felhalmozódni, majd egyre inkább körkörös elleplek a vezeték teljes felületét (Dobesch et al. 2005)

in. Érthető, hogy japán kutatók élenjáró eredményeket mutathatnak fel a felsővezetésekre rakódó tapadó hó kutatásában. Wakahama (1977) szélesatorna-kísérletek során, mesterséges laboratóriumi körülmények között figyelte meg a felsővezetésekre tapadó hó folyamatát (**2. ábra**). A

hópelyhekben lévő víz felületi feszültsége miatt könnyen hozzátapad a tárgyakhoz, így a felsővezetékekhez is. Ha kellő ideig és intenzitással havazik, akkor előbb-utóbb a hó körkörösén befedi a vezetéket, ami extrém körülmények között a 15–20 cm-t is elérheti (ilyen vastag felhalmozódást Izlandon már többször megfigyeltek, Magyarországon az 5–10 cm is már rendkívüli eseménynek számít). Erre látható példa a **3. ábrán**. Ezen kívül a szél hatása sem elhanyagolható, hiszen hatékonyan hozzájárul a hó felhalmozódásához. Egyrészt megnöveli az adott felületre érkező hópelyhek fluxusát, másrészt megnöveli a felhalmozódó hó sűrűségét, ezáltal még nagyobb súly nehezedik a vezetékekre.

A tapadó hó előfordulása Magyarországon

Hazánk éghajlati adottságai miatt viszonylag gyakran fordulnak elő különböző jeges lerakódások. Legtöbbször nem okoznak súlyos problémákat, azonban a tapadó hó esetenként jelentős károkat is eredményezhet. Példaként említhetjük az utóbbi évek legsúlyosabb esetét, ami 2009. január 27–28-án Vas és Zala megyékben nagy területen áramellátási zavarokat okozott. Vezetékek szakadtak el, oszlopok dőltek ki a felhalmozódott hó nagy tömege miatt. Hatására számos település maradt áram nélkül a tél közepén (Lakatos et al. 2009).

Az energiaszektoron kívül jelentős anyagi károk keletkezhetnek egy-egy havazás során az erdőkben is. Az ERTI (Erdészeti Tudományos Intézet) legfrissebb erdővédelmi helyzetjelentése alapján a havazás okozta károk és a zúzmarakárok is intenzíven megnövekedtek az utóbbi pár évben (Hirka et al. 2008, Hirka et al. 2010).

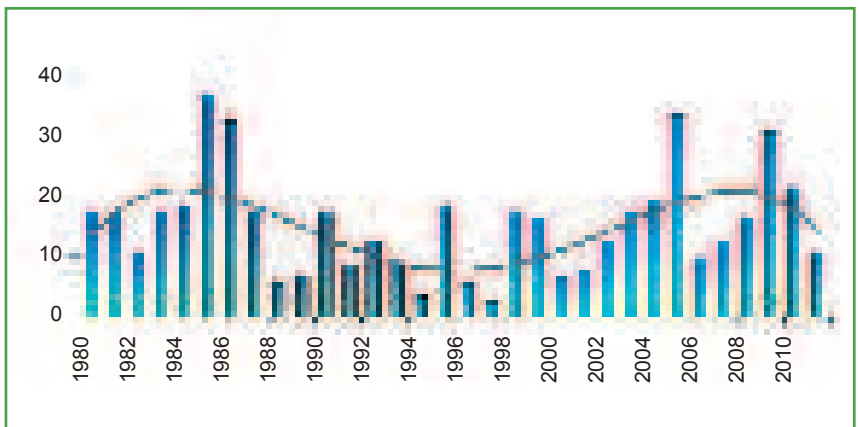
Míndezek következményeként kutatások indultak el az Országos Meteorológiai Szolgálatnál, hogy minél pontosabban megismerjük a jelenség kialakulási folyamatát, klimatológiai hátterét, valamint előrejelzési lehetőségeit, aminek rövid összefoglalóját olvashatjuk a továbbiakban.

Mérések és eredmények

Magyarországon az 1950-es évektől foglalkoznak részletesebben a jegesedés problémájával. A legjelentősebb munka Csomor Mihály nevéhez köthető, aki munkatársaival létrehozta a ma is használatban lévő zúzmaramérő műszert, illetve hálózatot 1966-ban. Ennek segítségével megfigyelhető meg a jegesedés fajtája (finom vagy durva zúzmara, ónos bevonat, nedves tapadó hó, fagyott tapadó hó és



3. ábra. Vezetékeken megjelenő nedves tapadó hó (fent) és fagyott tapadó hó (lent) 2009. január 27–28-án



4. ábra. Tapadó havas napok számának változása Magyarországon (1980–2011)

ezek kombinációja), valamint vastagsága és vízmennyisége. A legkiterjedtebb mérőhálózat az 1980-as évek közepén üzemelt, akkor 25 meteorológiai állomáson mérték minden reggel 7 órakor az előző 24 óra alatt felhalmozódott bevonatot. Jelenleg 12 műszer látja el a szolgálatát a téli időszakban.

Európában előkelő helyet foglal el a magyar adatbázis, hiszen 45 éve folynak a mérések. Ennek az adatbázisnak a lehetőségeit kihasználva szerettünk volna fényt deríteni arra, hogy a nedves tapadó hó milyen gyakran fordul elő hazánkban, mekkora vastagságú felhalmozódások fordultak eddig elő, és ezek közül melyek voltak az igazán kiemelkedő, veszélyes esetek. Kérdéseink megválaszolásához tehát az OMSZ adatbázisából vett napi zúzmaramérési adatokat használtuk fel az 1980–2011-es téli időszakokból (október 1. – március 31.).

A gyakoriságokat tekintve azt tapasztaltuk, hogy Magyarországon rendszere-

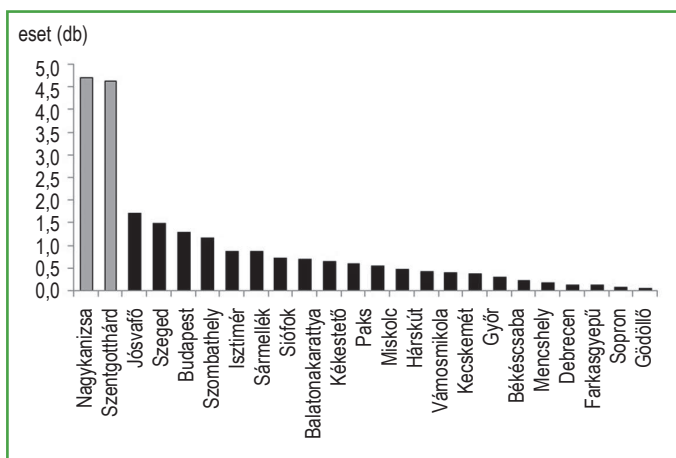
sen visszatérő jelenségről van szó, igaz ugyan, hogy veszélyes méreteket csak ritkán ölt. A vizsgálatok elvégzéséhez Gulyás (2012) bevezette az ún. tapadó havas nap definícióját. Tapadó havas napnak tekintjük azokat a napokat, amikor legalább egy zúzmaramérővel ellátott állomáson nedves vagy fagyott tapadó havat regisztrálnak. A tapadó havas napos száma az elmúlt 30 év során nem csökkent, ehelyett egy bizonyos ciklikusság fedezhető fel (**4. ábra**). Kb. 5–8 évenként jóval többször regisztrálnak hazánkban tapadó havat. A periodicitásért feltételezhetően a különböző makrocirkulációs rendszerek tehető felelőssé. Statisztikai módszerekkel bebizonyítottuk, hogy azokban az években, amikor a mediterrán ciklonok száma szokatlanul nagy, a tapadó havas napos száma is megugrik. A kutatás egy későbbi fázisa lesz részletes többször fordult elő hazánkban tapadó hó, míg negatívabb értékekhez alacsonyabb esetszám tartozik (Gulyás, 2012).

Területi eloszlás - kiemelten veszélyeztetett területek

Egy másik nagyon fontos kérdés a tapadó hó előfordulásának területi eloszlása. Az Erdészeti Tudományos Intézetől (ERTI) kapott információk, valamint az OMSZ adatbázisa alapján főleg a déli, délnyugati országrész érintett. Az **5. ábrán** piros, illetve narancssárga vonallal jelöltük azokat a területeket, ahol a leggyakrabban regisztráltak az elmúlt

30 évben tapadó havat. Ezen belül két várost emelnénk ki, Szentgotthárdot és Nagykanizsát. Ezeket az állomásokon a többi szinoptikus állomáshoz képest 2-szer, 3-szor több alkalommal figyeltek meg tapadó havat (6. ábra).

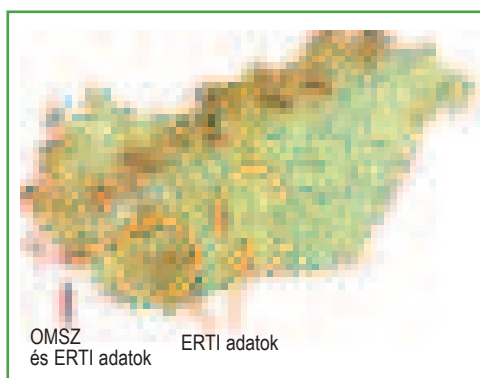
A területi eloszlás mellett figyelembe kell venni a kialakuló hóvastagságot is. Itt meg kell jegyezni, hogy a zúzmamamérő műszeren kialakuló hó vastagsága az esetek döntő többségében nem éri el, illetve nem egyezik meg a talajon felhalmozódó hó mennyiségével. A táblázatban láthatjuk a 10 legjelentősebb felhalmozódást, amit 30 év alatt regisztráltak a mérőműszeren. Az első helyen 139 mm vastagság szerepel, amely megközelíti a 14 cm-t. Cikkünk elején említettük, hogy a felsővezetékre rakódó 10–15 cm vastagságú hó rendkívül ritka hazánkban. A táblázat adatai alapján szembevetődik itt is Szentgotthárd és Nagykanizsa dominanciája. Ez azt jelenti, hogy mind gyakoriság, mind pedig a felhalmozódások vastagsága terén kiemelten kezelendő területről van szó.



6. ábra. Tapadó havas napok éves gyakorisága 30 éves adatsor alapján. Szignifikánsan több tapadó havas nap fordult elő Nagykanizsa és Szentgotthárd térségében

Rangsor	Város	Időpont	Vastagság (mm)
1.	Szentgotthárd Farkasfa	2000.12.30	139
2.	Budapest-Lőrinc	1999.02.10	99
3.	Nagykanizsa	1996.01.02	99
4.	Isztimér	1988.02.25	99
5.	Paks	1999.12.20	98
6.	Szeged-külterület	2005.12.15	95
7.	Nagykanizsa	1993.02.26	93
8.	Szentgotthárd Farkasfa	1986.01.01	90
9.	Nagykanizsa	2001.12.23	87
10.	Paks	1999.11.20	82

Táblázat. A 10 legvastagabb tapadó havas felhalmozódás, amelyet az OMSZ mérőműszerén regisztráltak az elmúlt 30 év során



5. ábra. A tapadó hó előfordulásának leggyakoribb területei

Mindezek után jön a kérdés, hogy milyen előrejelzési lehetőségek állnak rendelkezésre, hiszen a társadalom szereplőinek – akár a szolgáltató, akár a felhasználó oldalán álljanak is – az az érdeke, hogy minél kevesebb káresemény következzen be, és ha az mégis elkerülhetetlen, akkor minél gyorsabb legyen a kárelhárítás.

Előrejelzési lehetőségek

Időjárás-előrejelzéseket numerikus időjárás-előrejelző modellekkel készítenek a szakemberek. A modellek területi lefedettsége, matematikai-fizikai háttere eltérő, ezért az előrejelzett mezőkben nagy

széles előrejelzést megfontolni, figyelembe venni.

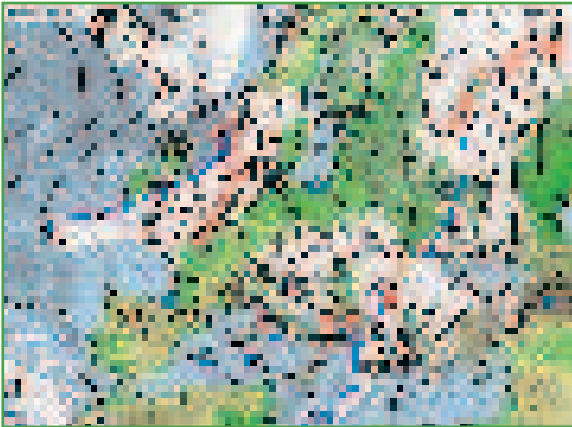
Egy sikeres rendszer működéséről már be tudunk számolni. 2010 óta létezik tapadó hóra vonatkozóan veszélyjelző rendszer Olaszországban, melynek neve WOLF (Wetsnow Overload aLert and Forecasting). A rendszerrel megjelenített eredmények könnyen és gyorsan értelmezhetőek. Akár 72 órára képes előrejelzést készíteni (Bonelli et al., 2010). Mivel a felsővezetékek védelmére alkalmazott módszerről van szó,

így a veszély mértékét kg/m-ben adják meg. Ez azt jelenti, hogy 1 méter vezetékén hány kg hó tapadt meg. Ezek alapján a következő veszélyességi fokok határozhatóak meg:

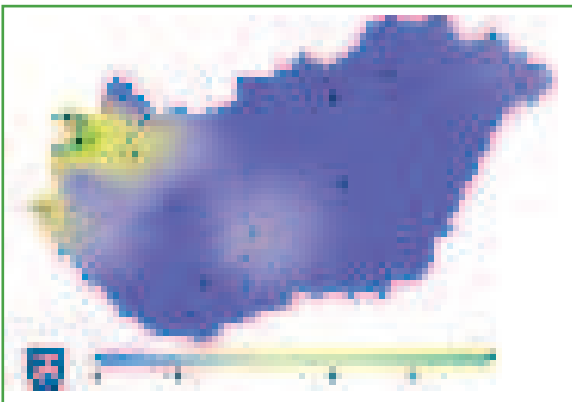
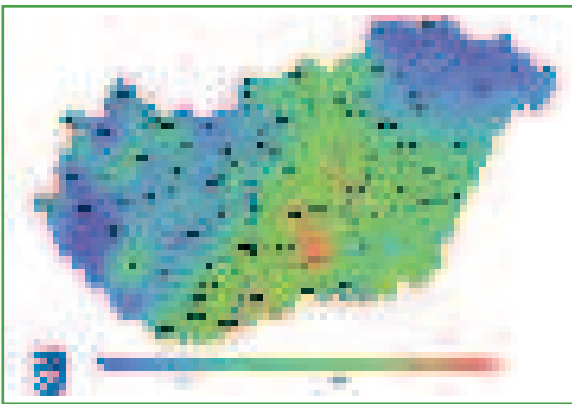
- 0,5 – 1 kg/m → **zöld jelzés**
- 1 – 2 kg/m → **sárga jelzés**
- 2 – 5 kg/m → **narancssárga jelzés**
- > 5 kg/m → **piros jelzés**

Ahhoz, hogy hazánkban is sikeresen tudjunk alkalmazni egy hasonló rendszert, előtte számos kísérletet és szimulációt kell végeznünk. Zárásul egy ilyen kísérleti eredményt mutatunk példaként.

Az idei tél első jelentősebb havazása 2012. október 29-éhez köthető. Ekkor egy mediterrán ciklon érintette az országot, amely az Adria felől nagy nedvességtartalmú léghullámokat hozott (7. ábra). Az ország jelentős részén eső esett, de a Kisalföldön, a Bakonyban, és főleg az Alpok-alján az északnyugat felől beáramló hideg levegő miatt kedvező feltételek alakultak ki a havazáshoz, és helyenként több centiméter összefüggő hóréteg alakult ki. A legtöbb hó Sopron környékén hullott, ahol helyenként a 10 cm-t is meghaladta a friss



7. ábra. Európa időjárási helyzetképe 2012. október 29-én 1 órakor (0 UTC-kor). A középpontjával Románia felett örvénylő mediterrán ciklon okozott többfelé csapadékos időt az országban



8. ábra. 2012. október 28-án és 29-én lehullott csapadékösszeg (fent), valamint a 2012. október 29-én reggel 7 órakor mért hóvastagság (lent). Csak a Dunántúlon alakult ki több centiméter friss hó a talajon, másutt eső, havas eső volt a jellemző csapadékforma

hó mennyisége a 2012. október 29-én reggel 7 órakor elvégzett mérések szerint (**8. ábra**, alul).

Az OMSZ-nál rendelkezésre álló időjárás-

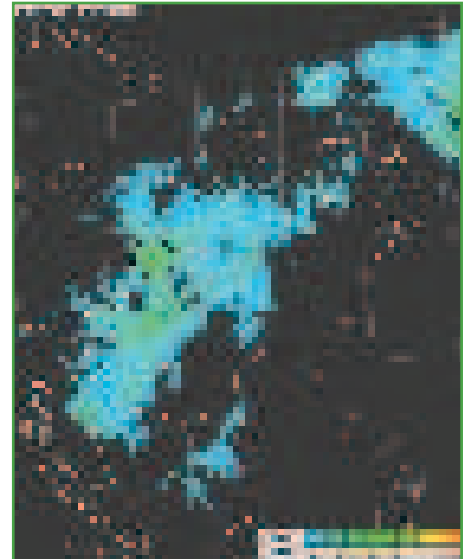
előrejelző modellek segítségével szimulációkat végeztünk a tapadó hó területi és mennyiségi alakulására (megjegyezzük, hogy a lehullott hó mennyisége nem feltétlen egyezik meg a tapadó hó mennyiségével). A WRF modell eredményét szemléltetjük a **9. ábrán**. Itt ugyan bemutatásra nem kerül, de ezen kívül számításokat végeztünk az ECMWF, az AROME és az ALADIN modellek segítségével is.

Az ábrán a vezetékre felhalmozott hó sugarát találhatjuk meg centiméterben kifejezve, ami könnyen átszámolható folyóméterre eső tömegre (kg/m), amint azt az olasz előrejelző rendszerben is láthattuk. Az átszámítás egyszerű összefüggésen alapul, de ehhez ismernünk kell a felhalmozódó hó sűrűségét. Erre több módszer is rendelkezésre áll, de a legegyszerűbb, ha állandó 400 kg/m³-nek tekintjük.

Az ábrán rögtön szembeszökő a Sopron környéki terület, ahol körbekerítettük azt a térséget, ahol a legtöbb tapadó hó hullott. Ezen kívül említést érdemel a Balatontól délnyugatra lévő terület, ahova a modell szintén prognosztizált tapadó havat, miközben ott nagyrészt eső, havas eső hullott. Ez a hiba a modell által előre jelzett hőmérsékleti mező hibájából adódik. A valóságban magasabb volt a hőmérséklet, mint a modellben számolt léghőmérséklet. Ennek köszönhetően a modell már tapadó hóként vette figyelembe a lehulló csapadék-mennyiséget.

Ezzel magyarázatot kaptunk arra, hogy miért szükséges több modell bevonása a számításokba, mivel a számítási eredmények összehasonlításával információt kapunk a beválás valószínűségére is, hiszen ha az említett 5 modellből a többség nem támogatja adott térségben a tapadó hó kialakulását, akkor kisebb esély van arra, hogy az a valóságban tényleg bekövetkezik.

Célunk, hogy minél pontosabb becslést tudjunk adni arra vonatkozóan, hogy hol és mikor várható veszélyes méreteket elérő tapadó havas felhalmozódás. Ez mind az energiaszektor szereplőinek, mind a magyar lakosságnak érdeke, hiszen ezáltal csökkenthető a felsővezetékek szakadásának, vagy éppen az oszlopkidőlések miatti anyagi károk mértéke, valamint a sok bosszúságot és kellemetlenséget okozó áramkimaradások hossza.



9. ábra. Az OMSZ-nál futó WRF időjárás-előrejelző modell eredményei alapján számolt tapadó hó felhalmozódás vastagsága (cm) a felsővezetéseken 2012. október 29-én

FELHASZNÁLT IRODALOM

Bonelli, P. – Lacavalla, M. – Marcacci, P. – Mariani, G. – Stella, G. (2011): Wet snow hazard for power lines: a forecast and alert system applied in Italy. National Hazards Earth System Sciences, Vol. 11, p. 2419–243.

Dobesch, H. – Nikolov, D. – Makkonen, L. (2005): Physical processes, modelling and measuring of icing effects in Europe. Central Institute for Meteorology and Geodynamics, Bécs

Farzaneh, M. (2008): Atmospheric Icing of Power Networks. ISBN 978-1-4020-8530-7, Springer Science+Media B.V. Kanada

Gulyás, K. (2012): A tapadó hó statisztikus klimatológiai vizsgálata és előrejelzési lehetőségei. Msc. Diplomamunka, ELTE Természettudományi Kar

Hirka, A. – Csóka, Gy. (2008): 2007 az abiotikus erdőkárok éve. Erdészeti Lapok 143. évf. 1. füzet p. 12-14.

Hirka, A. – Csóka, Gy. (2010): Abiotikus erdőkárok Magyarországon (1961-2009). Erdészeti lapok, CXLV. évf. 7-8. szám p. 246-248.

Lakatos, M. – Bihari, Z. (2009): Hóteher a távvezetéseken. A 2009. január 27-28-án kialakult időjárási helyzet elemzése Vas és Zala megye területén. Légkör, évf. 54. 2. szám

Sakakibara, D. – Nakamura, Y. – Kawashima, K. – Miura, S. (2007): Experimental Result for Snow Accretion Characteristics of Communications Cable, Proceedings of the International Wire & Cable Symposium, Lake Buena Vista, Florida, USA

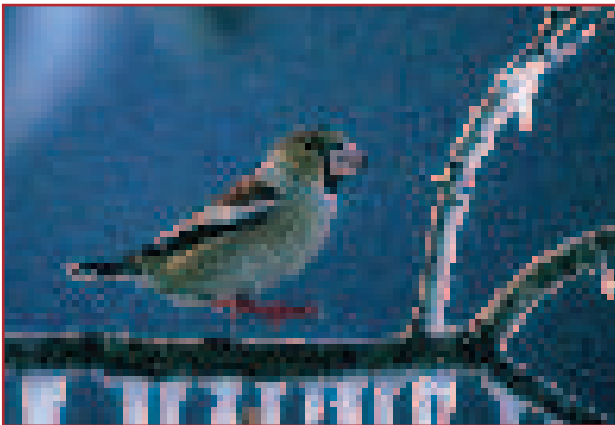
Wakahama, G. – Kuroiwa, D. – Goto, K. (1977): Snow accretion on electric wires and its prevention. Journal of Glaciology, Vol. 19, No. 8, p. 479-487.

KALOTÁS ZSOLT

Előttünk az utódaink

A magyar természetfotós utánpótlás

A magyar természetfotózás az elmúlt 25 évben látványos fejlődésen ment keresztül, és nyugodtan kijelenthetjük, hogy Magyarország már korántsem fehér folt a természetfényképezés nemzetközi színterén. Ma már nem csodálkozik senki azon, hogy természetfotósaink képei folyamatosan szerepelnek a nagy nemzetközi természetfotó-pályázatok díjazottjai között, sőt, inkább akkor ütköznének meg, ha a jó nevű magyar fotósok képei nem kerülnének falra egy-egy világra szóló megmérettetésen. Az eredményeket illetően elégedettek lehetünk tehát, de mondhatjuk-e azt, hogy ez a jövőben is így lesz? Van-e elegendő tartalékunk, vannak-e olyan tehetségeink, akik majd átveszik a kép-



Vadász Anna:
Partraszállás

Máté Bence:
Levegőben

csupán kivételnek számítanak, ami közismert szólásunk rosszul alkalmazott értelmezés miatt erősítheti a szabályt.

Igazán kiforrott, nemzetközi mércével is komoly eredményekre képes természetfotós abból lesz, akit már gyermekkorában rabul ejt e varázslatos hivatás, és a tehetség

mellett megvan benne a kellő akarás és kitartás, hogy kitűzött céljait elérje. De talán még egyéb is szükségeltetik, amelyeket még nem is említettem, pedig lehet, hogy ezek a legfontosabbak ahhoz, hogy kiemelkedő alkotások szülessenek. Ezek a kreativitás és a maximalizmusra való törekvés. Azok ugyanis, akik csodaszép képeket készítenek, de műveikből nem süt a szerző egyénisége, a csakis az alkotóra jellemző megközelítési mód, az bizony soha nem fog tudni igazán egyénit alkotni, mindig megmarad a „tisztos iparos” szintjén, akiknek képei ugyan hibátlannak tűnhetnek, mégis elvegyülnek a tucattermékek között. A tömegből való kiemelkedéshez tudni kell új dolgokat kitalálni, mert a művészeteket mindig az új, a szokatlan keresése viszi előre. Az epigonok még soha-

sem tettek szert igazi hírnévre. Egy-egy közismert témát milliónyi módon lehet bemutatni, feldolgozni, de a szemlélőket mégsem a már megszokott megközelítési módok, hanem azok a képek fogják meg, amelyek olyat tudnak mutatni, ami meglepi a szemlélőt. Ez lehet egy szokatlan nézőpont, de izgalmas lehet a formák, a fények és a színek szokatlan játéka is. Sokan élnek a láttatni, de mégsem megmutatni módszerrel, ami sokszor egy hétköznapi téma sejtelmes bemutatását jelenti, ami a kép nézőjét továbbgondolkodásra készíti. Ahogy mondani szokás, nem az az érdekes, amit látunk, hanem az, ami rejtve van előttünk.

A kreatívan gondolkodó természetfotósokra az jellemző, hogy képeik sohasem véletlenül születnek, hanem gondosan megtervezett munka végeredményeként. Az ilyen fotósok mindig néhány lépéssel a többiek előtt járnak, akik csak csodálkozni tudnak magukon, hogy ezek a viszonylag egyszerűnek tűnő újítások miért nem nekik jutottak az eszükbe.

A siker titkait kutatva nem véletlenül utaltam kiemelten a maximalizmusra törekvésre, mint az egyik legfőbb tényezőre, amelyet hosszú távon nélkülözhetetlennek tartok. Sok neves fotóst kérdeztek már meg arról, hogy készítették-e olyan képeket, amelyeket hibátlannak ítélnék. És az igazán szerény és hozzáértő alkotók mindig beismerik, hogy hibátlan képet nem vagy csak nagyon ritkán sikerült készíteniük. Különösen igaz ez a természetfotóra, ami nem a fényképész műtermében készül, hanem a természet műtermében, ahol

zeletbeli stafétabotot a jelenleg sikeres és elismert természetfotósainktól? Fiataljaink méltó módon tudják majd évtizedek múltán is képviselni sikeres elődeiket?

A természetfotózásról azt mondják, hogy nem köthető életkorhoz. Ez így igaz, hiszen számtalanszor megtapasztalhattuk már, hogy még azok is érhetnek el sikereket ezen a területen (ha megvolt bennük a szükséges elszántság és kitartás), akik meglehetősen későn kezdtek el fényképezni. Hazai példa is van erre. Egyik legismertebb bűvárfotósunk, Kiss Gábor csak 49 éves korában ismerkedett meg a víz alatti fényképezéssel, de olyan nagy lelkesedéssel és akarattal üzte, hogy 5 éven belül több nemzetközi díjat is besöpört, és itthon is elnyerte az Év természetfotósa címet. Azonban ez, és az ehhez hasonló esetek

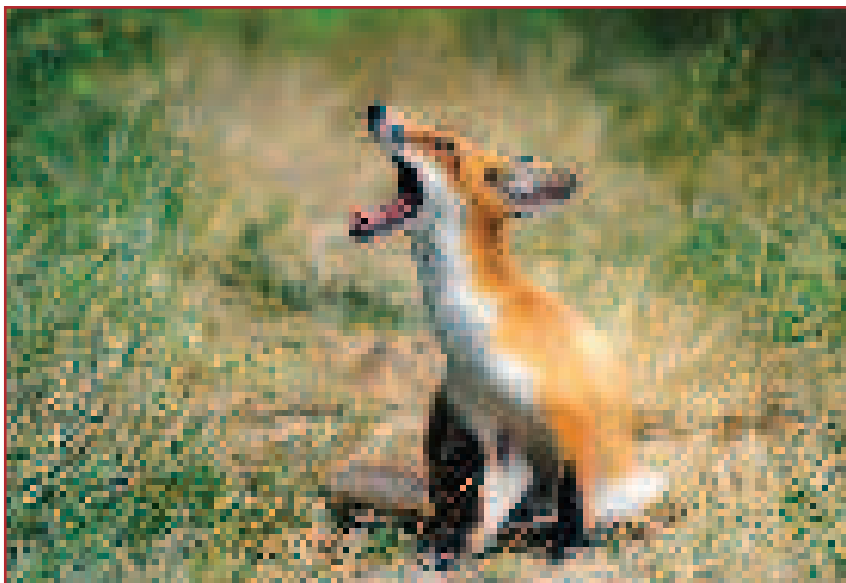
a végső eredmény nem kizárólag a fotóstól függ, hanem sokszor a szerencsétől, hogy összejön-e minden: a téma megfelelő beállása, a fények, a színek, a kompozíció és az a mondanivaló, amit az alkotó a kép elkészítése előtt már eleve eltervezett. Az igazán kiemelkedő képeket alkotó természetfotósok mindig arra töreksenek, hogy a maximumot hozzák ki magukból, de még ha ez sikerül is, nem biztos, hogy a végeredmény tökéletes lesz! Mindezeket azért tartottam fontosnak leírni, mert csak e tapasztalati tényeken nyugvó alapelveknek az ismeretében tudunk válaszokat adni az írás első felében feltett kérdésekre.

A magyar természetfotózás jövője megítélésem szerint attól függ, hogy a jelen vezető generációja mellett fel tud-e nőni egy olyan tehetséges fiatal korosztály, amely a hazai természetfotózásban kétségtelenül meglévő kiemelkedően kreatív irányvonalat tovább tud-

a legkiemelkedőbb eredményt elért fiatal pályázó az „Év Ifjú Természetfotósa” kitüntető címet is megkapta. Mindezt azért tartom ma is mérföldkőnek, mert addig a fiatalok részére meghirdetett fotópályázatok vagy nem kifejezetten a természetfotósoknak szóltak, vagy ha igen, akkor nagyon korlátozott körben vehettek részt rajta az ifjú természetfotós palánták. A pályázat azonban olyan nagyszabású, országos, sőt országhatárokon is túlmutató rendezvény, ahol eredményt elérni mindenki számára hatalmas sikert jelent. Ez a verseny idővel olyan húzóerővé vált, amely gyakorlatilag meghatározta, hogy ha valaki az ifjak közül nemzetközi sikert akar elérni, akkor először itt kell bizonyítania. Miután arról még nem készült statisztika, hogy hazánkban a fiatalok között mennyire népszerű a természetfotózás, fogalmunk sem lehet arról, hogy rendszeresen hány fiatal tölti szabadide-

jét rendszeresen természetfotózással. Kénytelenek vagyunk fogódzkodót keresni, és az „Év természetfotósa” pályázat ifjúsági kategóriájában elért eredmények alapján levonni következtetéseinket. Ha gyors összegzést készítünk, kiderül, hogy a legnagyobb hazai természetfotós pályázat ifjúsági kategóriájában az elmúlt 16 évben kiosztott első, második és harmadik díjakon mindösszesen csak 21-en osztoztak. Ráadásul a kiosztott 44 díjból 35-öt 12 pályázó nyert el. Ez a 12 fiatal jelenti hát a magyar természetfotózás utánpótlását? Ha csak a számokat nézzük, ez bizony elég kevésnek tűnik. De mint tudjuk, a statisztika sokszor félrevezet bennünket, ezért nézzük csak tovább, hogy ki is tartozik ebbe a tizenkettes elitbe. Ha a 16 év alatt kiosztott díjaknak értékszámokat adunk, ranglistát kapunk, ami megmutatja, hogy fiatal természetfotósként az elmúlt évek alatt kik is voltak a legsikeresebbek. Az érsorrend ennek alapján így alakul: az első *Máté Bence* 22 ponttal, a második *Vadász Anna* 12 ponttal, a harmadik *Nagy Gábor* 10 ponttal. *Kovács Gergely*, *Nagy Gergely* és *Kurucz Ádám* 5-5 ponttal holtversenyben a lista negyedik-hatodik helyén áll. *Horváth Márton*, *Kovács „Fox” Péter* és *Türós Balázs* 4 pontot, *Horváth Csaba*, *Rakó Alex* és *Kaszás Tamás* egyaránt 3 pontot szerzett.

Érdekes azonban tovább menni, és megvizsgálni, hogy miképp alakult, alakul ezeknek a fiataloknak a természetfotós pályafutása. *Máté Bence*-re nem hiszem, hogy sok szót kellene pazarolnom, hiszen mára ő az egyik legismertebb és legelismertebb természetfotós itthon és külföldön egyaránt. Miután 5 alkalommal lett az „Év Ifjú Természetfotósa”, 2 alkalommal a felnőttek között is elnyerte az „Év természetfotósa” díjat, és a világ legnagyobb természetfotós megmérettetésén, a BBC és a londoni Nature History Museum által alapított „Wildlife Photographer of the

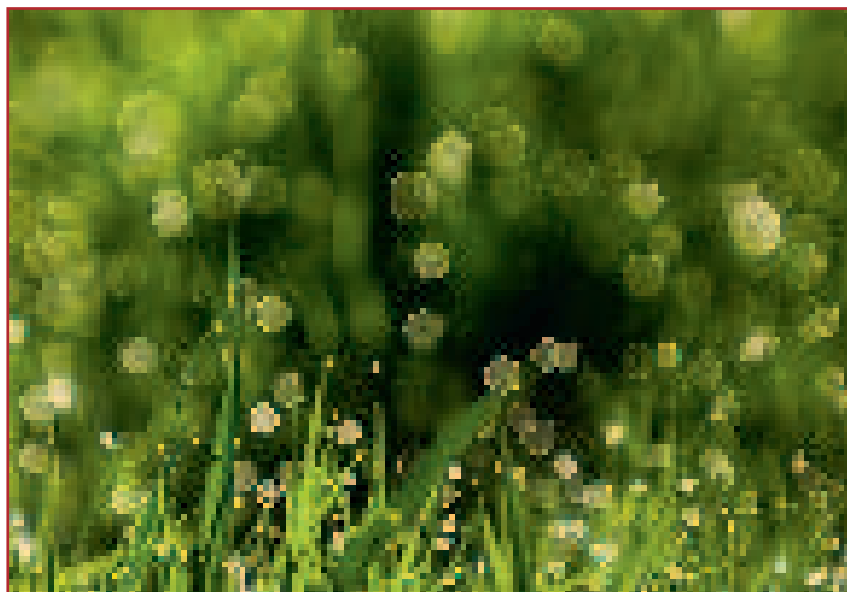


Kurucz Ádám: Rókásítás

Nagy Gergely: Makrokozmosz

ja vinni úgy, hogy azt a kor szelleméhez igazítva megújítja. És hogy ez milyen esélyekkel valósítható meg, annak megállapításához vagy megjósolásához szerintem a legmegfelelőbb, ha áttekintjük az elmúlt években feltűnt fiatal tehetséges természetfotósok alkotásait és eredményeit.

A Magyar Természetfotósok Szövetsége (naturArt) megalakulása idején alapelvei közé foglalta és kiemelten kezelte a fiatal természetfotós korosztály támogatását. Ennek megvalósítása érdekében tett meghatározó lépésnek nevezhetjük, amikor a legnagyobb hazai természetfotós megmérettetés, az „Év természetfotósa” pályázaton 1996-ban meghirdették a 18 évnél fiatalabb természetfotósok részére az ifjúsági kategóriát, és 2001-től



World” pályázaton egymást követően négy alkalommal nyerte el az Eric Hosking-díjat, amit a legjobb kollekciónal pályázó fiatal, 26 év alatti fotósnek ítélnek minden évben. Ez a teljesítmény a maga nemében a Guinness-rekordok könyvébe is bekerülhetne, hiszen erre rajta kívül még senki sem volt képes. Az már csak „hab a tortán”, hogy Bence ugyanezen

már 14 éves korában magával vitte fotóstúrára, és tanárember lévén, nyilván bőven ellátta jó szakmai tanácsokkal a természet és a természetfotózás műhelytitkai terén is. Annát – úgy tűnik – egyelőre a madarak fotózása bővílte el a leginkább, én azonban úgy érzem, nem kell félni attól, hogy a jövőben madárfotósként kell majd elkönyvelni őt. Jól emlé-

Nagy Gergely, aki 2007-ben 18 évesen nyerte el az Év Ifjú Természetfotósa címet, szintén az ígéretes fiatalok közé tartozik. Kiforrrott makro- és tájfotói már akkor is kialakult stílusjegyekről tettek tanúbizonyságot, ami azt sugallta, hogy tervszerűen és tudatosan alkotja képeit. A díjai átvételének idején azt nyilatkozta, hogy azt szeretné, ha életét a fotográfia töltené ki. Felvételt nyert a naturArt-ba, majd évekig Máté Bence mellett dolgozott, ahol vélhetően sokat megtanult a természetfotózás műhelytitkaiból. A tavalyi évben úgy döntött, hogy egy éves világszertei útra indul fényképezőgéppel, és megőrökíti mindazt, amit érdekesnek talál. Azt gondolom, hogy majd az út végén derül ki, hogy fotóskarrierje miképpen fog alakulni.

Az összetett pontverseny további helyezettei közül a magam szubjektív módján még két fiatal emelnék ki, olyanokat, akikben van tűz, kitartás és tehetség, a jövőben még sok szép eredményt érhetnek el. Rakó Alex és Kovács „Fox” Péter kora gyermekkoruk óta rajonganak a természetért, és rabjai a természetfotózásának. Mindkettőjüknek sikerült már megszerezniük az Év Ifjú Természetfotósa kitüntető címet. Megszállottan, tervszerűen és eredményesen fotóznak ma is. Olyan neves szakmai segítők vannak mögöttük, akik sokat tettek már azért, hogy a hazai természetfotózás színvonalassá, művészivé váljon. Rakó Alexet már a naturArt tagja, Kovács Péter pedig két vezető fotóklubé.

Ezek után, ha egyenleget kellene készíteni a magyar természetfényképezés utánpótlásának helyzetéről, akkor azt a konklúziót lehetne levonni, hogy nem biztos, hogy attól leszünk majd igazán eredményesek a jövőben, ha a fiatalok között a természetfotózás népszerűsítését erőltetjük. Ezt megteszi maga az Év természetfotósa pályázat, amely lehetőséget és mintát jelent a fiataloknak. Ugyanis a természetfotózásban, mint a legtöbb művészeti ágban, akkor jönnek a kiemelkedő eredmények, ha a tehetség és az egyéni készítés szerencsésen találkozik. Az Év természetfotósa pályázaton feltűnt fiatalok esetében szinte minden esetben tetten érhető, hogy az igazán sikeres természetfotós palánták mögött mindig ott áll egy vagy több képzett természetfotós, aki a szárnyait bontogató fiatalot ellátja jó tanácsokkal, ha kell, és kritikai észrevételeivel is irányítja, segítve mindezzel kibontakozását, stílusjegyeinek kialakítását. Mindezen túl, a példaképpel választott mester etikus viselkedésre is neveli tanítványát. Ebből egyértelműen kitűnik, hogy a természetfotózást nem a tankönyvekből kell és lehet megtanulni. Az igazi kiforrott tudást ez esetben is a gyakorlati tapasztalat és a mesterek egyengető keze fejlesztheti ki. Nem kell tehát kétségbe esnünk, biztosítottak látszik a hazai természetfotózás jövője. 



Rakó Alex: Napkócsag

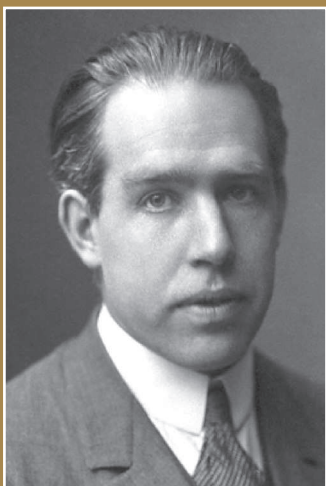
a pályázaton 2010-ben a felnőttek között is diadalmaskodott, miután megszerezte a természetfotós Oscar-díjnak számító „Év természetfotósa” kitüntető címet is. Nem lenne elegendő ennek az írásnak a terjedelme, ha valamennyi hazai és nemzetközi elismerését, díját, sikerét felsorolnánk, de akit ez részletesebben érdekel, annak érdemes ellátogatni a www.matebence.hu honlapra, ahol minderről részletesen tájékozódhat. Megkérdőjelezhetetlen, hogy Máté Bence mára a magyar természetfotózás ikonjává vált, és ismerve kreatív, fáradhatatlan személyiségét, méltán bízhatunk abban, hogy még hosszú időn keresztül meghatározó személyisége lesz a nemzetközi természetfotózásnak is, hiszen még mindig csak 28 éves!

A képzeletbeli ranglista második helyére került a ma még mindig csak 18 éves Vadász Anna, aki öt éven keresztül folyamatosan szerepelt képeivel a pályázat kiállításain. Anna a magyar természetfotózás egyik nagy ígérete, akiről tudjuk, hogy a jövőben még nagyobb babérokra is törhet. Érdekes, hogy Bence és Anna is a Szegeden létrejött természetfotós közösségből nőtt ki. Édesapja, Vadász Sándor neves természetfotós, a naturArt tagja, aki egy alkalommal szintén elnyerte már azt Év természetfotósa címet. Máté Bence nem titkolta őt tartja első mesterének, és nem kétséges, hogy az édesapának Anna sikereiben is jelentős része van, hiszen lányát

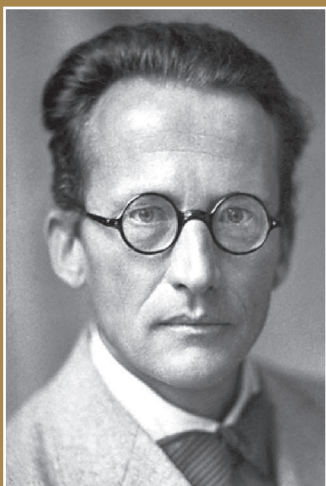
szünk meg, hogy három évvel ezelőtt éppen a Természet Világa különdíjat kapta egy a víz felszínén úszó különleges, dinoszauruszra emlékeztető baktériumtelepet ábrázoló képével, ami számomra azt jelenti, hogy mindig nyitott szemmel jár, és képes felfedezni a megőrkítésre érdemes témákat.

A képzeletbeli ranglista dobogós helyére került Nagy Gábor, valamint az első hatba sorolható Kovács Gergely Károly életében a természetfotózás már nem foglal el központi helyet. A fényképezőgépet ugyan nem tették le, de korántsem olyan lelkesedéssel foglalkoznak a természetfotózással, mint ifjúkorukban, és már több mint 12 éve nem is indulnak pályázatokon.

A 2012-ben az Év Ifjú Természetfotósa címet elnyerő Kurucz Ádám életében ellenben továbbra is fontos szerepet tölt be a természetfényképezés. Róla valóban elmondható, hogy igazán korán kezdte, hiszen nagypapáját, az Év természetfotósa címmel is büszkélkedő Nagy Csabát már kora gyermekkorra óta rendszeresen elkíséri fotóstúráira. Első természetfotóját öt évesen készítette egy rókárról, tíz éves korára már saját fotófelszereléssel járta a természetet. Tizenkét éves volt, amikor a pályázaton egy az olasz Dolomitokban készített festői tájképével második helyezést ért el az ifjúsági kategóriában. Ezzel a sikerrel ő lett a legfiatalabb díjazott az megmérettetés húsz éves története alatt.



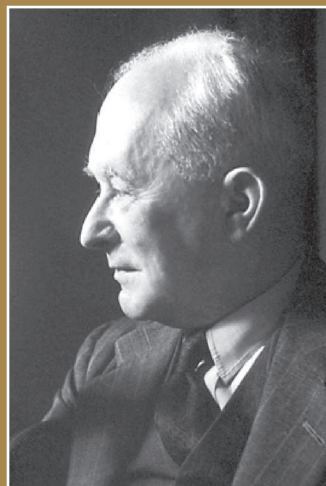
Niels Bohr



Erwin Schrödinger



Werner Heisenberg



Max Born

ABONYI IVÁN

A fizikai megismerés kalandjai

HARMADIK RÉSZ

A kvantumelmélet sikerei után irány a kvantummechanika!

Igazából Einstein fotonhipotézise – ami a fényelektromos hatás magyarázatára született – a Planck-féle kvantumhipotézissel együtt nem váltott ki osztatlan lelkesedést a tudományos világban. Egészen addig nem, míg *Niels Bohr* (1885–1962) elő nem állt az első *kvantumatommodell* bemutatásával. Ez a modell bizonyos esetekben olyan egyszerű, hogy már-már gyerekjáték a fontos képleteit felírni (még a mai középiskolákban is menne ez). Ugyan nem tekinthető fizikai és kémiai téren az ismeretek tökéletes foglalatának (már a publikációja pillanatában sem volt az), mégis azonnal jól lehetett vele tájékozódni az atomi színeképek óriási (de azért a maihoz képest még meglehetősen szerény, *kis* kiterjedésű) világában. A *kvantumelmélet ezzel megszületett*, hiszen Planck kvantumhipotézise a *hőmérsékleti sugárzás* területéről jött, Einstein fotonhipotézise a *fényelektromos hatásra* támaszkodott, míg Bohr most az *összes atomra* dolgozott ki koncepcióit, melyben a Planck-állandó szerepelt. (Egyelőre az más kérdés, hogy a Bohr-elmélet aránylag a legegyszerűbb módon a periódusos rendszer

első oszlopába tartozó – a hidrogénéhez hasonló elektroneloszlású – elemekre alkalmazható). Ezt a *kvantumelméletet*, mint a *kvantumelméletek* első, leg-egyszerűbb verzióját szokás *primitív kvantumelméletnek* is nevezni.

Itt szeretnék szólni a fizikatörténet egy sajátos epizódjáról, mely messze túlmutat a fizikán annyiban, hogy a széles nagyközönség úgyszólván politikai nézetei közé emelte a fizikai felfedezéseket. Először talán éppen Einstein fizikai Nobel-díjra való felterjesztéséről és a díj elnyeréséről essék szó.

A történet már 1917-ben vagy még korábbról ered, az I. világháború utolsó évében, amikor a háborún kívül álló Svédországban már készülődhettek a következő időkre. A Bohr-elmélet – az említett sajátos korlátai ellenére – már „befutott”, helyességét meg lehetett ítélni például az elemek rendszámának mérésére is (!) alkalmas Moseley-törvényből, amit a háborúban elesett *Henry Gwyn Jeffreys Moseley* (1887–1915) angol fizikusnak köszönhetünk. Ezért érezzük különösnek a felterjesztés szavait: (Einstein) a spekulációiban (értsd: a fotonhipotézisben) néha túllő a célon – mondta *Hermann Walter Nernst* (1864–1941), *Emil Warburg* (1846–1914) egy korábbi ajánlással, *Henrich*

Rubens (1865–1922) és nem utolsósorban *Max Planck*.¹

Amikor aztán 1922-ben Einstein meg is kapta a fényelektromos hatás értelmezéséért a Nobel-díjat, megjelent a másik érdekes jelenség.

Ez volt (lehetett?) az a körülmény, ami a pozsonyi születésű *Lenard* (*Lénárd*) *Philipp Edward Anton* (1862–1947), 1905-ben Nobel-díjat nyert német fizikusnál kiváltotta a mérhetetlen ellenszenvet. Lenard azóta az antiszemitizmus, később a nemzeti szocializmus zászlóvivőjeként híresült el, korábbi fizikusi tevékenysége mellett – ami bizony értékes volt – az ideológiai harc mezejére lépett. Most Einstein személyében valódi ellenségre talált.

Planck, aki 1918-ban kapta a Nobel-díjat a hatáskvantum bevezetéséért (és termodinamikai munkásságáért), Nobel-előadásában lakonikus tömörséggel így jellemezte a fizika forradalmi átalakulását (pedig akkor még csak a kezdet kezdetén voltunk): az új eszmék nem igazán a meggyőzés erejével jutnak diadalra, hanem azért, hogy a régi eszmék hívei elhunynak és átadják helyü-

¹ Hálás köszönet illeti Nagy Károly akadémikust, aki egy beszélgetés során felidézte ezt a körülményt számomra.



Wolfgang Pauli



Enrico Fermi



Hideki Yukawa

ket a fiataloknak, akik az új gondolatokat már természetesnek veszik.

Az *igazi kvantumelmélet*, a kvantumos forradalomnak csak a következő nagy állomása lett, és mindjárt láthatjuk majd, hogy valójában a fizikai megismerés csomópontjaként robbant be a köztudatba. (Talán az előbbi mondat „berobbanás” szóképe egy kissé túlzás, mert néhány év eseményeinek hirtelen nyilvánosságra hozataláról van szó.)

Az első kipattanó szikrát *Erwin Schrödinger* (1887–1961) fellépése jelentette, aki „egyszerűen” egy parciális differenciálegyenletet állított fel a mechanikai elvek analógiája által vezérelve. Eljárása mégis inkább *intuitív* lépés az analógiák nyomán, tehát heurisztika a javából, még akkor is, ha a parciális differenciálegyenleteket már előbb is alkalmazták a mechanikában, például a hangtanban (akusztikában) – a rezgések elméletének egyszerűbb eseteiben –, vagy az elektrodinamikában (az állóhullámokra az üregrezonátorokban, vagy a hullámkeltés és terjedés leírásában). Mindezekben az esetekben a sugárzó rendszerek tárgyalásakor a sajátfüggvények, a sajátértékek – frekvenciák – összetartozó *diszkrét* sokaságai szerepelhetnek. Schrödinger eljárása abban állt, hogy az energia és az impulzus kifejezései helyére *célszerűen megválasztott* differenciálhányadosokkal (későbbi névén: operátorokkal) írta át a mechanika fontos parciális differenciálegyenletét. Ez volt a *felfedezése* – és a *próbája*: alkalmazása a hidrogénatomra azonnal a helyes eredményre vezetett, megadta a Balmer-formulát az energia-sajátértékek sorozatára (persze első közelítésben, mert Schrödinger az elektron energiaoperátorának a legegyszerűbb alakjával próbálkozott).

Schrödinger eljárásának azonban két lényeges eleme van! Az egyik az *egyenlet felállításának konkrét eljárását* tartalmazta. Tehát úgyszólván azonnal nyitva állt az út például az atomban szereplő elektron(ok) energiájának egyre pontosabb figyelembevételére. A másik: a Schrödinger-egyenlet a mikrovilág tárgyalni kívánt rendszere számára a *dinamikai változások kormányzó alapelvének* bizonyult.

Egy másik kutatócsoport, amelynek döntő szerep jutott, *Werner Heisenberg* (1901–1976) körül alakult ki. Heisenbergnél az eljárás nem a matematikai analízis mélységeiből ered elsősorban, hanem főleg algebrai. A fizikai mennyiségeket ő is *operátoroknak* nevezte, amiket a klasszikus analógiák alapján lehet felépíteni. A felépítés során azonban ezek az operátorok olyanok, hogy az alkalmazási sorrendjük nem mindig felcserélhető. Tehát ha a fizikai mennyiséget például mátrixszal íránk le, a különböző mátrixok egymás utáni alkalmazásakor – különböző fizikai mennyiségek szorzásakor – nem biztos a felcserélhetőség. Ha jól választjuk meg a kétféle mátrixszorzat felcserélésekor a különbséget (ezt a *cserereláció* írja le), akkor az a helyes – természetesen kvantált – sajátértékekhez vezet. (A megfelelő sajátfüggvények meghatározása végül a matematikai analízis gyakorlatát is igényli). A mátrix-előállítás és a *cserereláció megfelelő alakjának fellelése* a Heisenberg javasolta módszer, a mátrixmechanika gyújtópontja: *itt van az új hipotézis*.

Két propozíció hangzott el a kvantummechanikára. Az első tájékozódó számítások azonnal elkészültek és meg-

nyugtatóan azonos eredményekhez vezettek. Olyannyira, hogy bár Schrödinger egy évvel megelőzte Heisenbergert a publikálással, a Nobel-díjat előbb Heisenberg kapta 1932-ben, Schrödinger pedig egy évvel később, 1933-ban, igaz, hogy a két eljárás lényegi azonosságát is Schrödinger bizonyította be. De, hangsúlyozzuk, a kvantummechanika igazi elismerése – és Schrödinger meg Heisenberg diadala – abban rejlik, hogy a fizikusok (és a vegyészek) azóta is sikerrel alkalmazzák az anyag tulajdonságainak megismerésére ezeket az elméleti módszereket.

Meg kell azonban jegyezni, hogy a kvantummechanika igazán új elvi és gyakorlati problémái közül kimagaslik az a kérdés, hogy mit is jelent igazából a Schrödinger-egyenletben szereplő ψ , az állapotfüggvény (ami természetesen a Heisenberg-formalizmusnak is centrális szereplője). Ez a kérdés ennek az új tudománynak, a kvantummechanikának a legkomolyabb problémája. Az új elmélet, a mikrorészecskék (a mikroobjektumok talán jobb elnevezés) leírásával foglal-



Heisenberg és Pauli pörgettyűvel játszik

kozik, ezért az észlelési folyamatot is tanulmányozni kell. Az észlelés „behemót” módon makroszkopikus eszközökkel (az érzékszerveinkkel hozzáférhető módon) történik. Márpedig – mint az előbb láttuk – hatalmas méretnagyságrendek válsztanak el minket az egyes atomok világától! Ezért ez az új helyzet merőben más jellegű, mint volt a klasszikus fizikában. Ennek a problémának az első jeleit Heisenberg fejtette ki az *határozatlansági reláció* címszó alatt. (Ezt az új fogalmat szokás *bizonytalansági relációként* is emlegetni. Mi határozottan az első változat mellett szavazunk, mert hiszszük, hogy az az elnevezés végül is jobban illik a valódi helyzetre.) Észleléskor a makrovilág képviselője a mikrovilág



történéseivel sajátos távolságból kerül kapcsolatba. A közvetlen következtetéseknek egy irtózatosan nagy szám, a 10^{23} nagyságrendű Loschmid-szám az oka, melynek töredék része is mesebeli meszeségbe űzi a mérési folyamatot magától az észlelőtől. A hidat éppen az képezi az észlelő és az atomi folyamat között, hogy ez utóbbi *elképesztő sokaságban van jelen* a méréskor – de akkor a mérés nélkül is –, és ezért az ember és az atomi világ között különleges tolmácsszolgálatra van szükség, amit az emberi nyelv és az atomi világ közti megfeleltetésnek, a *korrespondencia-elvnek* nevezünk. Ez Niels Bohr véleménye.

A határozatlansági reláció egyszerű kapcsolatot fejez ki a két fizikai mennyiség ismételt mérései alkalmával szerzett adatok sokasága mint statisztikai halmazok szórásai között akkor, ha a két fizikai mennyiség között a nemzérus értékű cserereláció áll fenn. Például a p impulzus és az x hely adataihoz tartozó szórásokkal ez $\Delta p \cdot \Delta x \leq \hbar$ alakban írható. Vegyük észre, hogy itt a részecske helyének és impulzusának (ugyanazon irányú vetületeihez tartozó) szórásáról van szó. Vagyis: *ad absurdum*, ha tudjuk hogy a részecske pontosan hol van ($\Delta x = 0$), akkor már nincs is ott ($\Delta p \sim \infty$), jelöljük annak, hogy ilyen kérdésre nem is kapható értelmes válasz a kvantummechanika szerint. Ez a meglehetősen abszurd helyzet rávilágít arra, hogy a kvantummechanika *másképpen* mutatja a mikrovilág szereplőit, mint ahogy az iszonyú méretarányokon átnyúlva, mereven ráerőszakolt szemléleti formáinkkal, a klasszikus fizika fogalmaival leírni próbáljuk.

De ez csak az egyik oldala a kérdésnek, mert a másik az, hogy mit is jelent a ψ . Max Born (1882–1970) nevéhez fűződik az a válasz, hogy az *igazi* információtartalom nem ψ , hanem $\psi^* \psi$ alakjában van. (Lehetséges ugyanis, hogy a ψ függvény komplex, de akkor a $\psi^* \psi$ valós mennyiség lesz.) A Schrödinger-egyenlet linearitását felhasználva könnyen elérhető, hogy $\psi^* \psi \leq 1$ legyen és így a valószínűségfogalommal értelmezhető. Eszerint $\psi^* \psi$ megadja annak a *valószínűségét*, hogy a mikroobjektum (a ψ argumentumában szereplő „helyen”) hol tartózkodik. Érezhető, hogy nem lehet pontoszerű részecskére gondolni, hiszen ez vérbeli klasszikus fogalom lenne. Így például gondolhatjuk, hogy az alapállapotú H-atom egyetlen elektronja az atommagot gömbszerűen (szétfolyva) veszi körül – és csak a kölcsönhatás pillanatában lokalizálódik a klasszikus tetthelyre, amikor a fotonnal találkozik.

(Persze, az összekötőszöveg igazából *mese a klasszikus szemlélet alapján!*) A kvantummechanikának ez a megállapítása (megállapodása, hogy pontosabbak legyünk) hozta meg Max Born (1882–1970) számára a Nobel-díjat. Igaz, kicsit későn, 1954-ben, amit nem a felfedezés jellege okozott, hanem az, hogy sok érdemes jelölt volt az alapozó kvantummechanikusok és Born díja között, no meg a II. világháború!

Visszatérve a kvantummechanikának ezekre a klasszikus neveltetésük számára meglehetősen bizarr kijelentéseire, emlékeztetnie kell idénünk, hogy ezek nyomán elképesztő ütemben fejlődött a fizikai világ megismerése. Miközben gazdagodott az elektron tulajdonságainak sora (spin), nemcsak az egyedül álló mikroobjektumok, hanem előbb a kevés „részecskéből” álló rendszerek elmélete (a H-atom, a He⁺-ion, a D₂-molekula, de még a He-atom és társaik is), majd a nagyon sok „részecskéből” álló rendszerek statisztikája is nagy léptekkel haladt előre. Olyannyira, hogy rendre kialakult a radioaktív bomlások elmélete. E téren meg kell említenünk, hogy az ún. béta-bomlások elméletének kidolgozása közben egy egészen új világ, a *gyenge kölcsönhatások* birodalma megnyílt, aminek látványos bevezetése elvezetett a parányi semleges fermion, a *Wolfgang Pauli* (1900–1958) által képzelte és *Enrico Fermi* (1901–1954) által megnevezett *neutrínó* új elemi részecske(típus)hoz. Ennek a picike semleges részecskének a közvetlen kimutatása igazán körmondfont kísérleti technikát követelt, melyben hazánkfi, Csikai Gyula is kivette részét. Azóta viszont a neutrínó nagy karriert futott be, részben lelepleződtek kissé nehezebb „ikrei”, részben pedig azáltal, hogy megismerésük azt, amit *gyenge kölcsönhatási* formának hívunk, jelöljük annak, hogy ez nem azonos sem a *gravitációval*, sem az *elektromágneses kölcsönhatással*, sem az *erős kölcsönhatással*.

A kvantummechanika óriási gyakorlati jelentőségre tett szert a kondenzált anyagok (pl. szilárd testek) leírásában is, főleg az elektromos vezetési mechanizmus megértésének kimunkálásával. Ezen a téren valóban új világra tártul fel a kapu, ez a félvezetők felismerése, amelynek óriási gyakorlati jelentősége napjainkban is érezhető.

És ami még igen fontos, a 30-as évek során a proton, a neutron felfedezésével – és az elektronnak az atomburokba üzésével – megkezdődött az atommag fizikájának megfejtsége. A proton semleges partnereinek, a neutronnak a megjelenése egyből „megoldotta” az atommagok az atommagok rejtélyét, amit a rendszám és az atommag tömege

zött láttunk a korábbiakban – ám örökre hagyta ránk azt az igazi problémát, hogy mi is tartja össze a Heisenberg és munkatársai által oly szépen elképzelt proton-neutron együttest a nagyságrendben millió elektronvoltos (MeV-es) kötési energiákkal. Erről a keresett erőhatásról annyit mindjárt lehetett tudni, hogy az elektromosan töltött (pozitív töltésű) protonokat és a semleges neutronokat kell összetartania, lényegében egyező szigorral a kb. 10^{13} cm sugarú „gömbben”. Erre a gravitáció gyenge, az elektromos erő meg szóba sem jöhet. Így jutottunk egyszer csak *Hideki Yukawa* (1907–1981) ötlete alapján a „magerők” – kissé fantáziátlan elnevezésű – koncepciójához. A magerők – akkor még – olyan skalár potenciálból származó hatást írnak le, ami a gravitációtól is és az elektromágneses erőterétől is *eltérő* módon a Yukawa-egyenletből származik. Yukawa még arra is rá tudott mutatni, hogy mekkora a közvetítő részecske „tömege”. Mivel ez az elektrontömeg és a protontömeg közé esik, közelítőleg 220 elektrontömeg. Yukawa egyszerűen „mezon” (köztes) névre keresztelte. A tettest, az igazi mezont aztán hamarosan meg is találták – igaz, némi huzavona után, mert előbb a kövőbbre hízott elektron-testvérrészecskét, a müont sikerült fellelni, de később meglett az „igazi” mezon, csak hogy ez „valóban” már nem a klasszikus fizika extrapolált utóda, mert „pszeudoskalár” jellegű, ez lett a *pion* (a pi-mezon), és nemcsak semleges, hanem pozitív és negatív töltésállapotban is létezik. Ez a küzdelem megnyitotta a magerők és az ún. *erős kölcsönhatások* feltárását.

Így ma négy alapvető kölcsönhatástípusról beszélünk. Ezeket most a csökkenő erősségük szerint haladva felsoroljuk. Az első a *nukleáris* vagy más néven *erős*, a következő az *elektromágneses*, majd a *gyenge kölcsönhatás* és legvégül a *gravitáció*. Természetes, hogy az egyes kölcsönhatástípusok jellegzetes tulajdonságai rendre mások, azok az *anyag tulajdonságok* is mások, amelyek a kölcsönhatásra érzékenyek. Így például nem minden részecske vesz részt az erős kölcsönhatásban (csak a nehéz, nukleáris típusúak), s nem minden részecske vesz részt a gyenge kölcsönhatásban sem. Ugyanakkor egy-egy részecske több kölcsönhatásban is érdekelt lehet. Az elektromágneses kölcsönhatásban részt vevő részecskék az ismerősnek tűnő *elektromos töltést* hordozzák. Ez azért ismerős, mert már több mint kétszáz éve alkalmazott tulajdonság a leírásban. Érdekes, hogy ezt a *töltésfogalmat* egyáltalán nem olyan egyszerű átvinni a többi kölcsönhatástípus leírására. Messzire vinne most bennünket a típusok különbségére utaló tulaj-

donságok részletezése. Inkább azt említjük meg, hogy bizonyos, eléggé extrém körülmények között – amiket nem is laboratóriumokban idézünk elő, hanem „csak” megfigyelhetünk a természetben –, például az energia meredek növelése esetén, arra utaló jelek vannak, hogy a kölcsönhatások mintha egygyé főnódnának. Ezeknek a lehetőségeknek a vizsgálatával is foglalkozik a nagyenergiájú fizika. Miként azzal az „egyszerűsítő elgondolással” is, hogy az „elemi részek” maholnap meglehetősen bonyolult és egyre növekvő sokasága mögött kereszenek „még elemibb” alkotóelemeket. S ami igazán lényeges, találtak is ilyeneket, ezek a „kvark” elnevezést kapták. Néhány típus kísérleti-tapasztalati felfedezése már eddig is sikerrel járt, jóllehet az elméleti jóslatok meglehetősen szkeptikusok voltak eleinte. A kvarkelmélet a fermion típusú elemi részeket három, a mezon típusúakat két kvark kombinációjából állítja elő, a kvarkok közötti kötési erő olyan nagy, a kötött állapot tömegdefektusa (vagyis a kiszabadításhoz megkívánt energia) olyan nagy, hogy a kötött állapot mérhető tömege meglehetősen kicsi (az ismert, mért adat), míg az összetevő kvarkok „szabad” tömege bizony elég nagy!

Az ismertebb anyagformák (akár a folyadékok vagy az ún. merev testek-szilárd testek – de végül az atomok) összerakása az eleminek tekintett építőkövekből igazából „egyszerű”, a jelzót mindenki azonnal helyesen érti. Már gyerekkorunk óta műveljük az építést és összerakást, de igazán a felnőttkorunkhoz közeledve tapasztaljuk valóban, hogy a felépítésnek legalább két problémája van. Az egyik, hogy *miből* építsünk, a másik pedig a *hogyan* (mi a cél).

Jellegzetes példát képvisel Werner Heisenberg esete barátjával, Wolfgang Paulival. A történet pár évtizede keletkezett, amikor Heisenberg kísérletet tett egy olyan *nemlineáris* kvantummechanikai elmélet kidolgozására, mely valahogyan kipuhatolná az utat, ahogy az elemi objektumok a kölcsönhatás révén elindulnak és „felöltöznek”, hogy a valódi világ tapasztalt képződményeit létrehozzák. Heisenberg hatalmas vállalkozását egy alkalommal Pauli jelenlétében ismertette. Az előadás után a meghitt barát és egykori évfolyamtárs száját az a megjegyzés hagyta el, hogy „Szép, szép ez az elmélet, csak nem eléggé bolond!”. Bizonyára a „bolond” kifejezés arra utal, hogy az elmélet nem eléggé forradalmi (ha egyáltalán az).

A szerző kutatásait az OTKA 49160 sz. projektje támogatta.

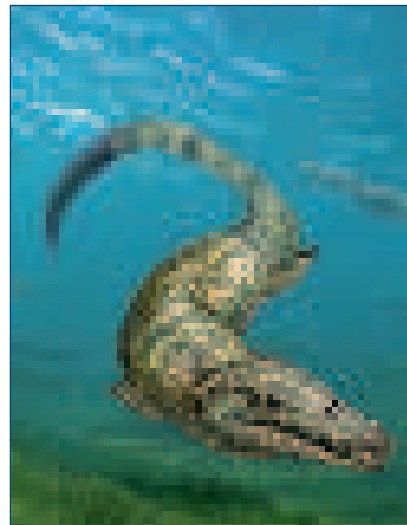
SZÁRAZFÖLDI EDIACARA-FAUNA?

Az ausztráliai Ediacara-dombon 1946-ban felfedezett, majd világhírűvé vált Ediacara-fauna az eddigi elképzelések szerint korai medúzák, férgek és egyéb tengeri soksejtű élőlények maradványait tartalmazza. Ezek a legősibb ismert többsejtű ősmaradványok, amelyek nem sokkal a kambriumi evolúciós robbanás előtt éltek az egykori tengerekben. Gregory Retallack ausztrál kutató most újvizsgálatát a lelőhelyet és a maradványokat pásztázó elektronmikroszkóp és mikroszkop alkalmazásával. Kollégái meglepetésére kétségbe vonta a maradványok tengeri eredetét. Szerinte ugyanis ezek a fossziliák szárazföldi zuzmók vagy nyálkagombák lehetnek, amelyek mintegy 20 millió évvel megelőzték a tengerben bekövetkezett kambriumi robbanást. A legfőbb bizonyítéka erre, hogy közvetlenül a maradványokat tartalmazó homokkő réteg alatt fosszilis talajt fedezett fel. Szerinte ez arra utal, hogy a homok annak a talajnak tetején temette be a maradványokat, amelyen azok növekedtek. Az egykori talaj kémiai összetétele ráadásul arra utal, hogy hideg, száraz talajon éltek, mint például a jelenlegi tundrán előforduló zuzmók. Elmélete természetesen egyből nagy vitákat váltott ki, és többen kétségbe vonták, hogy valóban talajrétegről lenne szó. A fosszilis talajok azonosítására leggyakrabban használt gyökérminták itt nem jöhetnek szóba, hiszen ez a réteg jóval a gyökeres növények megjelenése előtt rákódott le. (*Nature*, 2012. december 13.)

ÚJABB SZENZÁCIÓS FOSSZÍLIA IHARKÚTRÓL

Az iharkúti kréta időszi gerinces ősmaradvány lelőhely sorozatban szállítja a nemzetközileg is elismert új leleteket. Ezúttal Makádi László és Ősi Attila publikálta egy kanadai társszerzővel a Pannoniasaurus inexpectatus névre keresztelt új őshüllőt (lásd Pecsics Tibor festményét). A maradvány a régóta kihalt moszaszauroidákhoz tartozik, amelyek a vízi életmódhoz alkalmazkodtak. Erre utalnak az evezőszerű végtagok, a módosult csípőcsontok, vagy az oldalirányban összenyomott és lefelé hajló farok. A számos ismert leletük alapján tudjuk, hogy világszerte előfordultak a késő-kréta korban (90–65 millió évvel ezelőtt). Eddig azonban valamennyi lelet tengeri környezetből került elő, míg az iharkúti faj egyértelműen édesvízben élt.

A több mint száz, rendelkezésre álló csont számos példánytól származik, amelyek ráadásul különböző korú egye-



dekét képviselnek. A példányok többsége 3–4 méter hosszú volt, de a legnagyobb elérte a 6 métert, míg a legkisebb csigolyák 70 cm hosszú egyedektől származnak. Ez bizonyítja, hogy a teljes populáció a folyóban élt, nem pedig szezonálisan vándoroltak oda a tengerből szaporodni, vagy éppen táplálkozni. A csontok geokémiai vizsgálata szintén megerősítette az édesvízi környezetet. A rokonsági kapcsolatok vizsgálata során megállapították, hogy a Pannoniasaurus, néhány más nemzetséggel együtt, egy új alcsoportot (Tethysaurinae) képvisel a moszaszauroidák közül. (*PLoS ONE*, 2012, december 19.)

LÁTHATATLAN KOZMIKUS SZÁL

A csillagászoknak első ízben sikerült sötét anyagból álló, galaxis-halmazokat összekötő szál nyomaira bukkanniuk, amint arról Jörg Dietrich (Müncheni Egyetemi Observatórium) és munkatársai a *Nature*-ben beszámoltak. Korábban is voltak arra utaló jelek, hogy a Világegyetemet sötétanyag-szálak hálózák be, sőt azt is kimutatták, hogy a hálót alkotó szálak csomópontjai elég pontosan egybeesnek azokkal a területekkel, ahol a galaxisok halmazokba csoportosulnak. Mindamellett, maguk a szálak eddig kimutathatatlanok maradtak.

Dietrich csoportja az Abell 222/223 jelű szuperhalmazt vizsgálta meg. A hatalmas galaxiscsoport nagyjából 3 milliárd fényév távolságban, a Cet csillagkép irányában helyezkedik el. Megfigyeléseiket a 8,2 méteres Subaru távcsővel (Hawaii) és az Európai Űrügynökség XMM-Newton űrtávcsőjével végezték. A szuperhalmaz két legfontosabb halmazát összekötő szálát a nagyon távoli galaxisokra gyakorolt gravitációs-lencse-hatása alapján mu-

tatták ki. A két halmaz között megfigyelhető ugyan egy forró, ritka gázból álló csóva, a kutatók azonban kiszámították, hogy ez a térségben található anyagnak legfeljebb 9%-át tartalmazhatja, a többinek sötét anyagnak kell lennie.

A kozmikus háló egyes szárait nemcsak azért nehéz kimutatni, mert a sötét anyag láthatatlan, hanem azért is, mert felettébb diffúz. A rúd alakú sötétanyag-szálak általában a látóirányunkra nagyjából merőlegesen helyezkednek el, vagyis oldalról látjuk őket. Az Abell 222 és 223 halmazokat összekötő szál hossz tengelye azonban közel a látóirányunkba esik, ezért nagyobb tömeg koncentrációdik a látóirányunkba, ami erősíti a gravitációs lencse-hatást, következképp könnyebben kimutathatóvá teszi a sötét anyagot.

E szálak ilyen különleges helyzete ritka, ezért maradtak mindeddig kimutathatatlanok a szálak. Dietrichék azonban remélik, hogy további, hasonló szálakat is ki tudnak majd mutatni. (*Sky and Telescope*, 2012. október)

A NAP LÉGKÖRÉNEK FÜTÉSE

A napkorona mintegy százszor forróbb, mint az alatta fekvő kromoszféra, fűtését az úgynevezett Alfvén-hullámok végzik. Ezek a hullámok a mágneses erővonalak mentén terjedő oszcillációk. A kutatók már az 1940-es években felvetették létezésük lehetőségét, de csak 2007-ben sikerült a koronában megfigyelni őket. Amerikai csillagászok egy csoportja tavaly felfedezte, hogy az Alfvén-hullámok áthatják az egész napkoronát.

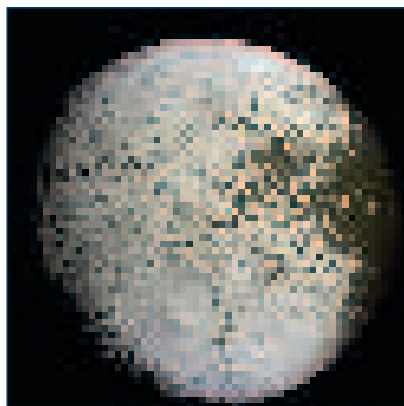
Legújabbán két kutatócsoport egymástól függetlenül megállapította, milyen alapvető szerepet játszanak ezek a mágneses rezgések a Nap működésében. A japán Hinode műhold távoli ibolyántúli képalakító spektrométerével egy, a Nap déli pólusa fölött kialakult koronalyukakat figyeltek meg. A koronalyukakban a mágneses erővonalak kinyílnak, nem hajlanak vissza hurkokat alkotva, mint másutt. Ezekből a tartományokból indulnak ki a gyors napszéllyalábokat alkotó részecskék, amelyek a 800 km/s sebességet is elérhetik. A kutatók a napkoronát alkotó forró gázban megfigyelték a színekvonalak kiszélesedését, amiből következtetni tudtak arra, mennyi energiát szállítanak a különböző magasságokban az Alfvén-hullámok, mert a hullámok az energiájuktól függő mértékben mozgatják meg a koronát alkotó ionokat, ami a színekvonalak ezzel arányos kiszélesedését eredményezi.

Az amerikai és olasz csillagászcsoportok egybehangzóan arra a következtetésre jutottak, hogy az Alfvén-hullámok energiája a Nap légkörének alsó negyedében ug-

rásszerűen csökken. Eszerint a hullámok itt valamiért energiájuk jelentős részét leadják, aminek eredményeképpen a gáz hőmérséklete eléri az egymillió fokot. Ez az energia azután a részecskék mozgása révén terjed szét a koronában. Azt is kiszámították, hogy az elnyelődő energia akár a 70%-át is elérheti annak az energiának, amely a poláris koronalyukak felfűtéséhez és a gyors napszéllyalábok részecskéinek felgyorsításához szükséges. A koronalyukak alacsonyabb hőmérsékletűek a Nap más részeinél, viszont úgy tűnik, hogy a mágneses hullámok több energiát adnak le a hidegebb tartományokban, mint a forróbbakban. Az energiaátadás mechanizmusa azonban továbbra is ismeretlen. (*Sky and Telescope*, 2012. október)

FURCSA FÖLDCSUSZAMLÁSOK A IAPETUSON

Bolygókutatók egy csoportja arról számolt be, hogy a Szaturnusz Iapetus nevű holdján különleges földcsuszamlásokat figyeltek meg, amelyek vízszintes irányban a vártnál sokkal nagyobb távolsáig eljutnak. A bolygó körül keringő Cassini űrszonda felvételein 30 földcsuszamlást figyeltek meg, közülük 13 abból a helyenként 19 km magasságig feltornyosuló hátságból indult ki, amelyek az egyenlítője mentén körbefogja a Iapetust. A 30 földcsuszamlás mindegyik úgynevezett kőlavinaként (Sturzstrom) viselkedett. A közösleges földcsuszamlásokban a sűrűlódás hamar lefékezi a lecsúszó anyag vízszintes irányú mozgását, a kőlavinában azonban a lecsúszó anyag inkább folyik, így vízszintes irányban akár tízszer olyan messzire is eljuthat, mint amilyen magasból lecsúszott. A geológusok több elméletet is kidolgoztak annak magyarázatára, miért csökken a kőlavinákban a sűrűlódás.



A Iapetus lavináit vizsgálva a kutatók megállapították, hogy a hold átlagos felszín alatti hőmérséklete a sötét oldalán

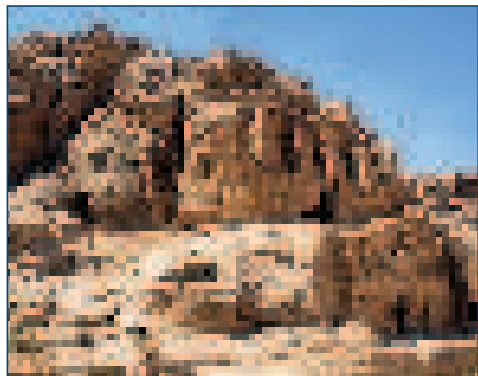
-170 °C. Ilyen alacsony hőmérsékleten a jég semmivel sem csúszósabb, mint az elporlott kőzet. A lavinákat elemezve a St. Louis-i Washington Egyetem kutatói egyszerű magyarázatot véltek találni a Iapetus földcsuszamlásainak szokatlan viselkedésére, amit „gyors felfűtésnek” neveztek el. Amint a jég szemcsék összeakadnak egymással és a hegyoldalal, a sűrűlódás eléggé felmelegítheti a felületüket ahhoz, hogy ismét csúszósak legyenek, de azért a jég ne olvadjon meg. Már viszonylag kismértékű felmelegedés is elég ahhoz, hogy a jég felülete ne rideg, homokszzerű legyen, hanem az általunk ismert csúszós anyaghoz hasonló tulajdonságokat mutasson. Hasonló mechanizmus a földi kőlavinák megértésében is segíthet. A kutatók azonban hangsúlyozzák, hogy hipotézisük igazolásához és a Iapetus földcsuszamlásai különös viselkedésének pontos tisztázásához további megfigyelések szükségesek. (*Sky and Telescope*, 2012. november)

A PETRAIAK IS TERASZOLTAK

Az emberek a világ szinte minden részén – egymástól függetlenül – feltalálták a teraszos művelést, az Andoktól Délkelet-Ázsiáig. Rájöttek ugyanis, hogy ily módon a meredek lejtők is művelésbe vonhatók és a víz idő- és térbeli elosztása is könnyebben megoldható. Egy nemzetközi kutatócsoport nemrégiben a romvárosáról világhírű jordániai Petra környékén fedezett fel teraszrendszert, nagy felbontású műholdfelvételek és felszíni ásatások segítségével. Christian Cloke, a Cincinnati Egyetem kutatója, a csoport egyik vezetője elmondta, hogy felfedezésük szerint az itt élő népcsoport, a nabateusok a régiótól kissé északra kiterjedt teraszrendszereket műveltek már nagyjából 2000 éve, és mindez évszázadokon át tartott. A teraszokon búzát, szőlőt és valószínűleg olajfákat termesztettek az egyébként nagyon barátságatlan, száraz vidéken.

A teraszos művelés fénykora elég jól egybeesik azokkal az időkkel, amikor a Római Birodalom magába olvasztotta a Nabateus Királyságot. Petra fontos kereskedelmi állomás volt Közél-Keleten és a város növekvő gazdasága, a bor- és olajtermelés bizonyára igen vonzó volt a rómaiak számára is. A Petra „zöldövezetében” termesztett mezőgazdasági termékek nem csupán önellátásra szolgáltak, hanem kereskedelemre is maradt belőlük, így elláthaták a rómaiakat a birodalom keleti határvidékein. Ez nem csupán gazdasági, hanem katonai, stratégiai jelentőséget is adott a városnak.

Petrától északra a lakók komplex és kiterjedt teraszrendszerrel építettek ki, és ami még fontosabb, átaikat is a szárazvölgyekben (vadászokban), hogy a létfontosságú vizeket felfogják és tárolhassák. Ezen a vidéken csupán október és március között



fordulnak elő számottevő esőzések, gyakran igen heves, rövid ideig tartó záporok formájában, ezért a petraiaknak létérdeklük volt, hogy tárolják a vizet a szűkös hónapokra. A környékbeli homokkódombok a vizet természetes módon vezették be a városközpontba, ahol csatornák rendszerével terelgették a lakók a föld alatti ciszternákba, majd azokból juttatták vissza az öntözővizet, szükség esetén, a földekre. A mezőgazdasági művelés szinte kizárólag a városon kívül folyt. (*Science Daily*, 2013. január 2.)

JÁRT-E LUCY EGYSZERRE A TALAJON ÉS A FÁKON?

Sokan úgy vélik, hogy őseink „a fáról másztak le” és a kutatók jó része is a két lábon, a talajon való járást azonosítja emberré válásunkkal. Végül is valamennyi primáta-rokonunk idejének nagyobb részét fákon tölti – a legtöbbet az orangután, aztán a csimpánz és a bonobó, a legkevesebbet pedig, testsúlyánál fogva, a gorilla. Az ember e család egyetlen olyan tagja, mely a talajhoz kötődik – ám ez nem volt mindig így.

A fosszilis leletek azt mutatják, hogy elődeink fákon éltek, egészen addig, amíg Lucy „ősanyánk” színre nem lépett. Kereken 3,5 millió éve megjelent Afrikában ez az új lény, az Australopithecus afarensis, melynek első, felfedezett példánya volt a mai Kenya területén megtalált Lucy. Az antropológusok egyetértenek abban, hogy az A. afarensis két lábon járt, abban viszont nem mindegyikük, hogy Lucy és társai teljesen elszakadtak-e a fáktól. Bokája merev, lábfeje ívelt, fogásra alkalmatlan volt – írja Nathaniel Dominy, egy szerzőcsoport munkatársa. Ezeket a sajátágokat szé-

les körben úgy értelmezik, hogy funkcionálisan nem volt képes a fára mászásra. Dominy és kollégái azonban olyan új bizonyítékokat találtak, melyek arra utalnak, hogy ez talán mégsem így volt. Terepkutatásokat végeztek a Fülöp-szigeteken és Afrikában. Ugandában él a Twa nevű vadász-gyűjtögető népcsoport, szomszédságukban pedig a földművelő Bakiga etnikum. A Fülöp-szigeteken az Agta nevű vadász-gyűjtögető, illetve a közelükben élő földművelő Manobo népcsoport szokásait tanulmányozták. Mind a Twa, mint az Agta népcsoport tagjai rendszeresen fára másznak, hogy mézet gyűjtsenek, mely egyik fontos táplálékuk. Olyan módon másznak a vékony törzsű fákra, mintha csak járnának rajta. Ez azt jelenti, hogy a talpukat teszik a fatörzsekre, miközben felfelé mennek. A lábfejük egészen különleges módon hajlik a lábszár felé, olyan szögben, ami a modern, ipari társadalmakban élő embereknek elképzelhetetlen. Eközben a lábszárcsontjaik és bokaizületeik teljesen normálisak. Ezért azt feltételezik, hogy valamiféle lágy szövetű mechanizmus teszi lehetővé ezt az „abnormális” mozgásmódot. Mind a négy népcsoportnál megvizsgálták a lábikra izmait és azt találták, hogy a fára mászó Agta és Twa népcsoportbeliekénél ezek az izmok lényegesen hosszabbak, mint a földművelő társaiknál. Ez pedig azt jelenti, hogy a két lábon járás egyáltalán nem zárja ki azt, hogy különleges körülmények között anatómiailag ne történhetnének olyan módosulások, melyek lehetővé teszik a fára mászást a gyűjtögetőkénél – de akár Lucynál is. (*Science Daily*, 2012. december 31.)

TELEPORTÁCIÓS REKORD

Anton Zeilinger kutatócsoportja a bécsi egyetemen új kvantumfizikai rekordot állított fel. Sikerült nekik egy kvantumállapotot La Palmából a 143 km-re levő Tenerifébe eljuttatniuk. Három hónappal korábban kínai kutatók kevesebb adatot és csak 97 km-re továbbítottak. Mindkét kísérlet lényege két kvantummechanikailag összekapcsolt foton polarizációjának mérése volt. Az ilyen állapotot jelvesztés nélkül nem lehet üvegszálon ekkora távolságra továbbítani.

A következő kísérletek egy, az egész világot átfogó információs hálózat „előőrsei” lesznek, egyfajta kvantum-interneté, amelyen kvantumeffektusok teszik lehetővé a hírek kicserélését. A következő projektjük közös lesz a Kínai Tudományos Akadémiával és egy műholdról még nagyobb távolságot akarnak áthidalni. (*Bild der Wissenschaft*, 2012. 11. szám)

E számunk szerzői

DR. ABONYI IVÁN fizikus, Budapest; DR. ALBERT GASPÁR geológus, térképész, PhD, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Budapest; DR. BENCZE GYULA, a fizikai tudomány doktora, Wigner Intézet, Budapest; DR. BOTH ELŐD csillagász, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója, Budapest; DR. DINNYÉS ANDRÁS, az MTA doktora, egyetemi tanár, a Szent István Egyetem Molekuláris Állatbiotechnológiai Laboratóriumának vezetője, az Utrechti Egyetem vendégprofesszora és a BioTalentum Tudásfejlesztő Kft ügyvezetője, Gödöllő; FARKAS CSABA újságíró, Szeged; GULYÁS KRISZTINA, Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron; HÁGEN ANDRÁS tanár, Újvárosi Általános Iskola, Baja; HORVÁTH DÓRA egyetemi hallgató, ELTE Biológiai Fizika Tanszék, Budapest; DR. KALOTÁS ZSOLT természetvédelmi szakértő, Tolna; KAPITÁNY KATALIN szerkesztő, Természet Világa, Budapest; DR. KAPRONCZAY KÁROLY orvostörténész, a Semmelweis Orvostörténeli Múzeum ny. igazgatója, Budapest; DR. KITTEL ÁGNES, az MTA doktora, Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet, Budapest; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; RZEPIEL ANDREA, a Szent István Egyetem BSc hallgatója, Gödöllő; SÁLYI ANDRÁS tudományos újságíró, Budapest; DR. RADNAI GYULA egyetemi docens, ELTE TTK Anyagfizika Tanszék, Budapest; DR. SCHEURING ISTVÁN ELTE-MTA, Elméleti Biológiai és Evolúciós Ökológiai Kutatócsoport, Budapest; SOMFALVI-TÓTH KATALIN, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; STROMP MÁRK egyetemi hallgató, ELTE Biológiai Fizika Tanszék, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; DR. VAS VIRÁG PhD, a Szent István Egyetem Molekuláris Állatbiotechnológiai Laboratóriumának tudományos kutatója, Gödöllő; DR. WESZELY TIBOR matematikus, tudománytörténész, Marosvásárhely, Románia.

MÁRCIUSI SZÁMUNK TARTALMÁBÓL

Hunyady László–Perczel András: Kémiai Nobel-díj, 2012
Gyenis Gyula: A személyazonosítás lehetőségei – az ujjlenyomatok
Kálmán Béla: Mikor lesz napfoltmaximum?
Lang Ágota: Szeret(ne)-e Isten részecskéikkel kártyázni?
Vásárhelyi Tamás: Apró csodák nagyszerű festője: Csiby Mihály
Füstöss László: A Természet Világa 2012-es éve
Kutrovác Gábor–Láng Benedek–Zemplén Gábor: Egy tudományos tudománykép védelmében

Bölcsész természettudósok a XVIII. és a XIX. században

Második rész

RADNAI GYULA

Az egyetem, s benne a bölcsészeti kar igazi fejlődése a kiegyezés után indult meg. 1867-ben 13 humán és 8 természettudományos, összesen tehát 21 tanszék működött a bölcsészkaron. Trefort Ágoston (1817–1888) miniszterségének végén a tanszékek száma 39, az első világháború kitörésekor pedig már 47 volt. A hallgatói létszám is gyorsan növekedett: 1867-ben még csak 212, 1913-ban pedig már 1457 beiratkozott bölcsészhallgatója volt az egyetemnek. Az első nőhallgató, Glücklich Vilma (1872–1927) 24 éves korában, 1896-ban iratkozhatott be a karra, matematika-fizika tanári szakra. 1913-ra a nőhallgatók száma 211-re nőtt.



A XIX. század végi, viharosan fejlődő korszakból válasszunk ki egyetlen egy évet, s nézzük meg, mely tudós tanárok, bölcs természettudósok vettek részt akkor a bölcsészeti kar vezetésében. Szentpétery Imre „A Bölcsészettudományi Kar története 1635–1935” című, ma már forrásértékű munkájában találhatunk egy jelenléti ívet, amelyen az 1886. szeptember 23-i „bölcsészeti ülés” jegyzőkönyvének aláírásai szerepelnek. Induljunk ki ebből – már az aláírások kibetűzése is izgalmas szórakozást ígér – és tekintsük ezt pillanatfelvételné a bölcsészkar akkori állapotáról. 1886 azért is nevezetes év, mert ekkor készült el a Múzeum körüli épületegyüttes két nevezetes épülete: a D épület a fizikusok számára és az A épület a földtudósok számára, benne a nevezetes ásványgyűjteménnyel. (Ez a terem, az ásványtár, ma a bölcsészkar tanácsterme, amely a 375 éves megemlékezésnek is helyet ad.) A Múzeum körüli műegyetemi főépület már három éve működött ekkor: a magas, levegős, világos tantermekben egymás mellett elhelyezett hatalmas rajzasztalokon dolgoztak tanáraikkal együtt az építészhallgatók, többek között itt készültek a századfordulós Budapest nevezetes épületeinek tervei.

Az 1886-os jegyzőkönyvön két, egy-



Bal oldali oszlop	Jobb oldali oszlop
Lengyel Béla (1844-1913)	Ponori Thewrewk Emil (1838-1917)
Kondor Gusztáv (1825-1897)	Kerékgyártó Árpád (1818-1902)
Pasteiner Gyula (1846-1924)	Gyulai Pál (1826-1909)
Salamon Ferenc (1825-1892)	Asbóth Oszkár (1852-1920)
Medveczky Frigyes (1855-1914)	Szabó József (1822-1894)
Hunfalvy János (1820-1888)	Hampel József (1849-1913)
Rákossy Sándor (1818-1889)	Heinrich Gusztáv (1845-1922)
Budenz József (1836-1892)	Ballagi Aladár (1853-1928)
Torma Károly (1829-1897)	Scholtz Ágoston (1844-1916)
Than Károly (1834-1908)	Eötvös Loránd (1848-1919)
Henszlmann Imre (1803-1888)	Fröhlich Izidor (1853-1931)
Messi Antal (1825-1899)	Hatala Péter (1832-1918)
Jurányi Lajos (1837-1897)	Beöthy Zsolt (1848-1922)
Margó Tivadar (1816-1896)	Ábel Jenő (1858-1889)
	Pauer Imre (1845-1930)

más melletti oszlopban szerepel összesen 29 név. A nevek sorrendje is érdekes, hiszen az egymás közelébe eső nevek aláírói egymás közelében ültek, közelebről is ismerhették egymást. Mindenek előtt álljon itt a megfajított névsor, az illető tanárok születési és halálzási évével kiegészítve.



Az 1886-os kari tanácsron részt vevő tanárok létszámának mintegy harmadát tette ki a tíz természettudós, neveiket megvastagítottuk. Őket az alábbiakban részletesebben is bemutatjuk.

Életkoruk szerint három csoportot alkotnak: idősek, középkorúak és fiatalok.

A legidősebb a 70 éves Margó Tivadar, zoológus akadémikus. Bölcsészdoktori, majd orvosdoktori diplomáját a pesti egyetemen szerezte, utána Bécsben sebészi és szülészeti szakképesítést szerzett. Az 1848/49-es szabadságharcban honvéddorvosként vett részt. A Haynau-korszak megtorlásait sikeresen elkerülte, a Bach-korszak vége felé pedig már Bécsben folytathatott szövetetani kutatásokat. 1862-től volt a pesti egyetemen az állattan és az összehasonlító bonctan tanára, 1865/66-ban a bölcsészkar dékánja. Az orvostudományi karon is igény tartottak rá, itt a fejlődéstan, majd az anatómia nyilvános rendes tanára lett. 1879/80-ban ő volt az egyetem rektora. Charles Darwint személyesen ismerte, nézeteit magáévá tette és terjesztette.

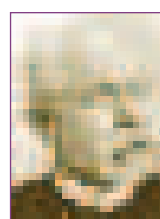


Hunfalvy János földrajztudós 66 éves volt. KacsARINGÓS úton jutott el az 1870-es kinevezésig, ő volt a földrajz első egyetemi tanára hazánkban. Itthoni jogi és teológiai tanulmányait német egyetemeken egészítette ki. Részt vett a szabadságharcban, ezért börtönbüntetésre ítélték. Utána lapot szerkesztett, majd a műegyetem elődjében tanította a földrajzot, a történelmet és a statisztikát. Egyik alapítója és haláláig elnöke volt a Magyar Földrajzi Társaságnak. Az Akadémián is elismerték érdemeit: 1858-ban levelező, 1865-ben rendes taggá választották. Az 1886-os ülést követő évben lett igazgatósági tag.

Szabó József geológus, mineralógus 64 éves volt ekkor. A selmechányi bányászati akadémián szerzett bányamérnöki diplomát, a pesti egyetemen pedig bölcsészdoktori oklevelet. A szabadságharc idején a puszkaporgyártásnál se-

gédkezett, mint salétrom főfelügyelő. Szerencsésen megmenekült. 1862-ben már az egyetem ásvány-földtan tanárszékének rendes tanára volt. Hunfalvyval együtt 1858-ban lett levelező tag az Akadémián, 1867-ben pedig rendes tag. A kinevezés évében lett a bölcsészkar dékánja. A közetkutatás világhírű szaktekintélye

volt, kiváló geológusok, mineralógusok egész nemzedékét nevelte fel, létrehozta az egyetemen az ásvány-közetetani intézetet az értékes ásványgyűjteménnyel, s amint említettük, éppen az 1886-os kari ülés idején költözhettek be új épületeikbe. Lehet, hogy ettől független, de tény, hogy 1883/84-ben ő volt az egyetem rektora.



Kondor Gusztáv matematikus és csillagász sorolható még az idősebbek csoportjába, aki az ülés idején 61 éves volt. 1880-83 között ő volt a dékán, ezért az ülésen mint prodékán vett részt. Az ő élet-története is bővelkedik

romantikus fordulatokban. 22 évesen kezdte meg mérnöki tanulmányait a pesti egyetemen, egy év múlva kitört a forradalom. A szabadságharcban először honvéd, majd hadnagy, végül főhadnagy lett és számos ütközetben vett részt. A szabadságharc bukása Komáromban érte. Klapka menlevelével a börtöntől még megmenekült, a későbbi zaklatásoktól azonban már nem. Mégis sikerült folytatnia egyetemi tanulmányait, megszerzte mérnöki oklevelét. Csillagászati és matematikai érdeklődését Petzval Ottó keltette fel, két évet töltött csillagászati tanulmányokkal a bécsi egyetemen. Utána az 1854-ben alapított pesti főreálban, a mai Eötvös József Gimnázium elődjében tanított matematikát 16 éven át. Közben 1861-ben az Akadémia levelező tagja, 1863-ban matematikából bölcsészdoktor lett. 1871-ben a bölcsészeti kar Elemi tiszta és alkalmazott mennyiségtan tanszékére kapott kinevezést. Petzval Ottó 1883-ban bekövetkezett halála után a csillagászati tanszék helyettes tanárává is kinevezték. Aktívan részt vett a középiskolai tanárképzésben.

A középkorúak csoportjába is négy tudóst sorolhatunk a természettudósok közül. Ők képezik a „derékhadat”, leginkább rajtuk múlik, hogy hogyan működik és fejlődik-e az egyetem.

Than Károly volt a legidősebb köz-

tük, 52 éves volt ekkor. Tizenöt éves korában beállt honvédek, végigküzdötte a szabadságharcot Bem seregében mint



tűzmester. 19 évesen tett gyógyszerész vizsgát, utána a bécsi egyetemen lett orvostanhallgató, majd bölcsészhallgató. 24 évesen doktorált kémiából, utána Heidelbergben töltött egy évet Bunsen mellett. Még nem volt

harminc éves, amikor kémia tanszékét kapott a pesti egyetemen. A bölcsészkar természettudományos épületei közül először az ő kémiai intézete épült fel 1872-ben, a volt fűvészkertben (a mai Trefort-kertben), ez viselte később a C épület elnevezést. Vezetése alatt az I. sz. Kémiai Intézet európai hírévé vált. Tankönyvei nemcsak tudományos és didaktikai értékükkel tűntek ki, hanem jelentős szerepük volt a kémiai magyar műnyelv megteremtésében is. 1866/67-ben a bölcsészkar dékánja, 1875/76-ban az egyetem rektora volt és az MTA másodelnöke lett. Kezdetől fogva figyelemmel kísérte Eötvös Loránd pályafutását, segítette egyetemi pályaválasztását, majd itthoni elhelyezkedését.



Jurányi Lajos 49 éves volt. Megszállott botanikus, aki a növények élettanát és egyedfejlődését kutatta. Orvosi diplomát szerzett a pesti egyetemen, majd a bécsi és a jénai egyetemen végzett növénysejttani és növénysejttani kutatásokat. 1866 óta – akkor már húsz éve – oktatott a pesti egyetem bölcsészkarán, a növénytan tanszéken. Az ülést megelőző évben jelent meg Növénytan című nagy munkája. Tanárának tisztelte őt többek között Borbás Vince és Mágócsy-Dietz Sándor. 1871-től az MTA levelező, 1882-től rendes tagja volt.



Az akkor 42 éves id. Lengyel Béla dékán-ságának harmadik tanévét kezdte meg 1886 őszén a bölcsészkaron. Eredetileg vegyészmérnöknek készült, végül is Than Károly mellett nőtte ki magát. Két évet töltött Bunsen mellett

Heidelbergben, itt doktorált 1870-ben. Pestre visszatérve közreműködött a Than épület felszerelésében, a gyógyszerkémiai előadások megindításában, míg végül 1877-ben az akkor szerveződő II. sz. Kémiai Intézet igazgatója lett.

Hasznos tevékenységet fejtett ki a tudomány ismeretterjesztésben is a Kir. M. Természettudományi Társulat elnökségében. Dékáni teendői közben nem sok ideje maradt a kutatásra, utána azonban újult erővel fogott munkához. Hazánkban ő lett az első vegyész, aki radioaktív mérésekkel foglalkozott. Számos ásványvíz elemzését végezte el. 1876-ban lett levelező tag, 1894-ben pedig rendes tag az Akadémián. 1895/96-ban az egyetem rektora volt.

Ugyancsak 42 éves volt 1886-ban Scholtz Ágoston matematikus. Német anyanyelvű cipster családba született, egyetemre is Bécsben és Berlinben járt. Utána hazament Iglóra matematikát tanítani, majd 1871-ben eljött Pestre, és az akkor még a Sütő utcában működő evangélikus líceum tanára lett. 1875-ben már ő volt az iskola igazgatója. 1879-ben doktorált az egyetemen matematikából, s Petzval Ottó halála után került be az ő helyére a Felsőbb mennyiség-tani analízis tanszékre. Egy év múlva már a matematikusok asztaltársaságának alapítói között találjuk, Szily Kálmánnal, Hunyady Jenővel, König Gyulával és Eötvös Loránddal együtt. Ebből az asztaltársaságból nőtt ki néhány év múlva a Matematikai és Fizikai Társulat, melynek szintén alapító tagja lett. Nagyon jól tudott együttműködni Eötvös Loránddal, kölcsönösen megbíztak egymásban. 65 évesen ment nyugdíjba, s adta át a helyét Fejér Lipótnak, aki akkor már évek óta legfőbb segítsége volt a tanszéken.

Akik még nem voltak 40 évesek, azokat a fiatalok közé számíthatjuk az egyetemen. Két ilyet találunk a bölcsész természettudósok között, mindkettő fizikus.



Eötvös Loránd 38 éves 1886-ban, amikor elkészül a D épület. A kor szokásának megfelelően lakást is alakítottak ki az épületben a Kísérleti Fizikai Intézet vezetője számára, s feleségével és két kislányával, a 8 éves

Rolandával és az 5 éves Ilonkával át is költöztek ide a Kecskeméti utcából. Ezen a nyáron Eötvös Loránd rengeteget dolgozott, hogy jól működő, meggyőző demonstrációs kísérletekkel tudja majd meglepni az elsőéveseket az új épület impozáns előadótermében. Azután, nem sokkal az említett kari ülés után, fokozatosan érte a megszégyenítő kudarc: a hallgatók nem jártak be az előadásra. Ő, aki Heidelbergben járt egyetemre, ezt egyáltalán nem értette. Szomorúan konstataulta, hogy a németországi szabad

bölcsész képzés rendszere nálunk mennyire nem működik. Egyre jobban pártolta a kötöttebb francia rendszert, ahol a tanárképzés az egyetemről független, külön intézetben folyik, lehetőleg meghatározott tanterv szerint. De azért még tett egy kísérletet: 1887-ben nyílt levelet intézett nagybátyjához, a kultuszminiszter Trefort Ágostonhoz „Néhány szó az egyetemi tanítás kérdéséhez” címmel. Egy évre rá, 1888-ban váratlanul meghalt Trefort Ágoston, aki nemcsak kultuszminiszter, de az Akadémia elnöke is volt, akárcsak előtte Eötvös József. Ekkor Eötvös Loránd, aki már 24 évesen egyetemi tanár és 30 évesen a Kísérleti Fizikai Intézet vezetője volt, új, nagy ívű kutatásba fogott, a gravitáció kísérleti kutatásába. A következő évben, 1889-ben, 41 évesen választották meg a Magyar Tudományos Akadémia legfiatalabb elnökének. Ott, azon az 1886-os kari ülésen vajon gondolta volna ezt?



Az Eötvös Lorándnál is öt évvel fiatalabb másik fizikus az akkor 33 éves Fröhlich Izidor volt. Krisztusi kor, telve ambíciókkal és Eötvös Loránd iránti ragaszkodó tisztelettel. Eötvös Loránd számára annak idején jól jött, hogy Fröhlich a 70-es évek végétől kezdve levette válláról az elméleti fizikai előadások nyűgét, Fröhlich pedig hálás volt a lehetőségért, hogy ő tarthatja az elméleti előadásokat. Teljesen magáévá tette Eötvösnek a fizikáról vallott és hirdetett felfogását. Milyen előzményei voltak ennek? Fröhlich a budapesti egyetem elvégzése után állami ösztöndíjjal képezte tovább magát Berlinben, ahol Helmholtz és Kirchhoff előadásait hallgatta, ugyanazokét, akiktől Eötvös Loránd tanulta a fizikát Heidelbergben. 1875-ben doktorált, majd megkezdte a fizikát itthon kutatni és tanítani, ami azért nem ment könnyen. A kísérleti kutatáshoz ugyanis nem volt elég tehetsége, az elméletiben pedig túl alapos volt, nem tudott együtt szárnyalni a forradalmian új gondolatokkal. A késői utókor többek között azért értékelte olyan kevésbé Fröhlichet, mert nem volt hajlandó kritikátlanul elfogadni a modern elméleteket. De még a korabeli egyetem se sietett az elismeréssel: Fröhlich Izidor 1885-ben kapta meg rendes tanári kinevezését az elméleti fizikai tanszékre, amikor már öt éve az Akadémia levelező tagja volt. Akárhogy is, 1886-ban már kinevezett tanárként ülhetett le Eötvös Loránd mellé a kari ülésen. 33 évesen azért ez is valami. 1891-ben lett az MTA rendes tagja,

1897-től 1900-ig volt a bölcsészeti kar dékánja, 1911/12-ben pedig az egyetem rektora.

Ezzel le is zárult az 1886-os kari ülésen részt vevő tíz bölcsész természettudós bemutatása. Mellettük tizenkilenc humán szakos tanár neve szerepel az íven, akik egy vita utáni szavazáson valószínűleg leszavazhatták volna a természettudósokat. Mégis, ha csak azt nézzük, milyen új épületek épültek a bölcsészkar számára a XIX. század utolsó harmadában, az összehasonlítás a természettudományok számára lesz kedvező. Lehet, hogy ez elsősorban Eötvös Józsefen, de még inkább Trefort Ágostonon múlt, nem pedig a bölcsészkar belső vezetésén, de kétségtelen, hogy Than Károly nélkül a C épület, Szabó József nélkül a D épület, Eötvös Loránd nélkül a D épület nem készülhetett volna el oly hamar és olyan minőségben. A XIX. századi bölcsész természettudósok ezzel is letették névjegyüket a bölcsészkar asztalára.

XX. századi bölcsész természettudósokról formálisan már csak a század első felében beszélhetünk. 1949-től ugyanis megszűnt a régi bölcsészet, és a természettudósokat a matematikusokkal együtt külön karba vezényelték az új hatalom. Természetesen a század első feléből még sok nevet lehetne említeni. A matematikus Fejér Lipót és Kerékjártó Béla, a fizikus Tangl Károly és Ortway Rudolf, a csillagász Kövesligethy Radó és Wodetzky József, a vegyész Buchböck Gusztáv és Gróh Gyula, a biológus Szabó Zoltán és Dudich Endre, a geológus Papp Károly és Mauritz Béla, vagy a földrajztudós Cholnoky Jenő csak kiragadott példák a bölcsészkar jó hírét, itthon és külföldön egyaránt elismert tudósokra. Két Nobel-díjas tudóst is megemlíthetnénk, Hevesy Györgyöt és Békésy Györgyöt, bár ők csak rövidebb ideig voltak egyetemünk tanárai. Ugyanakkor a XX. század második felében is sok olyan matematikus és természettudós volt, akiket érdeklődésük és irodalmi tevékenységük okán bölcsészeknek is tekinthetnénk, elég csak a matematikus Péter Rózsára, vagy a fizikus Marx Györgyre utalnunk. A XX. századi tudósok pályájának felvillantása azonban már egy (vagy több) új cikket igényelne. 



A kőpatak völgye

ALBERT GÁSPÁR

Geológusként sokfelé jártam már, de azt, hogy a Gerecse egyik eldugott völgyében rábukkanok egy „kőpatakra”, nem gondoltam volna. 2010 nyarán földtani térképezés közben egy tikkasztó augusztusi napon, a hőség elől menekülve, a viszonylag hűvös patakmederben végeztem megfigyeléseket. A hűvösben nemcsak én, hanem a környék összes szúnyogja is menedéket keresett, de ezt a kényelmetlenséget hamar feledtette velem a látvány, amiben részem lehetett. Az élményt fokozta, hogy olyasminek lehetek tanúja a hazai erdőkben, amit nyugodt szívvel neveznék a természet egyik rejtett és nehezen felfedezhető kincsének.

A völgy turistautaktól távol esik, még te-repjáróval is közel háromnegyed órányira van a közutaktól. A látványos természeti jelenséget gyalog kell megközelíteni a völgy aljától felfelé haladva, ugyanis így élvezhető legjobban a „megkövesedett patak” látványa. Én is így láttam meg először.

Megkövesedett patak?

Mi is valójában a kőpatak? Természetesen nem megkövesedett víz, hanem a patakmederben felszínre bukkanó alapközet. A különös, vízlépcsőszerű megjelenés a kőzetrétegek enyhe lejtőirányú dőlésének és a kőzet fizikai tulajdonságainak köszönhető. Idős, mintegy 130 millió éves homokkőről van szó, amely egy tenger alatti lejtő aljában rakódott le, de a törmelék anyaga az egykori szárazföldről származik. A kőzetbe beágyazódott, lekerekített homokszemcsék arra utalnak, hogy hosszú utat járt be mindegyikük,

amíg a tenger fenekén végre nyugalmat leltek. Valószínűleg egy folyó szállította a tengerbe hordalékként a vulkanikus és kristályos kőzetekből származó közettörmelék, amely a szállítás során egyre apróbb és lekerekítettebb lett, míg nem a sziklák teljesen homokká őrlődtek. Az utolsó nagy útjuk emlékét, amely a folyó torkolatából a tengeralatti lejtő aljára vezetett, a kőzet belső szerkezete is megőrizte. A lejtőn gyorsan lecsúszó törmelék az áramló közegben hullám fodrokat és dűnéket formázott mozgása közben, amelyek sajátos keresztmetszete felismerhető ma is megkövesedve a homokkő rétegeiben. Ezek a megkövesedett formák az egykori áramlás irányának meghatározásában segítik a kutatókat.

Mindez nagyon régen történt. A tiszteletreméltó kor a kőzeteknél azonban nem egyenértékű a megállapodott és biztos egzisztenciával. 130 millió év nyugalma a kőzetet alkotó szemcséknek ma véget ért, hiszen az, hogy egy patak medrében felszínre bukkannak, azt is jelenti, hogy ez a kőzet is elkoportatódik. Az idős homokkőből lassan kiperő szemcséket a patak vize elszállítja. A tavaszi árvíz minden évben kicsit tovább- és lejjebb mossa, míg el nem érik a Dunát. A kiperő homokszemek a Duna lerakódó hordalékaként fogják újabb nyugalmi helyüket meglelni, de addig – ha lehet – még kisebbre koptatódnak.

Honnan lehet tudni a kőzet korát? A kőpatak medrében felszínre bukkanó alapközet nem ismeretlen számunkra. Geológusok generációi dolgoztak már a Gerecseben, akik többek közt elvégezték a homokkőrétegeiből előkerült ősmaradványok és a világ más tájairól származó leletek összehasonlító elemzé-



A meder különlegessége, hogy teljesen hordalékmentes

sét, és kimutatták, hogy ezek a földtörténeti középkor kréta időszakának elejére jellemző tengeri élőlények voltak.

A sétányon

A kőpatak medrében úgy sétálhat az ember, mint egy kövezett járdán, amelyet olykor-olykor megszakít néhány lépcső. Ha éppen nem folyik benne víz, akkor még vízálló cipő sem kell ahhoz, hogy a mintegy 500 méter hosszú „kőpatak sétányt” végigjárjuk. A meder különlegessége, hogy teljesen hordalékmentes. Ez az esőzések idején lezúduló víz szállítóerejének köszönhető, ami különösen a medrekebb szakaszokon mindent ki tudott pucolni a mederből. Kiadós zivatar után tehát a „sétány” nem járható!

A víz mindent el tud mosni: az alapközetet fedő törmeléktől kezdve a belehulló faágakon át az eldobált szemét formájában sajnos itt is jelenlévő emberi gondatlanság nyomaig.

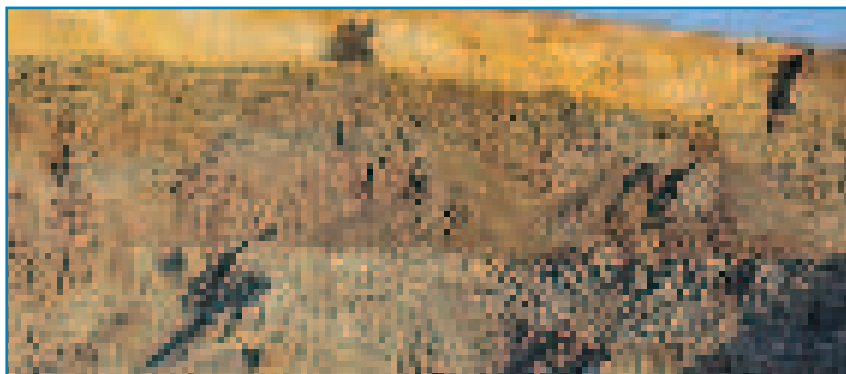
Hová tűnt 125 millió év?

Az idős homokkő fölött geológiai értelemben fiatal, 5–6 millió éves üledékek vannak a kőpatak felső folyásánál. Ezek korát is ősszállatok maradványaiból lehetett megállapítani. A laza kavicsos homok, közismertebb nevén sóder jellegű folyami hordalékban egy fiatal szarvasféle alsó őrlőfoga került elő. A folyó, ami ezt az üledéket lerakta, a Duna őse lehetett, amelynek partjára az állatok lejárta inni, és amelybe a maradványaik besodródtak.

A homokkő és a laza kavicsos homok lerakódása közötti időszak mintegy 125 millió évet ölel fel. Mi történt ezalatt? Ha csak a kőpatak völgyének kőzeteit ismernénk, nem tudnánk erre válaszolni. A Gerecse területén viszont a földtani térképezés eredményeként megtaláltuk azokat a nyomokat, amelyek elárulják a hiányzó időszak történetét.

A tengeri lejtő előbb kisimult, majd a tenger kiszáradt és tagolt domborzat alakult ki. A szárazra került tengeri üledékeket az eső és a szél

A közeli Bersek-hegy kőbányájában az idős homokkő vékony rétegei jól követhetőek. Összesített vastagsága elérheti a 400 m-t is!

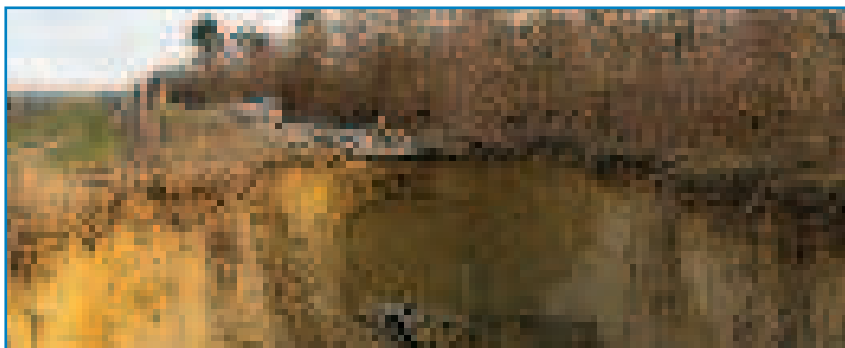
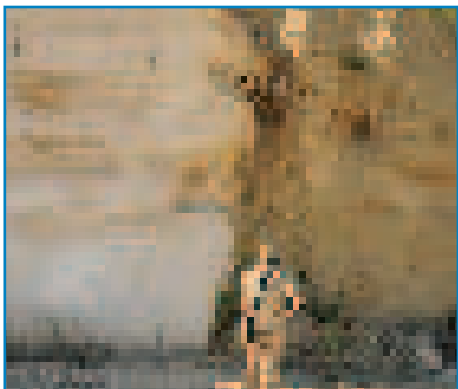




A negyedidőszak során folyami kavics és tavi mészkövek rakódtak le váltakozva.

Amikor a tavak kiszáradtak (A), a mészkőbe völgyek vágódtak be (B) és az egészet befedte végül a lösz (C). A löszbe ma meredekfalú vízmosások vágódnak be gyors ütemben (D). A csuszamlások leginkább ott fordulhatnak elő, ahol a löszben agyagos talajrétegek találhatóak, és ahol a rétegek a mai lejtő irányában dőlnek (E); azaz a betemetett völgyek oldalában

A szél szállította lösz (jobb oldal) nem válogatja meg, hogy hova rakódjon le. A tavi mészkő sziklái (bal oldal) alkotta függőleges falú szakadékok is feltölthette



Nemcsak a lejtők, hanem a meredek falú és mély löszvölgyek is önálló életre kelhetnek az esőzések után. Párhuzamos oldalvölgyek harapózhatnak ki belőlük, amelyek a zavartalannak hitt tájon mély hasadékok formájában – utakat és földeket átvágva – jelenhetnek meg viszonylag rövid idő alatt, ahogy a fenti, Neszmély környéki képen is látszik

koptatta és közben a meleg klímán trópusi talajok alakultak ki. Mintegy 80 millió évvel később kiterjedt tengerparti mocsarak agyagos-szenes üledékei rakódtak le. A mocsarak lassan megfulladtak az újra emelkedő tengerben, ami mészkövet és márgát hagyott maga után óriási egysejtűek, korallok, tengeri puhatestűek és gerincesek változatos maradványaival, de végül elapadt újra.

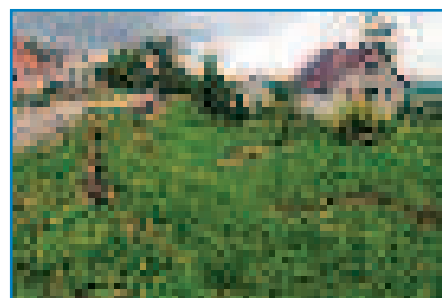
A Gerecse területén a szárazföld és a tenger a további 35 millió év során többször váltogatta egymást. A pusztuló szárazföldek, azaz hegy és dombvidékek jelenlétére az üledékek hiányából, míg a tengerek, tavak, mocsarak és folyóvizekkel tagolt síkságok egykori jelenlétére a lerakódott üledékeikből tudunk következtetni.

Kivételek azonban itt is vannak. A legutóbbi mintegy két és félmillió év során a Gerecseben, de az országban szinte mindenütt a folyami és tavi üledékek mellett a jégkorszakok során nagy mennyiségű por, illetve lösz és homok leülepedése is jellemző volt. A szél szállította porszemcse nem válogatja meg, hogy hova rakódjon le. A Gerecse tagolt domborzatára szélárménykos helyeken még akkor is le tudott rakódni, ha az meredek és pusztuló hegyoldal volt korábban. Egész völgyeket temetett be a helyenként 40 m vastagságot is elérő lösz-takaró!

Ma a Gerecse felszínének nagy részén a lösz és az idősebb üledékek lepusztulása zajlik, de vannak helyek, ahol a folyóvizek hordaléka és a mocsarak szenes képződményei megmaradhatnak és mesélhetnek majd a jövő geológusainak a máról.

Lecsúszik!

A ma folyó geológiai kutatások már nemcsak arra irányulnak, hogy az egykori földrajzi környezet rekonstruálható legyen, hanem arra is, hogy a felszínalakító folyamatok ismeretében modellezhető legyen a



Dunaszentmiklós 2010. A löszös domboldal csuszamlása során több családi ház, pincék, vezetékek és között is megrongálódott. Ez a lejtő sem tűnt veszélyesnek korábban (A szerző, valamint Kercsmár Zsolt és Lantos Zoltán felvételei)

közeljövő földrajzi környezete. Egy évről évre kis mértékben változó lejtő elsősorban akkor válik érdekessé az emberek többsége számára, ha azon épületek vannak, de még ekkor is kis figyelmet fordítanak rá mindaddig, amíg egy csuszamlás miatt társadalmi szempontból fontossá nem válik. A geológia ezeket a területeket is kutatja napjainkban és így az ember és a földtani környezet kölcsönhatásának vizsgálata gyakorlati haszonnal is kecsegtet; gátak és utak építéskor, vagy erdőirtáskor a csuszamlásos területek geológiai vizsgálata során szerzett tapasztalatokat hasznosítani tudjuk.

A kőpatak völgye szép természeti érték és tudományos kincsekkel is gazdagabbá tesz minket, de az éremnek másik oldala is van. A kőpatak tiszta és hordalékmentes medre a víz gyors és nagy erejű lefutásáról tanúskodik, amely a völgyben lejjebb fekvő emberi településeket fenyegethet. Ez itt szerencsére máig még nem történt meg és lehet, hogy nem is fog, de a figyelmeztető jelek mellett nem lehet elsiklani. A változó környezet jeleire nekünk, akik a Föld folyamatait értjük, figyelni kell.

Hogyan mozogtak az ipolytarnóci őszállatok?

HÁGEN ANDRÁS – HORVÁTH DÓRA – STROMP MÁRK

Az élőlények mozgását manapság már könnyen nyomon tudjuk követni a különböző eszközök segítségével, az őslényekét azonban nehezebb megállapítani. A kutatók csontmaradványaik és nyomfossziliáik alapján próbálják rekonstruálni mozgásukat a biomechanika segítségével. Ha a biomechanika által feltárt tényeket összevetjük a feltárás során előkerült fosszilis csontokkal és lábnyomokkal, kirajzolódik a válsz az őszállatok mozgékonyágáról.

Magyarországon az egyik legjelentősebb állatlábnyom-lelőhely, valamint megkövesedett fatörzs Ipolytarnócon (1. ábra) található. A lábnyomok segítségével megbecsülhetjük az egykor élt őszállatok mozgássebességét a mocsaras, lápi környezetben.

Az ipolytarnóci kövesedett fatörzset 1836-ban *Kubinyi F.* fedezte fel, a lábnyomos homokkővet pedig 1900-ban *Böckh Hugó* selmechányai akadémiai tanár és *Tuzson János* botanikus. Böckh János a Földtani Intézet akkori igazgatója az 1900. évről szóló jelentésében részletes leírást ad a lábnyomos homokkőről, s megemlékezik az első intézkedésekről. A helyszínen talált ritka lelet megmentése érdekében Böckh a feltáráshoz hívta *Szontágh Tamás* bányatanácsost és *Sedlyár István* laboránst. A munkálatokat a száraz nyári időszakban kezdték el. A feltáráson rinocérosz, ősszarvas és madár lábnyomát találták meg.

A lábnyomos homokkő újbóli tanulmányozása az 1928. évi budapesti őslénytani kongresszushoz kapcsolódó tanulmányúton történt. Az újabb feltárási és tisztítási munkálatokat *Tasnádi Kubacska A.* és *Haberl V.* preparátor készítették. A földtani leírást *Id. Noszky J.* állította össze a találkozóra kiadott kirándulásvezetőre. Az 1928-as nemzetközi találkozó után újabb eredeti példányokat nem szedtek le, csak gipszmásolatokat készítettek, amelyek *Abel, O.*-hoz kerültek Bécsbe.

A következő feltárás 1937 júliusában kezdődött *Tasnádi Kubacska A.* vezetésével. Ennek során egy 8 m²-nyi, nagyrészt orrszarvú lábnyomokat tartalmazó kőzetlapot emeltek ki, amelyet a Nemzeti Múzeumba szállítottak. Ekkor vált ismertté, hogy a homokkőlapokon több rétegben találhatóak lábnyomok.

A negyedik ipolytarnóci feltárást a Magyar Állami Földtani Intézet indította, s 1960-ban vette kezdetét *Tasnádi Kubacska A.* vezetésével, *Szabó O.* és *Lakatos P.* állandó részvételével. A feltáráson új, elsősorban ragadozó és „masztodon” nyomokat fedeztek fel. A kutatási eredményeket *Tasnádi Kubacska A.* ismeretterjesztő munkáiban és szakmai közleményében foglalta össze.

A feltárás ötödik fázisa 1979-ben kezdődött, amikor is kezdetét vették a természetvédelmi beruházások. 1982-ben *Solt P.*, a Magyar Állami Földtani Intézet preparátora elvégezte a lábnyomos homokkő felszínének tisztítását, és preparálási munkáit, amellyel újból megkezdődhetnek a tudományos vizsgálatok.

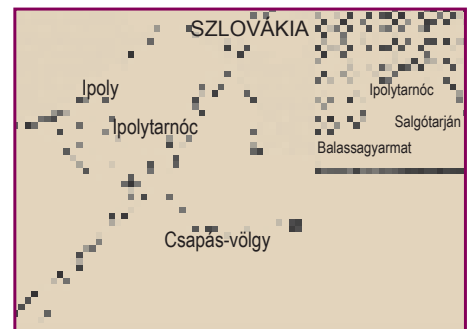
Mi is kell hozzá?

A *Geologica Hungarica Series Paleontologica* 46. számában *Kordos László* (1985) tanulmányában szerepelnek az Ipolytarnócon található lábnyomok talp-, valamint lépéshosszai. A *Kordos László* által ismertetett talphosszak minimum és maximum értékeiből átlagértéket számítottunk. A lépéshosszak figyelembevételénél pedig a jobb-bal lábpáros cm-ben megadott eredményeit használtuk fel, amelyekből a biomechanika segítségével kiszámítottuk az élőlények mozgássebességét.

Miről mesélnek a kövek és a csontok?

A kora miocénben a Széchenyi Slír Formációt követően ún. zöld homokkő-réteg rakódott le. Az üledék zöld színét a glaukonit nevű ásvány adja. A keresztregézettség megfigyelhető, de a kőzet inkább vastagabb rétegekből épül fel, agyagosabb. A slír formáció kora oligocén végi kései egi.

A slírrétegen ívesen keresztregézettségű aprókavicsos, kövületes homokkő, felső részén pados rétegzett homokkő, majd a „gömbköves” homokkő települ. A Pétervársári Homokkő Formáció a nógrád-cserhádi területeken eléri a 400–600 m vastagságot, Ipolytarnócon pusztán 50–60 m vastag-

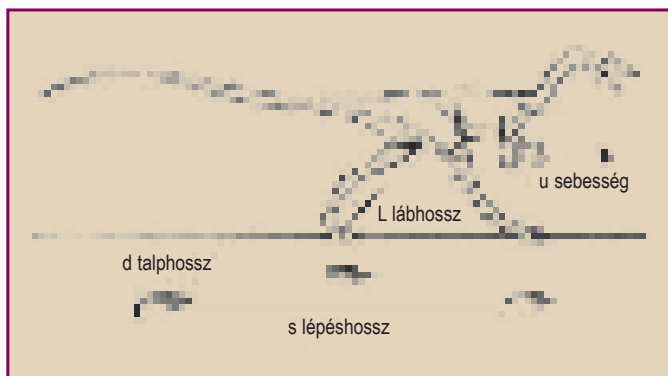


1. ábra. Az ipolytarnóci kutatási terület

ságban fejlődött ki. Mikrofauna tekintetében nagy hasonlóságot mutat a Budafoki Homok Formációhoz. Fossziliái közül a tengeri süntüske és a spongia tú a leggyakoribb. A réteg egyik nevezetessége a cápa-fogak jelenléte. A Botos-árokban nagy mennyiségben találhatóak meg. A képződmény kora miocén eleji eggenburgi korszak.

A tengeri képződmény végét egy drámai változás jelentette. Az itteni sekély öböl lefűződött a tengerágról és pangó víz lett, amelybe nagy mennyiségű törmelék (extraklaszt) üledék került. A Zagyvapálfalvai Tarkaagyag Formáció a Borókás-árokban 2–4 m, a Botos-árokban 10 méter vastagságú kavics réteg megjelenése jelez. A kavicsok között megfigyelhető sok kvarcit, vulkáni, valamint metamorf kőzet lepusztulásából származó darabok is. *Kordos László* (1985) véleménye szerint a glaukonitos homokkő (Pétervársári Homokkő Formáció) lepusztulási terméke. Ezt bizonyítja *Hermann M.–Emszt K.* (1940) vizsgálata is, miszerint a lábnyomos homokkő az Ős-Vepor kavics-törmelékéből és az oligocén glaukonitos homokkőveiből keletkezett üledék.

A folyóvízi környezet néhány millió éves időtartamra állandósult, és szelíd feltöltődéssé alakult át. E környezetben képződött a szürke homokkő, amely az ipolytarnóci lábnyomokat rejt. A páratlan leletek megmaradásához az kellett, hogy hirtelen vastag vulkáni hamu temesse be az egykori itatóhelyet. A vulkánkitörés 17,4 millió éve történt (*Sztanó O. – Harangi Sz.* 2010).



2. ábra. A tyükméretű, két lábon járó, ragadozó *Compsognatus* dinoszaurusz így járhatott a paleontológusok rekonstrukciója szerint (Horváth G. 2009b)

A vulkáni hamu a következő emlőslábnymokat őrizte meg a homokkőbe ágyazódva: *Bestiopedia maxima* (KORDOS, 1985), *Bestiopedia tarnocensis* (VIALOV, 1985), *Carnivoripeda nogradensis* (KORDOS, 1985), *Mustelipeda punctata* (KORDOS, 1985), *Rhinoceripeda tasnadyi* (VIALOV, 1966), *Megapecoripeda miocaenica* (KORDOS, 1985), *Pecoripeda hamori* (VIALOV, 1986).

A nyomfossziliák kiértékelése

A biomechanika fejlődése révén tiszta képet kaphatunk az egykori öskörnyezetre, valamint az élőlények mozgására. Az iszapban nyomot hagyó élőlények mozgássebességét úgy kaphatjuk meg, hogy megmérjük a nyomhagyó őssálat *d* talp-, valamint *s* lépéshosszát (2. ábra).

A mért eredményekből képlet segítségével megkaphatjuk a sebességet (Alexander, R. M. 1989, 1991, Horváth D. – Stromp M. 2012, Horváth G. 2009a, b.):

$$u = \sqrt{4 g d f(r)}, \quad (1)$$

ahol *g* a földi nehézségi gyorsulás (9,81 m/s²), *f* pedig a Froude-szám a relatív lépéshossz függvényében.

$$r = \frac{s}{4d} \quad (2)$$

A macskáknál nem kisebb emlőssálatokra univerzálisan érvényes *f* (*r*) függvény a 3. ábrán látható alakját McNeil Alexander (1989, 1991) határozta meg számos ma élő két- és négylábú emlős mozgása alapján. Itt felhasználtam még a rengeteg állat *L* lábhosszára érvényes tapasztalati összefüggést (*L* ≈ 4*d*).

A mérés

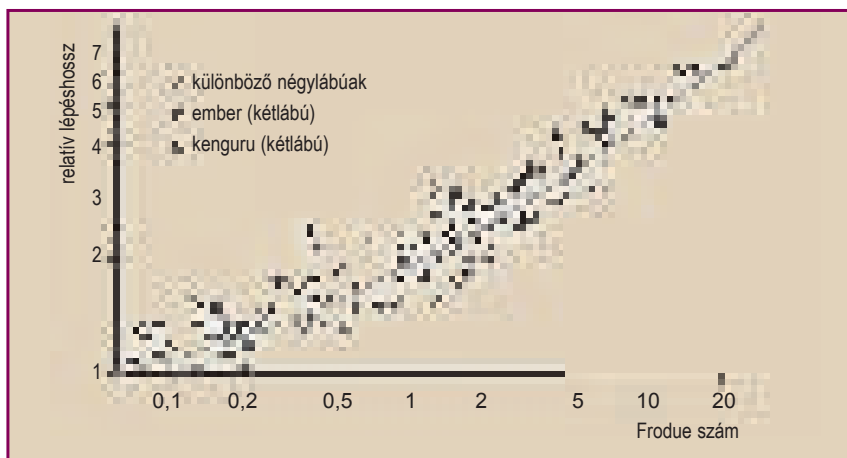
Kordos László (1985) monográfiájában szereplő mérések tartalmazzák a talpnyomat *d* hosszát, amelyek legkisebb és legnagyobb méretéből, átlagot számítottunk. A talpnyomat mellett a tanulmány tartalmazza az őssálat *s* lépéshosszát is, vagyis azt a távolságot, ami ugyanazon láb két egymást követő talpnyomata között húzódik. A Froude-szám meghatározásához felhasználtuk a 3. ábrán látható adatokra

feltehetően gyorsabb mozgásra is képesek lehetnek.

Aki csodálkozik az őslények sebes mozgásán, az gondoljon bele abba, hogy az egykori itató partján található lábnyomokat vulkáni hamu konzerválta...

HIVATKOZÁSOK

Alexander, R. M. 1989: Dynamics of Dinosaurs and Other Extinct Giants. – Columbia University Press, USA.
 Alexander, R. M. 1991: How dinosaurs ran? – Scientific American 254/4, 62–68.
 Babinszki E. 2003: Ősi nyomok, modern nyomkeresők. – Term. Vil. 134/8.
 Herrmann, M.–Emszt, K. 1940: Der untermiozäne Glaukonit-Sandstein von Ipolytarnóc. – Annales historico-naturales



3. ábra. Az $r = s/L$ relatív lépéshossz az $f = u^2/(gL)$ Froude-szám függvényében, ahol *g* a földi nehézségi gyorsulás, *u* az állat mozgássebessége, *L* a lábhossza, *s* pedig a lépéshossza

– McNeil Alexander (1989) által megállapított – statisztikusan illeszkedő egyenletet: $f(r) = 2,3 \cdot r^{0,5}$. A kapott értékeket behelyettesíttem az (1) képletbe, így megkaptam a vizsgált állat *u* sebességét.

Fontos tudni, hogy a latin elnevezések nem az állatok nevei, mert végződéseik – a nyomfossziliák nomen claturáját követve – lábnyomokra utalnak.

Az eredmény

A mért eredmények az *u* mozgássebességeket tartalmazzák. Ezek szerint az első őslény 4,45 m/s sebességgel mozgott, a második élőlény pedig 5,79 m/s sebességgel, míg a harmadik 4,71 m/s-al a folyóparti homokban.

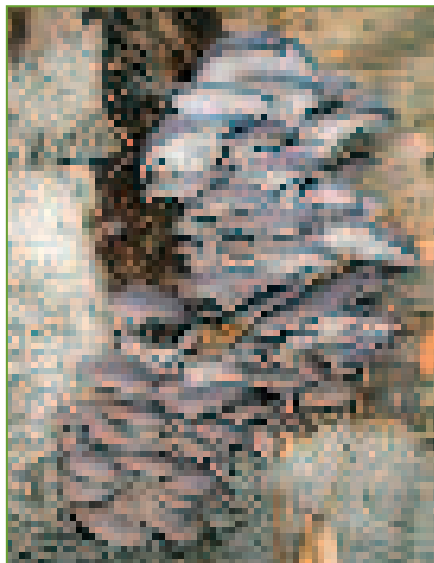
A kapott eredmények pusztán becslés jellegűek, ugyanis a mocsaras, lápi környezet itatóként szolgált az élőlényeknek, és ha keményebb aljzat áll rendelkezésre

Musei nationalis hungarici, 33, 99-106.
 Horváth D. – Stromp M. 2012: Karolina-völgyi dinoszauruszok mozgássebessége. – Fizikai Szemle 62, 116-118.
 Horváth G. 1986: Négy lába van a lónak... A járás statikai és dinamikai elemzése. – Természet Világa 117, 547–552.
 Horváth G. 2009a: Biomechanika: A mechanika biológiai alkalmazásai. – Egyetemi tankönyv, 3. átdolgozott, bővített kiadás, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 368.
 Horváth G. 2009b: Hogyan mozoghattak a dinoszauruszok? Őssálatok mozgásának paleobiomechanikai rekonstrukciója. – Fizika Szemle 59, 141–146.
 Kordos L. 1985: Lábnyomok az ipolytarnóci alsó-miocén korú homokkőben. – Geologica Hungarica ser. Pal. 44-46. 415.
 Sztanó O. – Harangi Sz. 2010: Ipolytarnóci Természetvédelmi Terület. – In: Haas J. (szerk.) 2010: A múltunk ösvényein. Szemelvények Magyarország földjének történetéből. – Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, 132-137.

Gombák télen

SZILI ISTVÁN

Azt csak egy gombaismeretben járattan ember képzelheti, hogy a téli erdőben nincsenek gombák. Vagy, ha megengedőbb a hozzáállása, akkor azt mondja: „jó, jó, hát persze, a taplók télen is ott maradnak a fák törzsén, meg talán egy-két késő őszi gomba fagyott-fonnyadt maradványai is fellelhetők”. És ez bizony igaz is, vitathatatlanul. Vérébeli gombász fel is jegyzi a lelőhelyet, ha reménye van arra, hogy oda megfelelő időpontban még visszatérhet. Nemesak a gombászt, hanem az arra fogékony embert is gyakran megállásra készítik a tuskón, kidőlt fatörzsön díszlő különféle réteg-gombák, vagy az éjjeli pávaszemre hajazó lepkeapló festői csoportjai. Némelyik likacsosgomba-faj ugyancsak télen mutatja legszébb formáját. Vaskos, viharvert bükkfa-torzókon gyakran tucat-



Késői laskagomba

jával számolhatók össze a bükkfatapló emeletes elrendeződésű termőestetei. A gyógyhatásúnak tekintett fényes-vörösbarna színű pecsétviaszgomba megtalálása is boldogító élménynek számít. Berkek, mocsarak, jégkérű patakpartok öreg fűzfáin néha természetes parázstaplók díszlenek. (Gyermekkoromban a helyi patikus útmutatásával és az iskolai kémia szertár „segítségével” magam is tűzcsiholásra alkalmas gyúanyagot preparáltam belőle.) Soroljam még? A látó, kereső szem mindent észrevesz, ha csak nem rejti vastag hótakaró.

Ám az a vélekedés, hogy a gombaélet a hideg időszakban ugyan-

úgy szünetel, mint a zöld növényeké, már nem teljesen igaz. Legalábbis akkor, ha a tél enyhe, vagyis nincsenek kitarató, erős fagyok. De ha vannak is, az egyik gombafaj még erre is fittyet hány: mihelyt megenyhül az idő, életműködéseit ott folytatja, ahol a fagy beálltakor abbahagyta. Ez a gomba nem más, mint a *téli fülőke*. Furcsa hangzású név, az biztos. Értelmét legtöbbször a *fül*, *fülük* = hevül jelentéssel hozzák összefüggésbe, utalva a megerezhűdő, megenyhülő téli időre. Ez inkább logikus magyarázat, mint a *fülő* = fülecske értelmezés, hiszen ez utóbbit főleg a galambok és nyulak kedvelői használják. Különben is: a fülhöz való hasonlatosság okán a nevet már más gombák is kisajátították (júdásfűlő-gomba, fűlőgomba, fafűlő gomba). Ennyit a botanológiai és etimológiaiáról.

A téli fülőke = *Flammulina velutipes* (más fülőkékhez hasonlóan) ugyancsak elterjedt faj az északi féltekén. Egyes országokban – például Japánban – egyenesen a legnépszerűbbek közé tartozik. Ettől még akár jó is lehet, ha csipkelődő módon, komolytalan hozzáállással közelítünk a japánok ízlésvilágához. Ha azt is tudjuk, hogy

a téli fülőke nyersen fölöt-
több halszagú, még „érthet-
többé válhatna” ez a népsze-
rűség. Csakhogy az érvelés
hamis úton jár. Hamis úton,
mert tudtommal a fülőkét
„halszagú állapotában” se-
hol sem fogyasztják. A jel-
legzetes „illatot” ugyanis a
kalapbőr kiadós nyálkaréte-
ge tartalmazza és okozza,
amit lehetetlen elfogyaszta-
ni. Gombánk tehát alapos
előkészítésre szorul, mielőtt a
nyelvünkre helyeznénk. A
japánok is így tesznek, annál
is inkább, mert a téli fülőkét
legalább olyan arányban fo-
gyasztják gyógyhatása mi-
att, mint csemegeként. A
gyógyhatásról (szeren-
csémre?) nincs tapasztala-
tom, ezért erről nem nyil-
latkozom, de az állítólagos
százezer tonnás évi fogyasztás
mégis elgondolkodtató.
Már csak azért is, mert ezt a
mennyiséget nem gyűjtik,
hanem termesztik, akár csak
a legtöbbre tartott shii-take
gombát.

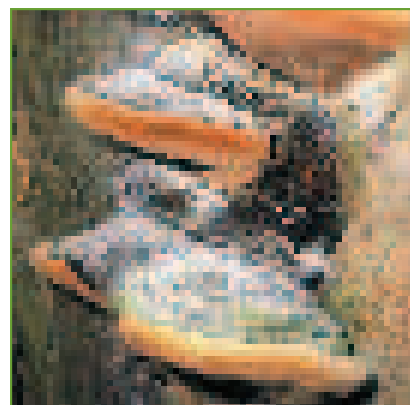
Nos, halszag ide, gyógyha-
tás oda, az elkötelezett gom-
bász bizony nálunk is neki-
vág a téli pagonynak vagy
erdőnek, azzal a titkolt re-
ménytel, hogy jelentősebb
mennyiségű fülőkére talál.
Miért is ne? Hiszen a téli
fülőke nem igazán váloga-
tós faj, sokféle fa (legyen az
puha vagy kemény) megfe-
lel a számára. Mert hát nem
magányosan termő gombá-
ról van szó: egy jól kifejlett
fülőkecsoportban leginkább tí-
zesével kell számolni a termő-
test egyedet!

Nos, a gombákkal kapcsolatban az ember többször is lehet zöld-
fűlű! Akárcsak a vadász, aki egy újabb vadra először süti el a pus-
káját. (Széchenyi Zsigmond annak idején kimerítően körüljárta a témát.) Bizony, én is megjártam, amikor először fülött fülőkére a fogam. Elmesélem, hogyan és miként.

Mint afféle vékonypénzű egyetemistának, nekem is csak a lehe-
tő legolcsóbb finomságokra tellett annak idején. Mint például svéd-



Téli fülőke



Parázstapló



Pecsétviaszgomba

gombára, vagy a kaszinótojásra. (Az senkit ne tévesszen meg, ha ezeket az ételeket ma már szintén borsos áron kínálják.) Akkoriban, a hatvanas évek elején, főleg ezeket tömte magába a diák, és e finom ízű ételekkel ideig-óráig sikerült is elvernie az éhségét. Olyannyira, hogy egy bennfentes büféstől megtudtam, a svédgombát maga szedte téli fülökéből állítja elő, ezért a legelső alkalommal én is teli szüreteltem a kosaram a szóban forgó gombával. Ez volt az elhatározás könnyebben megvalósítható, bár tagadhatatlanul sportos oldala. Az egyre pusztuló, elhanyagolt főúri „kastélykertben” sok volt a kidőlt, letört fa, és legalábbis össz-



Lepketapló

még mindenféle ehető és ehetetlen gomba is. Úgy emlékeztem, a fülökék sem hiányoztak a repertoárból. Nem is! A park mélyén megbúvó gesztenyésben és a szélén elterülő dióligetben egyaránt töme-



Júdásfülgomba (Kalotás Zsolt felvétele)

gesen fordult elő. A fák bántára, mert, hogy a fülöke eleinte élősködő, tönkreteszi az élő fát. A számomra most igézetes termőesteket viszont leginkább a korhadásnak indult ágak, törzsek, tuskók éltették.

Gomba már volt, de a recept az bizony hiányzott. Azt elfelejtettem a büféstől megérdeklődni. Persze, úgy gondoltam, minék is az, hiszen a vak is látja, milyen is a svédgomba. Látni láttam én is, de amikor a művemmel elkészültem és az első falatot a számba vettem, mégis mintha valami halásztanya romlott ételbe kóstoltam volna. Nem is ecsetelem tovább, akinek van fantáziája, elképzelheti, milyen a félig nyers, nyálkájában dúskáló téli fülökéből készített svéd gombasaláta. Olyan. Olyan, ami a legrövidebb úton távozott az enyészet enyhelye felé.

Azóta sem próbálkoztam svédgomba irányban a fülökével újra, elvégre van lila pereszke is, laskagomba is, ami sokkal finomabb, és elkészítése nem annyira „macerás”.

Mit mondanak? Hogy ezek is téli gombák? Igen? Hát igen! Bár nem annyira „télálló”, mint a fülöke, de a tél beköszöntének közelségét jelzik. Egyszóval, nem a nyári félév gombái ezek sem, hanem a hideg időszaké. És akár a fagyok beálltának idején, akár téli enyhésben, akár kora tavasszal nagy örömet okoznak annak, aki rájuk talál. A téli szarvasgombáról nem is beszélve, bár e témát szívesen átengedem annak, aki jobban ért hozzá. ©

A Szentkirályi utca 21. számmal jelölt – ma az Egészségügyi Minisztérium Orvosi Készletgazdálkodási Intézete tulajdonában álló, kétemeletes – épület egykor a hazai orvostudományi közelet legfontosabb központja volt. Ebben a házban működött a Budapesti Királyi Orvosegyesület, a Budapesti Orvosi Kör, a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűlésének állandó titkársága, a századfordulón az Országos Orvosszövetség, mindazon orvosi tudományos és érdekvédelmi szervezetek, amelyek egykoron szervezték a hazai orvosi közéletünket. Ezek közül a legrégebbi és talán legfontosabb az Orvosegyesület volt, amelynek tulajdonába 1891 tavaszán került az épület.

A Budapesti Királyi Orvosegyesületet 1837. október 2-án 14 pesti és budai gyakorló orvos alapította az összegyűlt orvosok egyikének, Mokossinyi Mihálynak a Belvárosban az Alsó-Dunator 50. szám alatt állt Staffenberger-féle ház II. emeletén levő lakásán. (Ez ma a görög keleti templom főbejáratától jobbra, a Petőfi-szobor felé eső első épület helyén állt. A XIX. század végén a Belváros építészeti rendezése idején bontották le.) Az egyesület célja „a tudomány és a kartársiasság ápolása, önmaguk továbbképzése lett”. Az egyesület – ma úgy neveznénk – bejegyzett székhelye az Alsó-Dunator 50 volt, kezdetben havonta, később kéthetente megtartott üléseit – Mokossinyi nagylelkűségéből – a II. emeleti lakásban, illetve 1841-től az orvostudományi kar tanácstermében tartották. A megalakulást követő években a gyakorló orvosok társasága és az egyetem orvosi kara között igen feszült volt a viszony, majd a „megbékélés után” az Orvosegyesületnek is nagyobb helyiségre lett szüksége. Megalapították a könyvtárat, hetente rendeztek tudományos üléseket, élénk társasági életet éltek. 1843-tól a Sebestény-tér – a mai Veres Pálné és a Papnövelte utca kereszteződése táján állt – egyik épületében béreltek egy nagyméretű polgári lakást, amelyet az egyesület tevékenységének megfelelően alakítottak át.

A szabadságharc bukása után a császári hatóságok minden egyesület és társaság működését felfüggesztették, illetve korlátozták, ami az Orvosegyesületre is vonatkozott. Viszont az 1849 őszén felállított budai Helytartóság igényelte a tudós testület alkalmankénti véleményét, így az előbbi rendelkezés az Orvosegyesületre csak korlátozottan vonatkozott. A gyenge anyagi helyzetre való tekintettel az Orvosegyesület 1850. április 15-ével kénytelen volt felmondani a Sebestény-téri bérlémenyt, Geringer Károly hegytartó segítségével 1850. március 5-ével tudományos üléseiket a Nemzeti Múzeum egyik kijelölt termében tarthatták, az egyesület hivatalos iratait és könyvtárát Plósz Lajos lakásában tárolták, ugyancsak itt ülésezett az elnökség. Ez az állapot 1864-ig tartott, bár a tudományos ülések egyre népesebbek lettek, az egyéb tudományos megbeszélésekre gyakran az orvosi kar tanácstermében került sor.

Az Orvosegyesület 1864-ben új helyiségbe költözött: „1864. június 19-én, a választmányi ülésen elhatározták, hogy a Henszlmann Imrével még 1860-ban folytatott megbeszélés értelmében, a Magyar Tudományos Akadémia bérházában kiveszi a II. emeleti, Dunára tekintő sarokhelyiséget évi 800 forintért, ha ebből a Gyógyszereszek Testülete 200 forintot magára vállal. Az Orvosegyesület 1864. szeptember 29-én már itt tartotta első őszi ülését és 1867. április 24-ig maradt. Az új környezetről az Orvosi Hetilap így írt: „A kilátás az olvasószobából a gyönyörű folyóra, Buda városára és a leáldozó napra oly elragadóan szép, hogy az elnöki csengettyút csak vontatva követjük...”



Az épület régen

Az egykori Orvosegyesület székháza

KAPRONCZAY KÁROLY

Úgy látszik, hogy az MTA épületén belül bérelt helyiségek mégsem bizonyultak megfelelőnek, mert az 1865. március 27-én tartott választmányi ülésen vagy a Trattner-házba, vagy az Úri utcában levő Bene-házba való átköltözés gondolatával is foglalkoztak. Változás nem történt, csupán annyi, hogy a bérleti díjak fizetése érdekében „befogadták” az 1874-ben alakult Budapesti Orvosi Kört, az első orvosi érdekvédelmi egyesületet és a Vándorgyűlések titkárságát, amelyek ritkán ülészttek, viszont tagjaik és tisztségviselőik többsége tagja volt az Orvosegyesületnek.

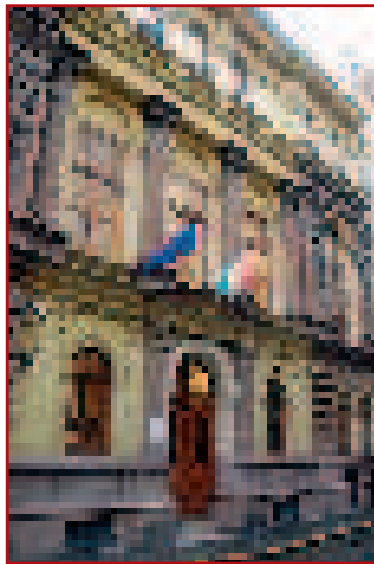
Időközben az Orvosegyesület jelentősége, tevékenysége és taglétszáma ugyancsak megnövekedett, feltétlenül szükség lett egy külön épületre. A gondolat már az 1870-es évektől élénken foglalkoztatta az Orvosegyesület mindenkori elnökségét, sőt 1878-ban „házépítő bizottságot” is alakítottak a választmány tagjaiból. A tagdíjak egy részét, a tagok közötti gyűjtés összegét, a bevételek változó százalékából külön alapot létesítettek, amelyet az időközben kibocsátott 500 forint értékű részvényjegyek bevételeivel gyarapítottak. Már az első év után, igen szerénynek ítélte meg az ellenőrző bizottság a „házalap” gyarapodását. Szinte évente ismételték meg a tagok közötti gyűjtést, 1888. évi nagygyűlésen Markusovszky Lajos – aki évek alatt már vagy 15 ezer forintot adományozott a házalapnak – keserűen jegyzete meg: „nem lehet reménylenem, hogy egyesületünk idővel saját csarnokot is fog emelhetni.”

1889-ben Korányi Frigyes elnök, Kresz Géza tanácsára kérelemmel fordult a fővároshoz, hogy az Orvosegyesületnek térítés mentesen juttasson egy telket, amelyen felépítheti székházát. A tárgyalásra kijelölt bizottságot Markusovszky Lajos volt elnök vezeti, aki a vásárlási tervekbe bevonta az Orvosi Kört, az Országos Orvosi Segélyegyletet, a Vándorgyűlések titkárságát. A tárgyalások változó sikerrel folytak, mivel a főváros az Orvosegyesületnek megfelelő telken igen rövid építési időt szabott meg, illetve több felajánlott telek az egyesületnek nem felelt meg. Ez az elképzelés végül az akkor az „adományokra” kivetett igen magas adó miatt bukott meg, amit a főváros sem tudott kivédeni. (Az elnöki beszámoló szerint ez az összeg legalább 30%-kal csökkentette volna a házépítési alapot, valamint a vagyontalan Orvosi Kört is lehetetlen helyzetbe hozta volna.)

1891. április 13-án tartott választmányi ülésen – a felvett jegyzőkönyv szerint – „Kollár Gyula, a lakáskereső bizottság elnöke előadja, hogy az Egyesület lakáskérdésének ügye legjobban elintézhető lenne, ha az Egyesület a Szentkirályi utca 21. száma alatt levő és igen előnyös feltételek mellett áruba bocsátott kétemeletes házat megvenné. Előzetes számításai szerint az Egyesület vagyoni viszonyai ezt lehetővé tennék.” Az elnökség és a választmány több tagja azonnal megtekintette az épületet és április 25-i ülésen

a megvásárlás mellett döntött. Korányi szavai szerint „az épületbe befogadhatóvá válik – addigi támogatójaink mellett – az Orvosi Könyvkiadó Társulat, megalapítható az orvostörténeti múzeum és. A házvétel fordulópontot képez az egyesület életében és ez tekintélyét is növelni fogja kifelé.”

Az 1891. május 13-án tartott rendkívüli közgyűlés hozzájárult, hogy az Orvosegyesület megvásárolja a Fischl L. és G. Cégtől, illetve ennek megszűnése után a cég beltagjaitól: disztrai Distray Lászlótól és disztrai Fischl Bélától 48 ezer forintért a kétemeletes, kerttel is rendelkező épületet. Az akkor rögzített elképzelés szerint a földszinten helyezték el a könyvtárat, egy bizonyos területet átadták a Gyógyszerészeti Társaságnak, az emeleten előadótermet, hivatalos helyiségeket rendeztek be, a második emeleten helyezték el az Orvosi Kört, az Orvosi Segélyegyesület, a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók állandó központi bizottságot, a Magyar Orvosi Könyvkiadó Társulatot, valamint ide terveztek a megalakítandó közegészségügyi múzeumot. Gondot jelentett, hogy Szunyogh Béla országgyűlési képviselő itt bérelt öt szobás lakást, amit minden körülmények között meg akart tartani. Az elnökség végül úgy döntött, maradjon a képviselő lakásbérlete, sőt 150 forintért kikapéztatták a lakást, „nehogy akadályt gördítsen a vásárlás elé.” (Később, két év múlva – kétszeri bérleti díj emelése után – maga mondta fel a lakásbérletét.) Az átalakítási munkálatokat Ray Re-



Szentkirályi utca 21. (2013)

zso műépítész végezte és irányította, a házavatára 1891. december 12-én került sor, amelyen megjelent Szapáry Gyula miniszterelnök, Csáky Albin vallás- és közoktatásügyi miniszter, több államtitkár, valamint Kammermayer Károly és Gerlóczy Károly polgármesterek, számos közeleti és katonai előkelőség.

Az épület valóban nagy orvostársasági események színhelye lett, nagy előadótermében több nemzetközi kongresszus zajlott, ahol az orvostudomány egészen kiemelkedő nagyságai (pl. Mecsnyikov, Berhling, Koch, Billroth) tartottak előadást. Az épület szimbóluma lett a magyar medicinának. Sajnos, a II. világháború utáni története nem ilyen fényes események sorozata: Az Orvosegyesületet – és a székházban működött más orvosi társaságokat – 1945-ben feloszlatták, ezután itt működött a Magyar Orvosok Szabad Szakszervezete, majd 1947-től a Szovjet Orvostudomány Dokumentációs Központja, 1955-től az Országos Orvostudományi Könyvtár és Dokumentációs Központ, amit az 1990-es években többször átszerveztek, végül 2007-ben megszűntek, helyén működik az Országos Orvosi Készletgazdálkodási Intézet. Az Orvosegyesület értékes könyvtárának anyagát az 1951-ben megalakult Országos Orvostörténeti Könyvtár őrzi, orvostörténeti múzeumának egy részét pedig a Semmelweis Orvostörténeti Múzeum tárja gyűjteménye.

Orvosszemmel



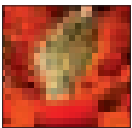
Vérnyomáscsökkentő sajt?

A magas vérnyomást kutatók szervezetének (ESH) Londonban megrendezett európai kongresszusán nagy feltűnést keltett *Giuseppe Crippa* professzor és munkatársainak előadása, akik a híres olasz parmezán, a Grana Padano vérnyomáscsökkentő hatásáról végzett tanulmányukat ismertették. A csaknem ezer év óta készített sajtfélét a cisztercita szerzetesek kezdték készíteni a Pianura Padana völgyében, amit három éven át érleltek. Crippa professzor és csapata viszont azt figyelte meg, hogy a magas vérnyomást hatásosan csökkentő készítmény a 9–12 hónapig érlelt változat.

Az olasz orvosok 29 magas vérnyomásban szenvedő, de gyógyszereket nem szedő beteget vizsgáltak meg úgy, hogy két hónapon keresztül étkezésüket napi három deka Padano sajttal egészítették ki. Volt még 16 hasonlóan emelkedett vérnyomású beteg is, akik nem szedtek tablettát, és sajtot sem kaptak – ez volt a kontrollcsoport.

Mindkét csoport tagjainak vérnyomását a kezelés előtt és annak végén is megmérték 24 órás automata vérnyomásméréssel. A sajt hatására a vérnyomás első, szisztolés értéke átlag nyolc higanymilliméterrel lett kevesebb, a diasztolés, a „per” érték pedig átlagosan hat higanymilliméterrel csökkent a kontrollcsoport tagjaiéhoz képest.

A kutatók szerint a Padano sajtban speciális tripeptid található, melynek hasonló vérnyomáscsökkentő hatása van, mint az angol névből alkotott betűszóval ACE-gátlónak nevezett tablettának.



A D-vitamin és a coronaria-kockázat

A cukorbeteg az érlelmeszesedés folyamatának egyik legfontosabb kockázati tényezője. St. Louisban, a Washington Egyetem Orvoskarának munkacsoportja a cukorbetegségben kifejlődő ateroszklerózis kórtanával foglalkozik, és ennek kapcsán igazolták, hogy cukorbeteg makrofágjaiban a D-vitamin csökkent vérszintje esetén olyan változások észlelhetők, melyek fokozzák a koleszterinnek érfalra való lerakódását.

A *Carlos Bernal-Mizrachi* vezette kutatócsoport tanulmánya szerint jelenleg mintegy 26 millió amerikai szenved a felnőttkorban kifejlődő 2-es típusú cukorbetegségben. Mivel mind több a kövér ember, várhatóan a következő időszakban még több diabéteszes betegre kell számítani. Ezeknek az embereknek nagy valószínűséggel lesznek szívpanaszai az érlelmeszesedés okozta koszorúér-betegség következtében, ami speciális gyulladási folyamat, tehát patomechanizmusának kutatása fontos feladat. Korábbi tanulmányában a munkacsoport arról számolt be, hogy a D-vitamin a szívbetegség kifejlődésének alapvetően fontos tényezője. Az új vizsgálat során sikerült továbblépni. Kimutatták, hogy ha a D-vitamin vérszintje alacsony, makrofág immunsejtek játszanak szerepet abban a folyamatban, melynek során elindul az ateroszklerotikus gyulladás, a makrofágok az érfalhoz tapadnak, koleszterinnel telítődnek, és megjelennek a plakkok, fokozatosan beszűkítve az érlumet. A cukorbetegben szenvedők esetében az alacsony D-vitaminszint 30 ng/ml-nél kisebb értéknel kezdődik.

„Az eredmények értékelése során igyekeztünk minden egyéb tényezőt is figyelembe venni – közölte a cikk első szerzője, *Amy E. Rick*. – Kiszámoltuk, hogy mennyi szerepe volt az adatokban a vérnyomásnak, a koleszterinszintnek, a diabétesz-egyensúlynak, a testsúlynak és a rassznak. Csak a D-vitamin vérszintje korrelált szorosan azzal, hogy milyen mértékben tapadtak ezek a sejtek az érfal belső felszínéhez.”

A kutatók hangsúlyozzák: egyelőre nem tisztázódott az a fontos kérdés, hogy D-vitamin adásával a cukorbeteg érlelmeszesedésének folyamata megállítható vagy visszafordítható bizonyul-e. Jelenleg egérkísérletben vizsgálják, hogy az állatoknak adott D-vitamin gátolja-e a monociták érfalhoz tapadását a szívhez közeli artériákban.

Két klinikai tanulmányt is elindítottak. Az egyik vizsgálatban hipertóniás cukorbetegek kapnak D-vitamint, és azt figyelik, hogy ez a kezelés befolyásolja-e a vérnyomást. A második vizsgálat 2-es típusú cukorbetegségben szenvedő afroamerikaiakon folyik, akiknek a korábban szedett egyéb gyógyszereik mellé D-vitamint is adnak. Itt azt igyekeznek követni, hogyan alakul az így kezelt betegcsoportban a szívbetegség progressziója.

A következő hónapokban további vizsgálatokban foglalkoznak az a kérdéssel is, hogy a cukorbeteg D-vitamin-terápiája csökkenti-e a coronaria-betegség valamelyik kockázati tényezőjének érvényesülését a diabéteszben szenvedő csoportban.

„Előző megfigyelések azt jelezték, hogy a D-vitaminhiány ilyen betegek körében gyorsítja a koszorúér-betegség előrehaladását és növeli a mortalitást. Más vizsgálatok arra utaltak, hogy a D-vitamin javítja a hasnyálmirigyből történő inzulin kibocsátást, valamint az inzulinérzékenységet. Azt reméljük, bizonyítani lehet, hogy a D-vitamin mérsékli az ateroszklerózis gyulladási folyamatát, csökkenti a vérnyomást, és kedvezően befolyásolja a vaszkuláris szövödményeket” – nyilatkozták a vizsgálat vezetői.



Az életmód győzhet a hajlam fölött

Az egészséges életmód hatékonyan csökkentheti az örökletes hajlamból fakadó kockázatokat szívbetegségek esetében, derítették ki amerikai szívgyógyászok. Az Egyesült Államokban, ahol évtizedek óta kutadják a szív- és érrendszeri betegségeket, *Owais Khawaja* és munkatársai azoknak az adatait vizsgálták, akiknek a szülei között előfordult 55 évesnél fiatalabb korban szívinfarktus, hogy kiderítsék, a betegség kialakulásában melyik tényező az erősebb: az örökletes hajlam, vagy az egészséges életvitel.

A vizsgálatban résztvevő férfi orvosok egészségügyi adatait már 1982 óta gyűjtik, akik ekkor még gyermekek voltak. A két évtizednél hosszabb megfigyelési idő során azt is követték, hogy a doktorként dolgozók a családi, örökletes esély mellett hogyan éltek, és milyen kockázati tényezőik voltak.

A szakemberek kicsi kockázatúnak vették azt, ha valaki nem dohányzott, nem volt túlsúlyos, és rendszeresen, de mérsékelten fogyasztott alkoholt. Nagy kockázatúnak számított az, aki dohányzott, elhízott vagy alkoholistá lett. A kutatók azt vizsgálták, hogy az infarktus, a szívelégtelenség milyen gyakran jelent meg abban a csoportban, ahol a szülők közül valamelyik fiatalon szenvedett szívinfarktus, tehát örökletes tényező valószínűsíthető volt, és volt-e különbség aszerint, hogy az illető kis vagy nagy kockázatúnak számított.

Az adatok elemzéséből kiderült: nagyobb az esélye annak, hogy annál alakul ki szívelégtelenség, akinek a felmenő rokonságában infarktus volt, mint annak, akinek a családjában senki nem volt szívbeteg. Dupla a szívelégtelenség valószínűsége azoknál, akiknek a családjában infarktus is volt és nagy kockázatúnak éltek azokhoz képest, akiknek volt örökletes esélye, de egészséges életmódot folytattak.

A kutatók hangsúlyozták, hogy a betegségben az öröklésnek lehet ugyan szerepe, de a helyes életvitel képes ellensúlyozni a genetikai tényezőket.

Forrás: *Webovos*

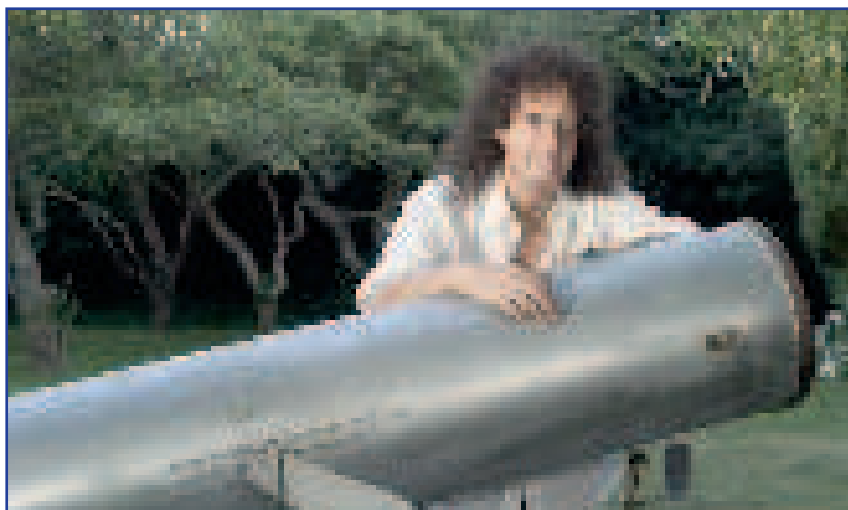
Rock és csillagok

Elég kevesen vannak, akik egyaránt sikeresek a tudományban és a zenében. Tudományos fokozatot szerzett rockzenészt pedig csak elvétve ismerünk. Brian May, a legendás Queen együttes gitárosa közéjük tartozik. Hétéves korában kapta első, akusztikus gitárját elektromérnök apjától. A zenével párhuzamosan fedezte fel a természetet; az iskolai könyvtárban talált egy kis könyvet, aminek „A Föld” volt a címe, szerzője pedig a később lovaggá ütött Patrick Moore kiváló ismeretterjesztő, amatőr csillagász volt, akinek késő esti műsorai voltak a BBC-n. Apja segítségével mindenféle hulladék anyagból távcsövet is barkácsoltak.

Az 1947. július 19-én született May, mint oly sokan mások, a luxemburgi rádiót hallgatva ismerkedett meg a zenével az ötvenes évek közepén. Tizenévesen már a haverjaitól kölcsönkapott elektromos gitárokon is próbálkozott. 15 éves volt, amikor apjával elhatározták, hogy elkészítik a fiú el-



Brian May



Jó, ha egy teleszkóp mindig kéznél van

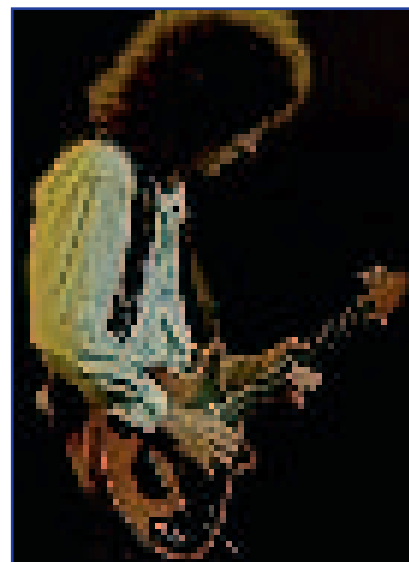
ső gitárját. Másfél évbe telt, mire elkészült a rocktörténelem egyik leghíresebb gitárja, mely olyan egyéni hangzást produkál, hogy aki egyszer is hallotta szólni, semmi mással nem téveszti össze. A hangszer teste tölgyfából készült, mahagóni borítással, a nyak egy XVIII. századi mahagóni kandallóburkolatból, az érintők gyöngyből, de felhasználtak hozzá ősrégi motorbicikli-alkatrészt is. Az anyagköltsége valami 17 font volt. A vörösbarna testű hangszer a Red Special nevet kapta. (May engedélyével utólag több másolat is készült róla.) A különleges hang-

zás eléréséhez egy Vox AC30-as erősítőt használt, pengetőül pedig, szintén egyedülálló módon, egy hatpennys érmét. 1964-ben alakított először saját zenekart, 1984 néven, Orwell regénycíme alapján.

Ugyanabban az évben Zanzibár szigetén gyengült a brit gyarmati uralom, a sok onnan elmenekülő között volt egy perzsa eredetű család 17 éves sarja, Farokh Bulsara, becenevén Freddie. Londonba költöztek, csupán pár száz méterre laktak a May családtól.

May-nél egységben volt az iskola és a zene, ami azért elég kevés korabeli (és utá-

na következő) rockzenészlőről mondható el. Többségük, amint befejezte (vagy be sem fejezte) középiskolai tanulmányait, teljesen a zene felé fordult, aztán vagy meg tudott élni belőle, vagy nem. May viszont annak rendje és módja szerint letette középiskolai vizsgáit (mi úgy mondanánk, leérettségizett) és több egyetemre is beadta a jelentkezését. Mivel kitűnt matematikából és fizikából, és a csillagászat, valamint az űrkutatás érdekelte, természetesen ebben az irányban akart továbbtanulni. Ekkoriban élt Londonban Jimi Hendrix, akinek játéka, mint oly sok más brit zenészt is, elbűvölte May-t. Zenekara, az 1984 egy nappal Hendrixék fellépése után játszhatott a londoni Imperial College-



May egyedi gitárja, a Red Special

ban. „Jimi a mennyeket nyitotta meg a játékaival, nehéz nélküle elképzelni a világot, olyan sokat változtatott a zenén – mondta róla May. Mindannyian azt hittük, tudjuk, miről szól a gitározás, de Jimi a végsőkéig tolt ki a határokat, addig, ameddig mi elképzelni sem tudtuk?”

1968 elején feloszlatta zenekarát, onnan csak Tim Staffell énekes-basszusgitáros tartott vele. Dobosuk egy 18 éves srác lett, Roger Taylor. Az új banda a Smile nevet kapta. Közben May az Imperial Collegeban folytatta tanulmányait, főként fizikát és matematikát hallgatott, és 1968 októberében alapdiplomát (Bachelor of Science) szerzett fizikából. Két nappal később a Smile a Pink Floyd előzenekaraként lépett fel.

Több állásra is pályázott: a legjobb ajánlatot a Jodrell Bank Observatóriumtól kapta, mely akkortájt Anglia legígéretesebb rádiócsillagászati berendezését birtokolta, és ami nem mellékes, ott dolgozott Sir Bernard Lovell is, korának egyik leghíresebb rádiócsillagásza. Ez May számára felért egy álommal, de... De túlságosan ragaszkodott Londonhoz, a barátaihoz, meg a zenéhez, úgyhogy nem fogadta el. „Nem vagyok büszke rá, nem biztos, hogy a helyes utat választottam” – mondta később. Ehelyett elfogadott egy állásajánlatot az Imperial College-tól, így Londonban maradhatott és zenélhetett tovább. Elsősorban az akkor még gyermekcipőben járó infravörös asztronómia érdekelt, ám mivel osztályvezetője inkább az optikai spektroszkópiát erőltette, átállt erre a kutatási irányra. Az állatövi fényt kutatták, ami idővel May-t is magával ragadta.

Brian eközben London környékén lépett fel zenekarával és környezetükben minduntalan feltűnt egy rajongójuk, aki mindenáron be akart kerülni a bandába. Csakhogy Staffell személyében már volt szólóénekesük, úgyhogy nem vették be. A fiatalembert Freddie Bulsarának hívták, aki továbbra is járt a koncertjeikre, de közben megpróbált magának zenekart keresni, ahol énekelhet; rövid és nem nagy sikerrel ez össze is jött neki. A dolog érdekessége, hogy mind Taylornak, mint Freddie-nek volt egy kis ruhastandja London hippinegyedében, a Kensington Marketen. May eközben a Kanári-szigeteken, a tenerifei obszervatóriumban kutatót. Amikor visszatért Londonba, kiderült, hogy Staffell ott akarja hagyni a Smile-t. Ekkor lépett be Freddie Bulsara. Staffell helyére basszusgitáros is kellett, a jelöltek hónapokig váltogatták egymást, míg 1971 közepén rátaláltak egy 19 éves közép-angliai sráca, John Deaconra.

Sor került két névváltoztatásra is. Freddie javaslatára a zenekar felvette a Queen nevet, az énekes pedig egy általa írt dalszövegéből emelte ki saját új nevét: „megszületett” Freddie Mercury. 1973-ban jelent meg első, Queen című nagylemezük, mely mérsékelt sikert aratott, de némi turnéhoz juttatta őket, főként csak Angliában. Ezzel együtt May profi szinten búcsút intett a csillagászatnak, ami számára megmaradt afféle hobbinak, szenvedélynek. Kapcsolatban maradt ugyan Imperial College-beli kollégáival, olvasta a szakirodalmat, de elmélyültebb tanulmányokra már nem maradt ideje. Zenésztársainak ugyanakkor rendszeresen magyarázott a csillagos égről. A többiek akkor döbrentek rá, hogy a városi fényszennyezés miatt még nem is látták a Tejutat, csak akkor, ha vidéki turnékon este kinn jártak a természetben. Akkoriban a zenekar tagjai egy előnytelen szerződés miatt épphogy meg tudtak élni a gázsijukból, viszont egyre sikeresebbé váltak. A második, Queen II című lemezük is mérsékelt sikert aratott, de ekkor már Eu-



A Sky at Night címpalján

rópa több országában is turnéztak, sőt 1974 második felében Amerikában és Japánban is koncerteztek. Amerikában May fertőző májgyulladását kapott, a turnét leállították, ezt követően csak Európában játszottak pár hónapig. Harmadik lemezük megjelenésekor May már együtt élt egyszobás londoni lakásában Christine Mullerrel, akit rövidesen feleségül is vett. Egy fiuk és két lányuk született. Egy londoni ügyvéd segítségével sikerült kimászniuk az első, számukra roppant előnytelen szerződésükből, és rögtön újat kötöttek az EMI céggel, és új menedzsmet irányította a munkájukat.

Az 1975-ben megjelent „A Night at the Opera” lemezük egyik hónapról a másikra nemzetközi szupersztár kategóriába repítette a Queent. Ezen a lemezen May már szólót is énekelt, saját szerzeményt. Egyébként a Queen teljes pályafutására jellemző volt, ahogy mind a négy tag vokálozott és kivette a részét a komponálásban is. Dölni kezdett a pénz, egyik koncert a másikat követte, a határ már tényleg a csillagos ég volt. A következő album (A Day at the Races) is nagy siker volt, bár színvonalában nem ütötte meg az előzőt. 1976-os lemezükön jelent meg Brian egyik leghíresebb szerzeménye, a „We will rock you”, mely talán minden idők legnagyobb aréna-szlágere lett. Ezek-től az időktől kezdve a Queen dugig töltött minden stadiont és arénát, amerre csak jártak a világban. 1985 nyarán részt vettek a világ éhezőinek megsegítésére összehozott, sztárokkal tömött Live Aid kettős koncert (Philadelphia és London) Wembley-beli helyszínén és a Queen egymaga elvitte a show-t, mintegy 20 perces produkciójával. 1986. június 27-én Budapesten, „A kind of magic”-turné keretében 70 ezer ember előtt felejthetetlen koncertet adtak a Népstadionban, melyről egész estés film is készült Zsombolyai János rendezésében. Ez volt a zenekar utolsó turnésorozata, utolsó

közös fellépésük Mercury-vel nem sokkal ez után, augusztus 9-én volt a londoni Knebworth Parkban. 1988-ban már érkeztek a hírek arról, hogy Mercury egészségi állapota erősen megromlott és bár a menedzsmet tagadta, hamarosan köztudottá vált, hogy Freddie AIDS-es. Ezt követően még kiadtak két nagyon sikeres albumot, de élő fellépést már nem vállaltak. Mercury állapota rohamosan romlott, 1991 novemberében hunyt el. Utolsó közös albumuk, a „Made in Heaven” négy évvel a halála után jelent meg.

May sem volt teljesen egészséges. A 80-as évek végétől súlyos depresszióval küzdött, 1988-ban elvált, saját bevallása szerint az öngyilkosság gondolata is foglalkoztatta. Bizonyos értelemben a csillagászat hozta vissza az új életbe. Miközben az arizonai Tueson egyik klinikáján kezelték, sokszor bámulta a csillagos eget, ami ott a sivatagi körülmények között kivételesen tiszta volt. Visszatért a zenei életbe is, kiadott néhány szólólemezét és a maradék három Queen-tag Paul Rodgers énekessel, egy másik rocklegendával újra turnézott. Ám ahogy a Rolling Stones sem lenne Mick Jagger nélkül az, ami, a Queen hangját sem pótolhatta a mégoly kiváló Rodgers.

May-t a csillagászatba régi kollégája, barátja, Sir Patrick Moore hozta vissza. Több-ször is részt vett az általa vezetett Sky at Night című, havonta jelentkező BBC-műsorban, melynek fél évszázadon át, 2012 decemberében bekövetkezett haláláig volt a házigazdája. Moore beszélt rá Mayt, hogy fejezze be PhD-disszertációját, amit 2007-ben sikeresen meg is védett. Rock- vagy popzenész ilyen magas tudományos fokozatot nem szerzett. A rákövetkező évben Moore-ral és egy másik szerzőtárral ismeretterjesztő könyvet írt az Univerzum történetéről.

Brian May mindezek ellenére sem vált „igazi” tudóssá, bár a csillagos ég iránti érdeklődése megmaradt. „Angliában élek, ahol a fényszennyezés miatt nagyon ritkán látni tisztán az eget, de ha mégis, rohanok az első, közelemben levő teleszkóphoz. Nem tudok betelni a Jupiter vagy a Szaturnusz látványával” – mondja.

(Itt jegyezzük meg, hogy mi, magyarok is büszkélkedhetünk legalább két tudós-rockzenésszel. Dr. Szalay A. Sándor akadémikus, asztrofizikus ifjabb korában a Pantea Rhei együttes gitárosa volt, dr. Grandpierre Attila csillagász, a fizikai tudományok kandidátusa pedig különböző formációkban, egyebek között a Vágtázó Halottkémekben énekelt. – A szerk.)

Az összeállítás az Astronomy című folyóirat 2012 szeptemberi számában megjelent cikk alapján készült

K-s

NewScientist

(2012. november 6.)

NEW YORK ALULRÓL ROTHAD

Manhattan sziget déli részét dohszag üli meg. A Staten Island kompállomás közelében még mindig nem égnék a villanyok. A berendezések rendületlenül szivattyúzzák ki a tengervizet a metróalagutakból.

Nagyjából ilyen állapotok uralkodtak négy nappal azt követően, hogy a Sandy hurrikán végigsöpört az Egyesült Államok északkeleti partvidékén, megölt kereken 110 embert és vízzel árasztotta el New York városának ezt a negyedét. Az utcák többsége már tiszta, de a Nyugati sugárútnál egy alagút még vízben áll és vonzza a jobbára kerékpáron ideérkező bámészkodókat, akik fényképezni jönnek. Az egyik keresztutcában az elhaladó autók szeméttel, törmelékkel telített vizet fröcskölnek a járdákra. Az itt dolgozó munkások tetőtől talpig műanyag védőöltözeteket viselnek. A kiszivattyúzott víz tele van a metróalagút szeméttel.

A város épp elég kárt szenvedett a pusztítás azonnali hatásaként, de nem elsősorban ez ad okot aggodalomra azt követően, ha az utcákról majd felszárad a víz. A tengerszint emelkedése és az egyre gyakoribb viharok következtében a hatalmas város felszín alatti infrastruktúrája korrodálódik és a helyzet csak egyre rosszabb lesz. New York alulról pusztul, mondja Masoud Ghandehari, a New York-i Egyetem környezetvédelmi mérnöke. Olyan helyzet elé nézünk, hogy egy évtizeden belül egyre-másra hibásodnak meg a föld alatti infrastrukturális berendezéseink és létesítményeink.

A gondot a só és az idő jelenti. A várost ellátó rendszerek nagy része, a gáz- és vízvezetékek, elektromos kábelek és a kiterjedt metróhálózat jórészt acélból készült és mélyen a felszín alatt hózdók. Az épületek és a hidak vasbeton alapon nyugszanak. Normális körülmények között a beton megvédi az acélt a víz és az oxigén korróziós hatásától. Maga az acél is védekezik, a sűrű szerkezetű kristályos rozsdaréteg voltaképpen védi a további korróziótól. Amikor azonban ezek a szerkezetek sós vízzel érintkeznek, például a talajvíz révén, vagy azért, mert a betonszerkezeteket savas eső éri, ez a védelem egyre inkább eltűnik. A sós víz ionjai elektromos áramot keltenek a betonvasrudak egyik és másik része között és ez a folyamat szinte felfalja az acélt, míg végül teljesen el nem rozsdásodik.

Minél magasabb a víz sótartalma, annál gyorsabb ez a folyamat. Ami a vasbeton szerkezeteket illeti, az olyan hirtelen és rövid lefolyású események, mint a Sandy hurrikán, nem játszanak számottevő szerepet, ám a globális éghajlatváltozás miatti tengerszint-emelkedés annál nagyobb. Azt még persze nem tudhatjuk pontosan, hogy ebben a században milyen mértékű lesz a tengerszint-emelkedés. Az elég valószínűtlen, hogy 2100-ra ez az emelkedés meghaladná a két métert; a legtöbb klimatológus nagyjából egy méteres emelkedésre számít. A helyzetet azonban erősen rontja, hogy New York államot ez a tengerszint-emelkedés erősebben érinti az átlagosnál. Számítások szerint, ha a globális tengerszint egy méterrel nő, akkor a keleti partvidéken ez az emelkedés nagyjából 1,15 méter lesz. 2012 elején a Yale Egyetem felkérte egyik geológusát, Brian Skinnert, hogy vizsgálja meg, milyen következményekkel járna mindez a Connecticut állambeli New Havenben levő campusára nézve. Ez a hely kereken 100 kilométerrel van északra Manhattantól, és az egyetem, mivel növelni akarja ottani campusa területét, biztosra szeretne menni. A kutató arra az eredményre jutott, hogy az egy méteres tengerszint-emelkedés a parttól két kilométeres körzetben ugyanilyen arányú talajvízszint-növekedést eredményezne. Az előrejelzések szerint ezen a vidéken csapadékosabb időjárás várható, ami tovább növeli a talajvíz szintjét. Mivel a folyamatot főként a tengerszint-emelkedés mozgatja, az várható, hogy a talajvíz sósabb lesz. Ez ugyan nem érintené New Haven ivóvíz-ellátását, mert azt nem a környékbeli rétegvizekből kapja, ám a vízvezetékek és más, acélból készült föld alatti szerkezetek erősen korrodálódni fognak. Hasonló gondok várhatók a keleti part szinte valamennyi tengerparti városában, már csak azért is, mert a föld alatti vezetékhalózat a legtöbb helyen már csaknem száz éves.

A Sandyhez hasonló hurrikánokkal érkező vizek más szempontból jelentenek gondot. Az, hogy a felszín alatti környezetben gyakorta változik a száraz-nedves-száraz állapot, még jobban fokozza a korróziót. Azt nehéz megmondani, milyen állapotban vannak jelenleg a felszín alatti vezetékek, hiszen nem látszanak, rendszeres felülvizsgálatuk pedig nagyon sokba kerülne. A szakértők az emberi test öregedéséhez hasonlítják a folyamatot, csak az a különbség, hogy miközben az orvosi diagnosztika rohamléptekben fejlődik, ugyanez nem mondható el az épített környezet vizsgálatáról. Mindemellett a mérnökök is dolgoznak új diagnosztikai eszközökön. Kis robotokkal már vizsgálhatók a gázvezetékek, de vannak eljárás-

sok az elektromos hálózat károsodásainak felmérésére is, a vízvezetékeket pedig ultrahanggal vizsgálják. Ami az újonnan lefektetett vezetékeket illeti, jobb a helyzet, mert ezek már közműalagutakban futnak és a munkások ezeket végigjárhatják. New Yorkban azt próbálják felmérni, hol kell okvetlenül új hálózatokat kiépíteni és hol nem szükséges.



(2012. 9. szám)

A NAGY ÜZLET

A hamisított gyógyszereket említve sokan kizárólag a fogyást segítő vagy potencianövelő szerekre gondolnak, amiket annyit hirdetnek a televízióban. A valóságban a helyzet sokkal súlyosabb, különösen Afrikában és Délkelet-Ázsiában. Ott azért halnak meg emberek, mert az antibiotikumok és a malária elleni gyógyszerek túlságosan kevés, vagy semmi hatóanyagot nem tartalmaznak.

Ritkábban ugyan, de Nyugaton is előfordul, hogy súlyos betegségek elleni gyógyszer hamisítanak. Példa erre az Avastin nevű rákgyógyszer, amelynek gyártója a svájci Roche gyógyszeróriáshoz tartozik. A gyár 2012 februárjában hozta nyilvánosságra, hogy hamisított Avastin van forgalomban. Több kaliforniai orvos és klinika vásárolt is belőle: nyoma sem volt benne a hatóanyag. Panasz azonban mégsem érkezett a hamisítvány ellen, hiszen ha egy súlyos rákbeteg meghal, senki sem gyanúsítja a gyógyszerrel.

Az Avastin azonban csak a jéghegy csúcsa. A legnagyobb gondot a malária elleni gyógyszerek hamisítása jelenti. 2010-ben 216 millió új beteget regisztráltak és félmilliónál többen haltak bele, főleg Afrikában, többnyire öt év alatti gyermekek. Az emberek itt túlságosan szegények ahhoz, hogy időben orvoshoz forduljanak, vagy megelőzésként szedjék a kétes eredetű gyógyszert. Ha egy gyermek hatástalan, hamisított gyógyszert szed, 48 órán belül belehalhat a kezletlen maláriába.

A ventioni Mahosot Kórházban dolgozó Paul Newton a hamis maláriagyógyszerek vezető szakértője. „Emberölés hamisított Artesunattal Ázsiában” című cikkében egy maláriában elhunyt fiatal ember esetét említi, akit az egyik burmai kórházban Artesunattal, az Artemisinin egyik származékával kezeltek. Harmadik éjszaka a beteg

meghalt. A kezelésre használt gyógyszer vizsgálata kiderítette, hogy a hatóanyag előírt mennyiségének mindössze húsz százalékat tartalmazta. Felbukkantak olyan tabletták, amelyek éppen csak annyi hatóanyagot tartalmaznak, hogy ellenőrzéskor a megkívánt színreakciót produkálják. Az ilyen gyógyszerek nem pusztítják el azonnal az összes parazitát és könnyen rezisztencia alakulhat ki. Ha az Artemisinin is elveszti a hatékonyságát, az borzasztó következményekkel járhat.

Newton és más tudósok gyanús gyógyszereket vizsgáltak meg Ghánában, Nigériában, Csádban, Kamerunban, Kongóban, Tanzániában és Kenyában. Mindenütt találtak hamisított Artemisinin-származékokat, amelyekből nemcsak hiányzott a hatóanyag, hanem káros mellékhatásuk is volt.

Roger Bate brit szakértő 2007-től munkatársaival tizenhét ország kétszáz patikájában kapható gyógyszert vizsgált, főleg Afrikában és Indiában. Minden tizenharmadik antibiotikum és minden ötödik malária elleni gyógyszer hatástalannak bizonyult. Megdöbbentő „eredményre” jutottak a Kongói Demokratikus Köztársaság fővárosában, Lumumbashiban, ahol a gyógyszereknek mindössze 51 százaléka volt kifogástalan.

„Afrikában sosem vennék gyógyszert – mondja Ulrike Holzgrave gyógyszerész professzornő és gyógyszerzakértő –, mert a hamisítványok olyan tökéletesek, hogy még én sem ismerem fel őket.” A bűnözők milliárdos üzleteket csinálnak. A hamisított gyógyszerek kereskedelme túlszárnyalja a kábítószerek, fegyverek és a cigaretták forgalmát. A haszon óriási, olykor 1000 százaléknál is nagyobb. Ahol valamilyen haszonszerzésre nyílik lehetőség, a bűnözők azonnal kihasználják. 2009-ben bűnözők egyik kairói kórháztól megvásárolták egy elhasznált csontrágyógyszer üres üvegecséit és vízzel megtöltve 1000 dollárért árusították.

A legtöbb gyógyszerutáncat indiai vagy kínai eredetű. Ezeket mocskos barakkoktól kezdve a legális gyárákig, gyakran a tulajdonos tudtával készítik. Vannak olyan „gyárák” is, ahol a megrendelő szabja meg a pasztillák összetételét, csomagolását és feliratát. Paul Newton reméli, hogy olcsó maláriagyógyszerekkel le lehet törni az utáncok kereskedelmét. Ulrike Holzgrave azonban nem hisz ebben, mert a hatóanyagot egyáltalán nem tartalmazó utáncok mindig olcsóbbak lesznek a valódiaknál.

A fejlődő országokban gyakran hiányos a gyógyszerfelügyelet, ezért kedvelt a GPHF (Global Pharma Health Fund) minilabora. Ez egy kis koffer, ami tartalmazza a szükséges üvegedényeket, reagenseket és az összehasonlító mintákat. Még egy nagy teljesítményű folyadékromatográf is van benne, amivel 60 hatóanyagot lehet kimutatni.

Fél évszázad néhány űrhajósnoje

Idén lesz az első női űrrepülés 50. évfordulója. Azóta 56 hölgy járt a világűrben, nem kevesen többször is. Kilenc nemzetet képviselnek, de a döntő többségük (45) amerikai, és a sokszoros űrrepülők is köztük találhatók. Tyereskova repülésének évfordulója alkalmából az emberes űrrepülésnek erről a száláról villantunk fel néhány képet.

1/a. Valentyina Tyereskova az eddig a világűrben járt 56 nő közül az első. Fél évszázaddal ezelőtt, 1963. június 16-án a Vosztok-6 fedélzetén indult csaknem 3 napig tartó repülésére, amely során 48-szor repülte körbe a Földet. Honfitársai közül csak két nő követte, egyikük szovjet, másikuk orosz színekben. (Forrás: en.wikipedia.org; NASA; www.spacefacts.de)

1/b. Az Egyesült Államok a Mercury, Gemini és Apollo programokat csak férfiak számára tartotta fenn. Nőket csak az űrrepülőgép fedélzetén küldtek a világűrbe. Az első amerikai űrhajósnoje, az asztrofizikus Sally Ride 1983. június 18-án indult kutató űrhajósnoje első űrrepülésére a Challenger fedélzetén. Második űrrepülésén, 1984-ben a magyar fejlesztésű Pille dózismérővel is végzett méréseket. Érdekes, hogy az első amerikai űrrepülőgép pontosan 20 évvel Gagarin után, az első amerikai nő csaknem pontosan 20 évvel Tyereskova után indult az űrbe. (Forrás: MTA EK, korábban MTA KFKI AEKI)

1/c. Kína a harmadik ország, amelyik űrhajósait saját űrhajóján, saját hordozórakétájával küldte a világűrbe. Az orosz példát követve ők is hamar nőket is kiképeztek űrhajósoknak. Liu Jang, a kínai néphadsereg vadászpilótája éppen 49 évvel Tyereskova után, 2012. június 16-án indult két társával csaknem kéthetes űrrepülésére a negyedik, űrhajósokat szállító kínai űrhajó, a Szencsou-9 fedélzetén. (Forrás: Wikipédia)

2/a. Újabb bő évtizedbe telt, mire a hölgyek az amerikai űrrepülőgép pilótájaként is kivívták az egyenjogúságot. Eileen Collins a légierő korábbi berepülő pilótája volt az első nő, aki pilótaként (1995 és 1997) repülhetett az űrrepülőgépen, majd kétszer (1999 és 2005) az űrrepülőgép parancsnokaként hajtott végre űrrepülést. A képen negyedik űrrepülése közben a Discovery fedélzetén a gép pilótájával, James M. Kellyvel a kanadai robotkar irányítópujtján dolgoznak. (Forrás: NASA)

2/b. Turistaként is eljutott már egy hölgy az űrbe. Az iráni-amerikai kettős állampolgár, az Egyesült Államokban élő Anousheh Ansari fizető utasként Szojuz űrhajóval látogathatta meg a Nemzetközi Űrállomást. Ansari volt a negyedik űrturista (és az első és eddig egyetlen fizető űrutazáson résztvevő nő) az ISS-en. A képen 2006. szeptemberében az űrhajóstársakkal együtt sajtótájékoztatót tartanak az ISS fedélzetén. A soknemzetiségű csapatban a háttérben két pólóban a német Thomas Reiter, az Európai Űrügynökség (ESA) tapasztalt űrhajósa lebeg. (Forrás: NASA)

3/a, 3/b (és esetleg 3/c). Interjúalanyunk (lásd 64. oldal) 1990 és 2001 között ötször járt a világűrben. Ugyanennyiszor további öt honfitársnoje, náluk többször egyetlen nő sem repült az űrben. Alkalma volt két űrállomást is meglátogatni. Negyedik repülése során az Atlantis az orosz Mir űrállomással kapcsolódott össze. Ötödik űrrepülésén 2001-ben a Discovery fedélzetén a még meglehetősen új Nemzetközi Űrállomás építésében vehetett részt, az STS-98 személyzete kapcsolta hozzá a Destiny amerikai kutatólaboratóriumot az ISS-hez. Képeink ezen a repülésen mutatják Marsha Ivinst. (Forrás: NASA)

4/a. Ritka pillanat az ISS fedélzetén: négy űrhajósnoje a fedélzetén. A Discovery űrrepülőgép 2010 áprilisában kapcsolódott az űrállomáshoz. A hölgyek a Földre legjobb kilátást nyújtó Cupola modulban gyűltek össze. Fekete pólóban Tracy Caldwell Dyson, az ISS állandó személyzetének tagja fogadta a kolléganőket. A két pólós hölgyek a Discoveryvel (STS-131) érkező látogatók. Dysontól az óramutató járása irányában Naoko Yamazaki, a Japán Nemzeti Űrügynökség (JAXA) űrhajósnoje, valamint az amerikai Dorothy Metcalf-Lindenburger és Stephanie Wilson, mindhárman az űrrepülőgép kutató űrhajósaik. Yamazaki volt japán második űrhajósnoje, az orvos Chiaki Mukai a 90-es években kétszer repült az amerikai űrrepülőgéppel. (Forrás: NASA)

4/b. Az Európai Űrügynökség űrhajóscsapatában is voltak/vannak hölgyek. A legutóbbi válogatáson több mint 10 000 jelentkező közül 6 űrhajósjelöltet választottak ki, köztük Samantha Cristoforetti, az olasz légierő mérnök-pilótanőjét. Cristoforetti 2014-ben a Nemzetközi Űrállomás 42/43. személyzetének tagjaként fél éves űrrepülésen vesz részt. A képen a súlytalanságot szimuláló víz alatti kiképzésen vesz részt (fehér szkaferdében). (Forrás: ESA)

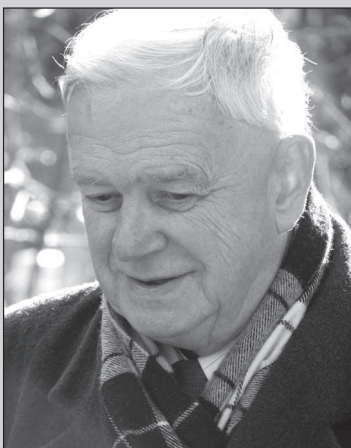
Összeállította: BOTH ELŐD

Búcsúzunk Pálmay Lóránttól

Újabb nagy tanáregyéniségtől búcsúzott a magyar matematikusok családja. 2012. december 19-én, életének 84. esztendejében elhunyt Pálmay Lóránt, aki egykoron az ELTE TTK Geometriai Tanszékén Hajós György adjunktusa volt, majd nyugdíjba vonulásáig a Fővárosi Pedagógiai Intézet vezető szaktanácsadója, egyetemi jegyzetek, kiváló középiskolai tankönyvek társszerzője.

„Emberi magatartásával a tanári hivatás megbecsülésére, a matematika szeretetére, a tanítás, a tehetséggondozás tiszteletére nevelt munkáján keresztül” – így méltatták Őt a Rátz Tanár Úr Életműdíj átadásakor, 2002-ben.

A Természet Világa diák-cikkpályázatán évekig vezette a Martin Gardner matemati-



kai különdíj bíráló bizottságát. Még sokáig emlékezni fogunk a fiatalokat bátorító értékeléseire, kedvesen elismerő szavaira, szelíden eligazító bírálataira.

2013. január 9-én helyezték Pálmay Lórántot örök nyugalomra a Farkasréti temetőben, sok százan kísérték végső útjára.

Most következő összeállításunkban Katona Gyula akadémikusnak, a Bolyai János Matematikai Társulat elnökének és Somfai Zsuzsának, a BJMT Oktatási Szakosztálya alelnökének búcsúztató beszédét közöljük, majd a Pálmay Lóránttal készített hosszabb beszélgetés egy részletével, végül szeretett professzorára, Hajós Györgyre emlékező szavaival idézzük meg a legendás matematikatanár emlékét.

Pálmay Lóránt temetésére

A Bolyai János Matematikai Társulat nevében búcsúzom társulatunk alelnökétől, Pálmay Lóránttól, tagjaink matematikusok és tanárok nevében.

53 éve találkoztam vele először. Geometria gyakorlatot vezetett a szigorú Hajós-tanszéken, mosolygósan, nagy megértéssel. Látszott, hogy szerette a tárgyat, és sikerült nekünk is megmutatnia a szépségeit. Kiemelkedett gyakorlatvezetőink közül. Nekem ő máig is Pálmay tanár úr. Bár később fő **tevékenysége másfelé** **ka**nyarodott, mostanáig tartott előadásokat az Eötvös Loránd Tudományegyetemen.

A 2011–12-es tanévben – a rá jellemző – Geometriai érdekességek címmel. Mivel már egyetemista korában elkezdett gyakorlatokat vezetni, összesen 63 évig tanított az egyetemen.

1976-ban a Fővárosi Pedagógia Intézetbe került át, ahol – nyugdíjazásáig – 1999-ig dolgozott, előbb mint vezető szakfelügyelő, majd szaktanácsadó. Ő fogta össze, felügyelte a speciális matematika osztályok tanárainak munkáját. A Nemzeti Alaptanterv eredeti kidolgozásában ő vezette a matematika műveltségterületének munkálatait, és a kerettanterv matematika részé-

nek kidolgozását. De a gyakorlatból is ismerte a középiskolai munkát. 21 évig tanított a Szent László Gimnáziumban, ahol valaha érettségizett, de később is vezetett szakkört. Emellett tanított a Fazekas Mihály és a Fáy András Gimnáziumokban is. Sok tankönyvet, feladatgyűjteményt írt.

A Bolyai János Matematikai Társulatnak 60 évig volt tagja. Nehéz még felsorolni is, mennyi feladatot vállalt és végzett el ott is kitűnően. 1972 és 1993 között a Társulat dunántúli titkára, 2006-tól haláláig a Társulat budapesti alelnöke (így a Társulat elnökségének és Választ-

Sok százan kísérték utolsó útjára



mányának tagja). A következő bizottságoknak volt tagja: Oktatási bizottság, Kürschák versenybizottság, a **Beke Manó** Emlékdíj bizottság tagja, 2008-tól haláláig elnöke, az Ericsson bizottságnak 1999-es megalakításától elnöke, a Rátz Tanár Úr Életműdíj bizottság tagja 2003-tól, 2004-től haláláig elnöke. Társulatunk munkájának egyik oszlopa volt. **Munkabírása** hihetetlen volt. Nyugdíjas korában is 12 órát dolgozott. És mindezt jókedvűen, mosolygósan. Nyugodt, bölcs hozzászólásai mindig valami fontos dologra hívták fel a figyelmet.

A középiskolai matematikaoktatás és

tehetségkiválasztás minden lehetséges területén dolgozott, hatalmasat és nagyszerűt alkotott.

Társulatunk és a társadalom megpróbálta kitüntetésekkel kifejezni háláját ezért a tehetséges, szenvedélyes munkáért. A Társulat **Beke Manó-díját** először 1963 nyerte el, majd 1980-ban a kiemelt Beke-díjat ítelték neki. A tanári munka legnagyobb elismerését, a Rátz Tanár Úr Életműdíjat 2002-ben kapta. De elnyerte az Apáczai Csere János- és a Trefort Ágoston-díjat is.

Magyarország bővelkedik matematikai tehetségekben. Sok nálunk a csodagyerek. Ennek titka az, hogy ilyen csodataná-

rok vannak, mint Pálmay tanár úr volt. Az erős tanáregyenlőségek gyakran családjukban is példát tudnak mutatni. Gyermekük, unokáik megszeretik a nagy előd hivatását. Ez történt az ő esetében is. Olyan szerencsém volt, hogy taníthattam az egyetemen lányát, Piroskát, aki azóta maga is kitűnő tanár, nemrég pedig kiderült, hogy az egyetemi szemináriumomra járó tehetséges fiatal matematikus, Nagy Zoltán az ő unokája.

De most már az angyalok ismerkednek a geometria szépségeivel. Pálmay tanár úr, mindent köszönünk, Isten veled!

KATONA GYULA

Búcsúszavak

Tisztelt Gyászolók, kedves Tanár Úr, drága Lóránt!

A valamikor volt FPI-s kollégáknak és mindazoknak a nevében szólok, akiknek – hozzád hasonlóan – nagyon fontos a magyar matematikai nevelés ügye. Sok-sok tanító, tanár, szaktanácsadó és egyetemi oktató kolléga búcsúját próbálom megfogalmazni.

Shakespeare azt mondatja Antoniuusszal Julius Caesar temetésén, hogy „temetni jöttem Caesart, nem dicsérni” – én ennek az ellenkezőjére töreksem. **A búcsú pillanataiban** szeretném felidézni Pálmay tanár úr alakját, tehát dicsérni fogom szeretettel, barátsággal.

Drága Lóránt! Amikor a halálhíred utáni dermedt szomorúság valamelyest felengedett, nagyon sokat beszélgettünk arról, kinek mi jutott leghamarabb eszébe Veled kapcsolatban. Ezekből a beszélgetésekből fogok majdnem szó szerint idézni mondatokat, amelyek megpróbálják visszaadni azt, amit nekünk jelentettél, jelentesz. Következzenek tehát a mondatok!

„A magyar matematikatanítás egyik, talán utolsó nagy mogulja volt.”

„Mindig szelíden, de megingathatatlanul képviselte a matematikatanítással kapcsolatos álláspontját.”

„Az egyik legjobb és legtisztább ember, akit valaha ismertem.”

„Nagyon sokat tanultam tőle geometriából, de azt, hogy észrevette, hogy segítségre szorulok és vállalta, hogy felnőtte és értelmiségivé válásomban emberileg a támaszom legyen, soha nem tudtam eléggé meghálálni.”

„Nagyon jó társ volt a magyar és a matematika megbonthatatlan barátságának kiépítésében és ápolásában.”



Somfai Zsuzsa búcsúztatja kedves tanárát (Staar Gyula felvételei)

„Amikor látogatta az órát, a kritikai megjegyzéseket is úgy fogalmazta meg, hogy abból megbecsülés áradt és szinte dicséretnek tudtam érezni.”

„Az elmúlt évtizedekben nem volt olyan fontos eseménye a matematikatanításnak, amiben nem volt aktív résztvevő. Lehetett ez NAT, tanterv, bizottsági munka, vagy módszertani kísérlet.”

„A versenyekre javasolt szép feladatainak a megoldása, a dolgozatjavításai szinte hihetetlen precizitással, gondossággal készültek. Mindenben a pontosság mintaképe volt.”

„Szerintem soha nem mondott senkiről se rosszat, mindenkiben – tanítványban, kollégában, szinte bárki idegenben – a jót látta, és ezzel egy kicsit tényleg jobbá lett mindenki a közelében.”

„Érdekes, szép előadásokat, továbbképzéseket hallottam tőle; a matematika, a diákok és a tanárok szeretete hatotta át a szavait.”

„Felnőtt koromban arra törekedtem, hogy olyan légkörű családom legyen, amilyenek a történetek alapján a Pálmay családot elképzeltem.”

„Ha bármilyen szakmai feladatot kaptam, amikor megbeszélhettem az ötleteimet a Tanár úrral, már biztonságban éreztem magam.”

A felsorolásban utolsónak a saját gondolatomat mondom el: „Nagyon jó volt a tanítványodnak, a beosztottadnak, végül felkérésedre, biztatásodra a főnöködnek lennem, de a legnagyobb értéknek azt érzem, hogy a barátod lehettem.”

Az előbbi mondatokból – mint egy ka-

leidoszkóp darabkáiból – egy beteljesedett, értékes életpálya és egy nagyszerű ember arca rajzolódik ki. Remélem, az idézett mondatok között mindenki megtalálta a saját Pálmay Lórántját.

Drága Lóránt!

A biztonságérzet, amit tudásoddal, emberségeddel nyújtottál, új formában

fog továbbélni: egymásnak tesszük fel a kérdéseinket, és megbeszéljük, mit mondott volna erről Pálmay Lóránt. Így maradsz közöttünk, élsz bennünk, velünk továbbra is.

Ezért arra biztatok minden jelenlevőt, hogy a szomorúság mellett csináljon helyet a szívében az örömeink is. Örülünk

annak, hogy Pálmay Lóránt része volt az életünknek, tanulhattunk Tőle, dolgozhatunk Vele, a barátai lehettünk, és így mi is részeseivé váltunk az Ő szakmai és privát életének. Köszönjük mindezt Neked, drága Lóránt! Nyugodj békében!

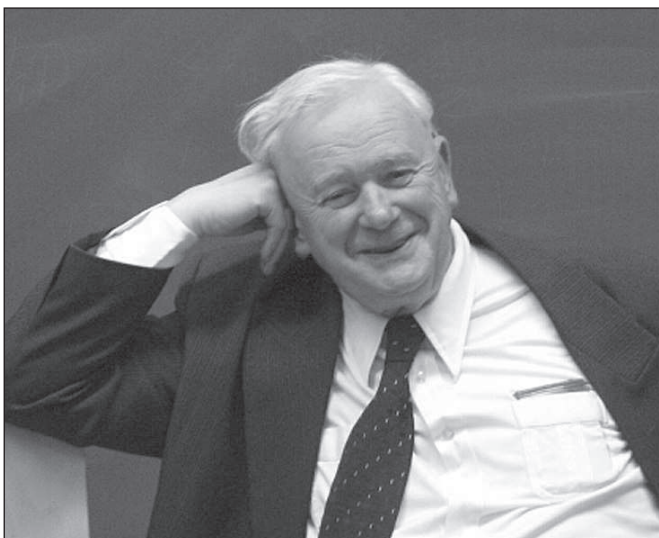
SOMFAI ZSUZSA

Szerettem tanítani Beszélgetés Pálmay Lóránttal

A 2004–2005-ös tanév tavaszán az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karának Főiskolai matematika tanszéke, tanárképzési szeminárium keretében beszélgetéseket szervezett neves matematikatanárokkal. A beszélgetéseket Gordon Győri János és Munkácsy Katalin vezette, a jelen lévő matematikatanár-szakos hallgatók is aktívan részt vehettek abban, ők is feltehették kérdéseiket. Az interjúkat magnóra rögzítették, azokat a hallgatók leírták, a kéziratot az interjúalanyok és

Halmos Mária tömörítette, rendezte sajtó alá. A Pálmay Lóránttal készített beszélgetés rövidített és továbbszerkesztett változatát az alábbiakban olvashatják.

Az interjú bővebb változatát olvasóink a Gondolat Kiadó által 2007-ben megjelentetett, A matematikatanítás mestersége című kötetben találhatják meg (szerkesztők: Gordon Győri János – Halmos Mária – Munkácsy Katalin – Pálfalvi Józsefné).



– 1929-ben születtem. Édesapám polgári iskolai tanár volt, földrajz-történelem szakos. A Százados úti Polgáriban tanított, de nemcsak földrajzot és történelmet, hanem magyart és németet is. Hárman vagyunk testvérek, én a legidősebb. Az első tíz évemre nagyon szívesen emlékszem vissza. Jó családi légkörben nőttünk fel. Az első tíz évet említettem, mert sajnos édesapám 11 éves koromban, 1941 februárjában, 42 évesen, egészen hirtelen meghalt.

Az elemi iskolát a kőbányai Kápolna téri Elemi Iskolában kezdtem. Az első évet végül is magánúton fejeztem be, mert októberben diftériát kaptam, és karácsonyig beteg voltam. A középiskolát a Szent László Gimnáziumban kezdtem, egy 56-os létszámú fiúosztályban. Nagyon jó tanárokat kaptunk. Csák Máté latint, később magyart is tanított nekünk a felsőben. Nagy hatással volt ránk, úgyhogy én sokáig úgy gondoltam, hogy magyar–latin szakos tanár leszek. Frenyó Lajos, úgy hiszem, Losoncra átkerült szlovák származású tanár volt. Matematikát és fizikát tanított. Szigorú, de kimondottan jó tanárnak ismertük meg.

A második gimnáziumi év második felétől már nem élt az édesapám. Édesanyám sokat betegeskedett, aztán később kiderült, hogy a hipofízis mirigyével van probléma.

Annak idején ezt nem tudták gyógyítani. Nem dolgozhatott, a tanári nyugdíj pedig alacsony volt. Nehezen éltünk. 1947 júniusában aztán édesanyám is meghalt. Hárman árván maradtunk, én 17 éves voltam, az egyik húgom 15, a másik pedig 13 éves.

1944 decemberében a katonaiskola kivitt Németországba. Előbb cseh, majd amerikai, végül orosz hadifogságba kerültem. Innét szerencsémre egy betegség miatt 1945. őszén hazaküldtek. Szeptember 5-ére kerültem haza. Ezután jelentkeztem újra a Szent László Gimnáziumba, ahol bejárhattam a hatodik osztályba, az ötödikből pedig november végén vizsgát kellett tennem. Ez nem bizonyult könnyűnek, de jól teljesítettem. Persze, tanári jóindulat is kellett hozzá. Három évben keresztül aztán egy kiváló tanár, Vályi Péter tanította a matematikát és a fizikát. Matematikából nagyon jó voltam, sokszor én magyaráztam a társaimnak is.

1947-től, édesanyám halála után kezdtem magántanítványokkal foglalkozni. Először osztálytársaimnak latint, németet, matematikát tanítottam. Szívesen is tettem, és jól jött, hogy valamit kaptam érte, például ebédet vagy néhány forintot. Mindez sokat jelentett, mert nagyon nehéz helyzetben voltunk a húgaimmal.

Nagyon szerettem tanítani. Élveztem például a verselemzést vagy a latintanítást, de úgy éreztem, hogy legjobban a matematikát tudom elmagyarázni.

1948-ban érettségiztem, de még nem döntöttem el, hogy magyar–latinra vagy matematika–fizikára menjek tovább. Legszívesebben magyar–matematikára vagy latin–matematikára jelentkeztem volna, ha olyan szak lett volna. A fizikában a matematikai részekkel könnyen boldogultam, de a technikai területen nem voltam túl jó (később az egyetemen is az elméleti fizikát szerettem, a kísérleti fizikát kevésbé). De nem lehetett a matematikához például kémiaát sem választani. Pedig a kémiaát jól tudtam, mivel olyan tanárom volt (Kiss Árpád), aki már az egyetemi anyag egy részét is megtanította nekünk.

Ez volt az utolsó év, amikor nem volt felvételi vizsga az egyetemen. Végül ma-



Húgaival

tematika-fizika szakra jelentkeztem a Pázmány Péter Tudományegyetemre (ma Eötvös Loránd Tudományegyetem, ELTE).

– *Hogyan teltek az egyetemi évei? Voltak olyan tanárai az egyetemen, akik nagy hatással voltak önre? Kiktől lehetett a tanári pályájára is átvihető tudást vagy mentalitást tanulni?*

– Matematika-fizika tanári szakra jártam 1948-tól 1952-ig. Kiváló egyéniségek tanítottak az egyetemen, és igen nagy hatással voltak rám. Különböző módon tanítottak, és ez éppen jó is volt. Hajós Györgyöt külön kiemelem, mert neki sok mindent köszönhetek. Évekig az ő tanszékén tanítottam. Nagyszerű előadó volt.

Első évben a geometriát Fejes Tóth László tanította. Tudós létére, ha nagyobb társaság előtt kellett előadnia, kicsit mindig zavarban volt. Turán Páltól igazán sokat lehetett tanulni. Az előadását úgy építette föl, hogy amikor valamit be akart bizonyítani, azt mondta, hogy ehhez ezt kellene tudni, de ahhoz, hogy ezt tudjuk, meg azt kellene tudni, és így ment visszafelé. Ez roppant érdekes módszer, az ember agyát jól megmozgatta, de nem volt könnyű jegyzetelni. Turán előadásai után általában otthon még aznap vagy másnap mindig ártírtam a jegyzetemet. A jobb diákok szerették Turán előadásait, mert gondolkodásfejlesztők voltak.

Rényi Alfréd valószínűség előadásaiból sokat lehetett tanulni. Surányi János matematika-módszertant és elemi matematikát tanított. Néha kissé elkalandozott, ezért is ugyancsak érdekesek voltak az előadásai. Különbösen is, a módszertanban könnyen elkalandozik az ember, mert az önmagában is érdekes, hogy egy valamiről mi minden

juthat az ember eszébe.

A legtöbbet kétségtelenül Hajós Györgytől tanultam, aki másodévtől geometriát meg numerikus és grafikus módszereket (közelítő számítások módszereit, más néven numerikus analízist) tanított. Ő, mint már említettem, kiváló előadó volt. Hajós nem „lebontotta” az anyagot, mint Turán, hanem felépítette, végül teljesen tiszta épület lett, csodálatos táblaképpel. (Középiskolában nem lehet sem az egyik, sem a másik módszert tisztán alkalmazni, ezt a későbbiekben tapasztaltam.) Hajós nagyon figyelt arra is, hogy értik-e vagy nem, amit mond. Nagy hallgatóságának tartott előadásokat, a hatos teremben vagy a Gölyavárban. Figyelte a hallgatókat, és ha látta, hogy egy kicsit lankad a figyelem, akkor bedobott valami matematikátörténeti dolgot, mondjuk elkezdett Bolyairól mesélni. Tehát inkább egy kicsit megszakította az előadás menetét, de fontosnak tartotta, hogy tudják őt követni. És világosan, nagyon világosan beszélt. Fejéből adott elő. Azt hihette az ember, hogy csak úgy mondja a dolgokat, és nem is készült, de aztán, ha néha valahol elakadt, benyúlt a zsebébe, előszedett egy kis cédulát, ami kisegítette.

Kárteszi Ferenc is sokat nyújtott nekünk Ő tanította az ábrázoló geometriát, és jó módszertanos is volt. Nem mindenki szerette, de ez más kérdés.

Fizikából legrzívesebben Vermes Miklósról, Muki bácsira emlékszem. A fizika módszertant tanította. Tőle nagyon sokat tanultam. Novobátczy Károly törekedett arra, hogy a nehéz elméleti fizikát mindenki megértse. Mint fiatal ember Marx Györgytől relativitáselméletet tanultam. Rá is mint jó előadóra emlékszem.

Harmadéves koromban Hajós felkért, hogy vezessek gyakorlatot numerikus és grafikus módszerekből, ez gyakorlati jellegű tárgy, amit a matematika-fizika szakon ő vezetett be (a műszaki egyetemen volt előzőleg adjunktus, és onnan hozta át). Itt szükség van a jó számolási készségre. Hajós nagyon jól tudott számolni, föltehetőleg azért is kedvelte ezt a tárgyat. Én is gyorsan és jól számoltam, és szerettem is. Szívesen tanítottam ezt a tárgyat, és érdekelt is. (Akkor kevésbé szerettek számolni, nemigen kedvelték ezt a tárgyat.) Abban az időben nem volt zsebszámológép, lozarlécet tologattunk, vagy később a me-



Cóger öltözékben. A III. és IV. gimnáziumi osztályt Kőszegen végezte – nem jószántából – a katonaiskolában

chanikus „triumphator” nevű számológéppel dolgoztunk. Később analízis gyakorlatot is vezettem.

Ebben az évben ismertem meg későbbi feleségemet, Ildikót, ő tanítványom volt az egyetemen.

Azokban az években, a nagy tanárihiány miatt, egy ideig négyéves volt a matematika-fizika tanárszak. Ötödévben már dolgoztunk, és nem volt államvizsga. Az ötödik év végén szakmódszertani és pedagógia-vizsgát tettünk, ezután kaptuk meg a diplomát. Külön érdekesség, hogy tanítá-

si gyakorlatban nem vettem részt. Többünket, akik már harmad- vagy negyedéves korunktól demonstrátorok voltunk (gyakorlatot vezetünk) az egyetemen, fölmentettek a középiskolai gyakorlattól. Egyszer-egyszer kimentem megnézni, hogyan tanít valamilyik társam, vagy részt vettem a Veres Pálné Gimnáziumban egy megbeszélésen, de mint gyakorló tanárjelölt nem találkoztam vezetőtanárokkal. Hajós óráira viszont bejártam. Hajós a tanársegédeitől, gyakorlatvezetőitől elvárta, hogy ott legyenek az ő előadásain és a vizsgáin is.

1952-ben végeztem az egyetemen. Hajós fölajánlotta, hogy ott maradhatok mellette tanársegédnek 1952 nyarától, vagy pedig, mivel látja, hogy érdekelnek a numerikus és grafikus módszerek, és neki a Matematikai Kutató Intézetben a numerikus és grafikus módszerek osztályán van egy betöltetlen állása, oda is mehetnék. Erre azt válaszoltam, hogy nagy megtiszteltetés lenne, ha mellette maradhatnék. Vagy ha nem, akkor középiskolában szeretnék tanítani. Akkor is sok minden érdekelt, nem csak a matematika, de elsősorban az foglalkoztatott, hogy a tanítványokból hogyan és mit tud az ember kihozni. Így aztán egyetemi tanársegéd lettem Hajós geometria tanszékén.

1955-től középiskolában is tanítottam. Hálás vagyok Hajósnak, hogy a tanszéki munkám mellett erre lehetőséget adott. Látta, hogy mennyire érdekel a középiskolai tanítás, és azt mondta, hogy legalább lesz valaki a tanszéken, aki tudja, mi van a középiskolában.

A Szent László Gimnáziumban először egy fiatal tanámöt helyettesítettem, aki skarlátot kapott. Két lányosztályban tanítottam (akkor még nem voltak koedukált osztályok). A húsvéti szünet előtt kezdtem, és év végig tanítottam a két osztályt. Ettől kezdve rendszeresen tanítottam a Lászlóban. 1957-ben nem tudtak adni osztályt, én viszont nagyon akartam tanítani. Ekkor a Fáy András Gimnáziumban kaptam egy osztályt. Ott két éven át, 1959-ig tanítottam. 1958-ban szólott Fekete József, a Szent László Gimnázium igazgatója, hogy most már tud adni osztályt, menjek vissza. Viszont akkor már a Fáyt nem hagyhattam ott, hiszen érettségi előtt állt az osztályom, így aztán „háromszögelttem“ (az egyetem mellett két gimnáziumban tanítottam). Később, 1965-ben a Fazekas Gimnáziumban az első speciális matematika tagozatos osztályt (Lovászékát) is tanítottam egy félévig.

1963-tól tankönyvet írtunk Horvay Katalinnal. 1964–1965-ben ezt a tankönyvet néhány kísérleti osztályban kipróbálták, és aztán 1966-ban vezették be. A harmadikos (a mai 11.-es) tankönyv írásába Czapáry Endre is bekapcsolódott, a negyedikesébe pedig még Gyapjas Feri is a kombinatorikával és a valószínűségszámítással.

– *Miért kellett bevezetni a 60-as évektől a számtan és mértan helyett a matematikát*

az iskolákban? Miért került be a tananyagba például a matematikai logika, a kombinatorika vagy a halmazok?

– Az első Szputnyik fellövése után, a matematika fontosságát fölbecsülve, nyugaton elindult az „új matematika“ („new math“) mozgalom. Ennek hatására indi-



A VII. gimnazista osztályában, Bodócs István osztályfőnökükkel (Szent László Gimnázium)

totta el 1962-ben Magyarországon Varga Tamás a „komplex matematikatanítási kísérletet”. Varga Tamás a nyugati elképzeléseket igen megszelídítve vette át, saját elgondolásai szerint át is alakította, ami aztán vissza is hatott a nyugati kísérletekre, például az olaszokéra.

Varga Tamás szerint kisgyerekeknek is lehet új témákat tanítani, csak ezt játékosan kell tenni. A tanítóknak szóló kézikönyvekben, továbbképző anyagokban, majd a megjelent munkalapokban és tankönyvekben sok példát láthatunk arra, hogyan lehet kisgyerekeknek kombinatorikát, halmazokat, matematikai logikát, függvényeket stb. az érdeklődésüket fölkelte tanítani. Tanítási eszközöket is ajánlott a kisgyerekek tanításához, például a térszemlélet fejlesztéséhez a *Babylon* nevű építőjátékot vagy a számrendszerek tanításához a *Dienes-készletet*.

Akadtak, akik azzal támadták Varga Tamást, hogy el akarja törölni a számolás tanítását. Erről szó sem volt. Csupán nem csak számolást akart az alsó tagozatban tanítani.

A Varga Tamás elképzelése szerint fölépített és általa irányított komplex matematikatanítási kísérlet a felsőbb osztályokba is eljutott. Szerintem még sokkal tovább is kellett volna folytatni a kísérletet, de az akkori oktatáspolitikát ezt nem támogatta, mindenképpen végleges új tantervet akartak bevezetni.

A 60-as évek közepétől más matematikatanítási kísérletek is elkezdődtek. Az akkori Művelődésügyi Minisztérium emerei szerint tarthatatlan állapot volt, hogy a szakfelügyelő az egyik osztályban teljesen mást látott, mint a másikban, mert így az igazgató nem tudhatta megfelelően el-

lenőrizni a tanárok munkáját. Ezért hozták létre az 1968-tól 1972-ig működő ún. Szendrei-bizottságot, Szendrei János szegedi matematikus (főiskolai tanár) vezetésével. Ennek a bizottságnak volt a feladata, hogy a 60-as években folyó matematikatanítási kísérletek alapján javaslatot tegyen egy új tantervre. (Én azért kerültem be a bizottságba, mert új szellemű középiskolai tankönyvet írtam Horvay Katalinnal, és tanítási tapasztalatom is volt, így alkalmasnak ítélték arra, hogy lássam az alulról építkezést). A Szendrei-bizottság több kísérletet is megnézett. Volt egy NDK-s oktatási módszer mintájára folytatott kísérlet, amit Ungvári tanár úr irányított a Budapesti Tanítóképző Gyakorlóiskolájában, az Arany János 12 évfolyamos iskolában pedig Lénárd Ferenc pszichológus vezetett matematikai-pszichológia tanítási kísérletet.

A bizottság javaslata alapján a Varga Tamás-féle kísérlet vette alapul az új tanterv. 1978 szeptemberétől a komplex matematikatanítási kísérlet alapján kialakított új tantervet minden iskolában bevezették, vagyis 1978. szeptember elsejétől minden első osztályban eszerint kellett tanítani. Ez nagy hiba volt, az új elképzelést szerintem még sokáig, talán az ezredfordulóig kellett volna érlelni. A tanítók és felsős matematikatanárok nem kis részének ez nehéz volt. 1985-re már kiderült, hogy az 1978-ban bevezetett új tanterven változtatni kell. A

hozzá készült tankönyvek helyett javaslatok születtek más könyvekre, amelyeket aztán be is vezettek.

Az 1978-as új tanterv bevezetése előtt a komplex matematikatanítási kísérletben részt vevő tanárok alaposan megtervezett továbbképzésen vettek részt. Ezeknek a szervezésében lényeges szerepe volt az Országos Pedagógiai Intézetben Varga Tamással együtt dolgozó Pálfi Sanyi bácsinak, aki különösen a felsős tanárok körében nagyszerűen tudta népszerűsíteni a kísérletet. Ő eredetileg tanító volt, és utána elvégezte a tanárképző főiskolát. Én vele is dolgoztam együtt, amikor például a Szendrei-bizottság számára írtunk anyagokat.

A továbbképzéseket kellett volna folytatni, és továbbra is csak megfelelően fölkészített tanároknak kellett volna a Varga Tamás-féle nagyon új, és matematikailag nagyon igényes elképzelés szerint tanítaniuk. Az országos bevezetés ezt nem tette lehetővé.

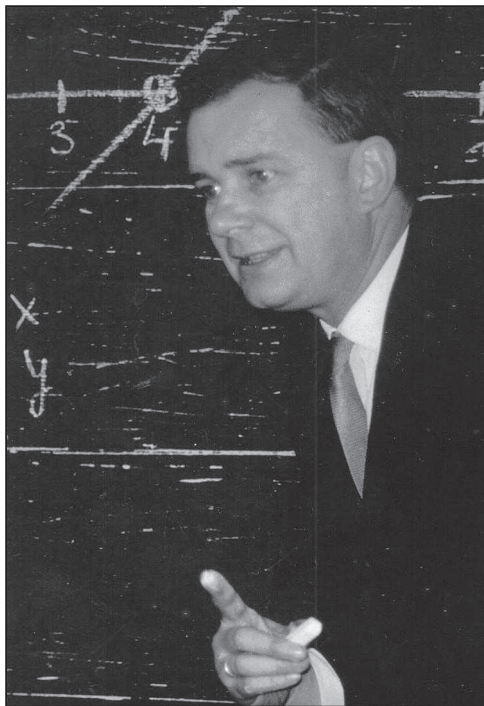
Azonban a matematikaanyag tartalmát illetően sok minden megmaradt az eredeti elképzelésből, és így is nagyon sok tanár szemlélete pozitívan változott: a kísérletek hatására a teljesen prelegáló és kérdve kifejtő tanítási módszert sok helyen váltotta föl a tanulók aktivitására építő tanítás.

– *A matematikatanítással foglalkozók által sokat emlegetett, első kiadásban 1949-ben megjelent Gallai Tibor–Péter Rózsa-féle tankönyvnek sikerült áttörést eredményeznie?*

– Ez az egyik legjobb tankönyv, amit valaha is írtak, de nagyon nehéznek bizonyult. Nem a diákoknak, hanem a tanároknak. Ezért csak nagyon rövid ideig használták, de a magyar matematikatanítás további fejlődése szempontjából meghatározó volt. Közvetlenül vagy közvetve minden utána jövő tankönyvíró merített a szelleméből, meg a matematikai és a módszertani ötleteiből. Nekem is megvannak ezek a könyvek, és sokszor használtam is őket. Ebben a könyvben igyekeztek megvalósítani azt, hogy lehetőleg valami problémából kiindulva (az lehet gyakorlati vagy matematikai is) a gyerekek érdeklődését fölkelte vezessék be az új fogalmakat, gondolatokat. Persze, nem úgy, hogy van egy bevezető feladat, és két hónap múlva jutunk el a probléma megoldásához, amikor már nem is emlékszik a gyerek a bevezető feladatra. De nemcsak ez a könyv volt nagy hatással sokunkra, hanem Péter Rózsa, Surányi János, Varga Tamás pedagógiai elképzelése is. A prelegáló tanítás helyett a gyerekek aktivitására építő tanítást sugalmazták.

Én magam is sokat változtattam a tanítási stílusomon az évek folyamán. Az

egyetemi gyakorlatvezetés nagyon más, mint a középiskolai tanítás. Első időkből arra helyeztem a hangsúlyt a középiskolában is, hogy jól tudok magyarázni, és a gyerekeket nemigen vontam be a munkába. Így kevésbé aktivizálja az ember a diákokat; jól értették, amit magyaráztam, türelmes voltam, ha szóltak, hogy valamit nem értenek, akkor újra és újra elmond-



A fiatal tanár geometriát tanít

am, és így is jól megvoltunk. Bizonyos idő kellett, mire rájöttem, ha kevesebbet is végzek, hasznosabb, ha lehetőséget adok arra is, hogy ők maguk próbáljanak felfedezéseket tenni, ahelyett, hogy mindent elmagyaráznék. Ezért aztán a középiskolában örültem a dupla óráknak, mert ha a heti négy vagy öt matekórából volt egyszer dupla óra, meg tudtam tenni azt, hogy az első órán felírtam feladatokat, utána meg járkáltam közöttük, és hagytam, hogy dolgozzanak.

Még Péter Rózsa is élt, amikor Surányi János vezetésével a Bolyai Társulat felkérésére a Matematikai Kutatóintézetben hetente egyszer 10–20, az újítás iránt érdeklődő matematikatanárral az általános iskolai komplex matematikatanítási kísérlet középiskolai folytatásán elkezdtünk dolgozni. Ebben a munkában Péter Rózsa tevékenyen vett részt. Ennek eredményeképpen középiskolában használható többféle könyvsorozat is született. Az egyik, a Bartal–Pálfalvi-féle munkatankönyv-sorozat a 70-es évek végén készült. Jól felépítésű tankönyv, sok szép feladattal.

Lektoráltam is ezeket a könyveket. Azt hiányosságoknak tartottam, hogy nem minden tudnivalót közöltek a könyvben – bár a végén levő kislexikonban megtalálhatók a fontosabbak – azon elképzelés alapján, hogy így majd a gyerek mindent maga fog fölfedezni. Azt a veszélyt is láttam, hogy ha a meghatározások, tételek, bizonyítások megfogalmazását mind a gyerekre bizzuk, az könnyen vezethet oda, hogy számságokat fogalmaz meg, és azt is tanulja meg. Aztán néhány év múlva egy új és jó felépítésű tankönyvsorozat (a szegedi Hajnal Imre-féle tankönyvsorozat) kiszorította a forgalomból ezeket a könyveket.

– *A matematikatanításról beszélgetve elérkeztünk napjainkhoz, és lassan kipillanthatunk a jövőre is. Fölidézve sok évtizedes szakmai tapasztalatait, milyen tanácsokat adna mai és leendő matematikatanároknak?*

– Tanároknak, leendő tanároknak szoktam mondani, hogy az egyetemen hallgatók vannak, de ti ne csináljatok hallgatót a diákból. Próbáljatok úgy tanítani, hogy minél több lehetőséget adjatok a gyerekeknek a felfedezésekre. Nem lehet mindenre rájönni, ez időben sem megy, és nem is mindenki alkalmas erre, de lehetőséget kell adni, meg kell teremteni a feltételeit. Igaz, hogy így lassabban lehet haladni, de jobban megmarad a gyerekekben. Az egyetemen ez nem nagyon megy. Ott le kell adni a nagy anyagot.

Nagyon fontos a matematika tanításában a gondolkodás és a problémamegoldó képesség fejlesztése, és a matematika megszerettetése. Ezt a nagy magyar matematikapedagógusok kivétel nélkül fontosnak tartották és tartják.

Még megemlítem azt a néhány dolgot, amit leendő tanárhallgatóimnak is el szoktam mondani az utolsó órán. Ezek nemcsak matematikatanároknak szólnak, hanem minden leendő tanárnak. Lényeges, hogy a pedagógus fontosnak tartsa és szeresse a tanítványait, és ezt érezték is a gyerekek. Legyen ideje meghallgatni őket, nemcsak az órán, hanem órán kívül is. Ha osztályfőnök, akkor ez különösen fontos. Én osztályfőnök nem voltam, csak osztályfőnök-helyettes. Kirándulni nem egyszer elmentem az osztálylyal vagy a feleségem, Ildikó osztályával. Ő szintén a Szent László Gimnáziumban tanított, és folyamatosan osztályfőnök is volt. Tehát meg kell hallgatni, hogy milyen gondjaik, problémáik vannak. Érezzék azt, hogy fontosak a tanárnak. Ez alapvető dolog! Kártszitól hallottam a következő Piaget-idézetet: „Amikor matematikát tanítotok Jancsinak, akkor ne csak a matematikára gondoljatok, hanem Jancsira is!”

Fontos, hogy a diák érezze: szereti a tanárt a tantárgyát. Persze nem elég szeretni, tudni is kell! A tudományok fejlődnek, a matematika is, ezért a tanárnak folytonosan képeznie kell magát.

Úgy láttam a középiskolai tanítás során, hogyha a tanulók is elég aktívak az órán, akkor a tanítványoktól sokszor sokat tanulhat a tanár. Ezt nem szabad titkolni. Mindig készítettem óravázlatot, még ma is. Mindig újra átnéztem mindent, úgy megyek be az órára, hogy előzőleg minden feladatot megoldok, de ez nem jelenti azt, hogy az órán soha nem rotottam el a megoldást. Az a jó, ha ilyenkor a gyerekek észreveszik a hibát. Aztán az is előfordul, hogy a gyerek szebb megoldást készít, mint amire én gondoltam. Általában a jó tanulók veszik észre, ha hibázik az ember, általában ők hozzák a különösen szép megoldásokat is. Nekik nem különösebben érdekes, hogy kapnak egy ötöst, úgyis tömve vannak ötösökkel. De ha ilyenkor látják, hogy valóban örülök az ügyességüknek, az nagyon jó hatással van a gyerekekre. Ilyeneket szoktam

megnyilvánulásaira. A pszichológusok véleménye is megerősítette ezt a nézetemet.

1955-től vagy 1956-tól állandó kapcsolatomban volt a vezetőtanárokkal. Így a végzős hallgatók óráit rendszeresen látogattam. Mindig igyekeztem megkeresni azt, ami jó volt az órájukban, mert fontosnak tartottam, hogy minél többen menjenek tanárnak az egyetem után. Természetesen meg kell mondani azt is, amit másképpen kellene csinálni, csak ezt nagyon körültekintően, finoman kell tenni. Például: „Nem gondolt-e arra, hogy így vagy úgy is lehetett volna?” Az okos azonnal megérti, mire gondoltam.

Nagyon fontosnak tartanám, hogy az iskolákban minden kezdő tanár mellett legyen egy mentor, akihez oda lehet menni, akitől szakmai, módszertani dolgokat kérdezhet a kezdő tanár, de aki nem erőszakolja rá másokra a saját elképzeléseit (az olyan tanároktól félttem a fiatalokat). A negyed- vagy ötödéveseknek szoktam mondani, hogy biztos sokat visznek magukkal szakmailag az egyetemről, de az iskolában kell majd megtanulniuk, hogy

kezővel jött vissza hozzám: „Fegyelmezési problémáim voltak, és ezt elmondtam a munkaközösség-vezetőnek. Azt ajánlotta, hogy tömrd ki elégtelennel szeptemberben a gyerekeket, majd meglátod, nem lesz fegyelmezési panasz. Mit tetszik szólni hozzá, tanár úr?” Ez abszurdum. Ilyenektől próbálok óvni a kezdő tanárt.

Amikor az ember elkezd egy osztályt tanítani, valahogyan meg kell állapodnia a gyerekekkel a „játékszabályokban”. Ez fontos. Régebben az első órát rászántam erre a megállapodásra (mikor lehet jelenteni, mi van a házi feladatokkal, vagy hogy mit várok el). Egy idő után rájöttem,



Feleségével, Ildikóval



A Pálmay család 1999-ben (Lányuk, Pálmay Ildikó felvétele)

mondani: „Te, én ezt felírom magamnak, ez igen, ezt én is megjegyzem. És el fogom mondani, hogy ezt a Láng Pétertől tanultam.” Erre aztán úgy kihúzza magát az osztály előtt a gyerek, hogy csak na! Tehát igenis, sokat lehet tanulni a tanításban a tanítványoktól. Ezt Reiman Pista is szokta mondani, elsősorban az olimpiára felkészítő szakköri tapasztalatai alapján. Nagyon fontos, hogy legyen a tanárnak humorérzéke. Borzasztóak a savanyú tanárok. Ez nem azt jelenti, hogy állandóan viccelődni kell. De éljünk a jó alkalmakkal, és jól reagáljunk a gyerekek humoros

a gyerekekkel miként kell bánni. Mert hiába voltak pár hétig, hónapig a gyakorlóiskolában, egészen más lesz, amikor úgy kerülnek a gyerekek elé, hogy nincs ott a vezetőtanár. Elsősorban saját magukat kell jól megismerniük, hogy ők mire képesek. Emellett jó, ha van, aki segít, akitől tanácsot kérhetnek. Tanártovábbképzéseken az idősebb tanároknak is szoktam mondani, hogy a fiatal kollégáknak segítségére van szükségük, de ne próbálják elnyomni őket. Néha kétségbeejtő, miket hall az ember. Egyszer egy budapesti gimnáziumban egyetem után tanítani kezdő fiú a követ-

ez írott malaszt, hogyha ezt gyakorlatban nem látják. Jobb, ha erre később kerül sor, az első néhány hét után.

Az első néhány héten pedig próbáltam valamennyire megismerni őket, felmérni, hogy mit hoztak az általános iskolából (ha első osztályról volt szó). Feleltem vagy röpdolgozatot írtam, de nem osztályoztam, csak értékeltem, például így: „Te, ez csak közepes lenne, ez és ez volt a hiba. Erre vigyázz, ezt a definíciót azért pontosabban meg kell tanulni, vagy vigyázz a számolásra.” Általában az első hét végén vagy a második hét elején írtam egy olyan dolgot, amit nem számítottam be. Abba betettem néhány típusfeladatot, amilyeneket általános iskolai tudással föltétlenül meg lehetett oldani. De betettem egy-két gondolkodtató feladatot is. Nagyon jól bejött, mert láttam, hogy az egyik gyereknek nagyon jó a térszemlélete, mivel például a kockával foglalkozó feladatot ügyesen megoldotta. Vagy láttam, hogy egy másik miben volt gyenge, mit kellett megtanulnia, vagy kinek volt jó a kombinatorikai érzéke, vagy az egyenletekkel ki boldogult nehezen. Akkor előszedtem a gyereket és mondtam, hogy te okos gyerek vagy, ezt mutatja ennek a nehéz feladatnak a hibátlan megoldása. Neked semmiség lehet ezt a másik

dolgot is megtanulni. Ez az ismerkedés segít abban, hogy lássuk, kit honnan kell elindítani, hogy mire figyeljünk, mit kell fejlesztünk.

Ami a „játékszabályokat” illeti: legyen következetes a tanár, de ez nem mehet át merevségbe. Néha el kell térni attól, amit játékszabálynak mondott az ember, mert más dolog fontosabb annál. A szeszélyt viszont nem lehet azzal magyarázni, hogy „én most rugalmas vagyok”.



A Természet Világa diákpályázatának nyerteseihez szól (2008)

Sok kezdő tanár fél attól, hogy valamit elhibáz, és ez gátolja őket a tanításban is. Megjegyzem, idősebb tanárok közt is van ilyen.

Ha aktivitásra neveljük a gyereket, előfordulhat, hogy olyat kérdez, amire nem tudunk válaszolni. Az nyilván baj, ha a tanár soha nem tud válaszolni, de ha egyszer-egyszer előfordul, akkor ne kezdjen el hamukázni. Az okos gyerek észreveszi. Ilyenkor nyugodtan mondhatjuk: a következő órára vagy a következő hétre utána nézek, vagy hogy ez azért messze nyúlik, holnap óra után szólj, és akkor elmondom.

Az is előfordulhat, hogy a gyerek vitába száll velünk, és neki van igaza. A tanárnak el kell ismernie, ha a gyerekeknek igaza van! Sok tanár attól fél, hogy ha beismeri, hogy tévedett, vagy valamiben hibázott, akkor elveszíti a tekintélyét. Nyilvánvaló, ha folyton téved, akkor így is lesz. De ha egyszer-egyszer téved, és ezt el is ismeri, az nem vezet tekintélyvesztéshez. Az előadásomban is mindig azt mondom, hogy figyeljenek, és ha valamit nem értenek, azonnal szóljanak, már csak azért is, mert akkor az is lehet, hogy rosszul mondtam, vagy elírtam valamit. És ha tényleg figyelnek, az megnyugtató. Az is lehet, hogy csak nem elég

világosan mondtam el, amit akartam. Akkor meg kell próbálni érthetőbben újra elmondani az egészet, mert az a célom, hogy megértsék, amiről beszélek. Nagy tanári biztosságot ad, ha engedjük, hogy a gyerek közbeszóljon.

– *A matematikában tehetséges tanulók esetében az átlagnál jobban bízhatunk a szabályok, összefüggések önállóbb megtalálásában, megértésében is, és abban is, hogy könnyebben észreveszik a tanári té-*

vedéseket, bátrabban vitáznak is azokkal. Ugyanakkor természetesen speciális igényeik is vannak vagy lehetnek a matematika tanulásában. Jelenleg többféle matematikai tehetség gondozási program is folyik Magyarországon: a speciális matematika tagozatos osztályok, a KöMaL, nagyon sok verseny az alsótól az egyetemig, és szakkörök is vannak. Mondhatjuk tehát, hogy Magyarországon jó a matematikai tehetség gondozás? Ugyanakkor sokan vitatják például azt, hogy kell-e, jó-e vagy inkább rossz a letehetségesebbek külön oktatása, szükség van-e a speciális matematika tagozatos osztályokra?

– Nagyon fontosnak tartom a tehetség gondozást, és a speciális matematika tagozatos osztályokat is. De nem tömegesen, és nem tudom, hány ilyen osztálynak kell lennie. Az ország szempontjából nagyon lényeges, hogy legyenek olyanok, akik kimagaslóan matematikából, fizikából vagy bármilyen másból. Én 39 évig vezettem szakkört a Lászlóban, 1955-től 1994-ig, elsőben és másodikkban szakkört, aztán az utolsó két évben inkább egyetemi előkészítőt. A kimagaslóan tehetséges diákjaimat elküldtem Reiman Istvánhoz, az olimpia előkészítő szakkörre. Ha egy ilyen gyerek

hez alkalmazkodom a szakkörön, akkor az a többinek túl nehéz, ha pedig a többiek igényeit veszem csak figyelembe, akkor a nagyon tehetséges gyerek nem fejlődik. Az esélyegyenlőség ebben az esetben azt jelenti, hogy mindenkinek meg kell adni a lehetőséget a fejlődésre. Ha viszont nem vállalni akarunk, azt csak lefelé lehet.

Azt hiszem, hogy világviszonylatban is elég jó a hazai matematikai tehetség gondozás, de amit nagyon sajnálok, hogy az iskolai szakkörökre sok helyen nincsen pénz. Van egy kiváló ember, Pósa Lajos, akinek a neve el kell, hogy hangozzék. Ő nem elsősorban a gimnazistákkal, hanem a 10–14 évesekkel foglalkozik, fölfedezi a tehetségeket, táborokat tart nekik.

Probléma, hogy egyes tanárok nem engedik a másik tanárhoz a jó gyerekeket. Ezt azért is abszurdumnak tartom, mert egy jó tanulónak, aki tovább fog tanulni, hasznos lehet, hogyha többféle tanártól is hall matematikát, mert másképpen tanítunk.

– *Az átlagos és a tehetséges tanulókkal folytatott órai munka javításában, a hatékony matematikatanítási módszerek elterjesztésében és a kevésbé kívánatosak visszaszorításában a rendszerváltás idejéig nagy szerepe volt a szakfelügyeleti rendszernek. Mi a véleménye a szakfelügyeleti rendszer megszüntetéséről?*

– Negatívnak tartom. A nem megfelelő szakfelügyelőket el kellett volna küldeni, ugyanis voltak ilyenek. De a jó tanár igényelte is azt, hogy megnézzék. A jó szakfelügyelő pedig úgy vitte egyik helyről a másikra a tapasztalatokat, mint ahogy a méhecske gyűjti virágról virágra a mézet. Több szakfelügyelőnek is az volt az álláspontja, hogy azért szeret szakfelügyelő lenni, mert a tanításban ő is fel tudja használni a látottakat, és tanácsokat is tud adni. De ha súlyos bajt látott egy szakfelügyelő, azt meg kellett mondani. A hibákra is föl kell hívni a figyelmet, csak finoman, nem megalázva, megsértve a tanárt. A gyerekek érdekében arra is nagy szükség lenne, hogy a szakmailag túl gyenge vagy a gyerekekkel nem megfelelően bánó tanárokkal valaki tudjon beszélni ezekről a bajokról.

– *Beszélgetésünk zárásaképpen kérjük, foglalja össze, hogy milyennek látja a magyar matematikatanítás jelenlegi helyzetét, és milyennek képeli vagy szeretné látni a jövőjét.*

– A NAT és a kerettanterv matematikai részének kidolgozásában én is benne voltam. Alsós tanítóktól középiskolás tanárokig többféle szakemberrel együtt dolgoztunk. A 60-as, 70-es években a matematikát és a természettudományokat egyaránt magas óraszámokban tanítottuk. Most egészen más világ van, a matematikának, fizi-



Átv teszi a Rátz Tanár Úr Életműdíjat (2002)

kának sokkal kisebb szerep jut. A matematika és a természettudományos tárgyak is elég kevés óraszámot kapnak az iskolában. A természettudományok óraszámát még jobban leszorították, mint a matematikáét. Például szükségesnek tartják, hogy jól gyakoroljuk be a gyerekekkel az általános iskolában a százalékszámítást és az arányosságot. Mi meg azt szeretnénk, hogy a gondolkodásfejlesztésre több idő jusson. Ez nehéz dilemma, elismerem ugyanis, hogy sok mindenben nem tud mit csinálni a fizikus és a kémikus, ha a gyerekeknek nincs megfelelő matematikai alapjuk. Nem tud például az Avogadro-számmal dolgozni, ha a gyerekek nem ismeri a hatványt. Tehát bizonyos formális dolgokat föltétlen meg kell tanítani. És viszonylag kevesebb idő van rá, mint régebben. Ennek következtében elég erős tananyagcsökkentésre került sor algebrából és geometriából. A geometriát őszintén nagyon sajnálom. A kapitalizálódó világnak is új követelményei vannak a matematikával szemben, például a statisztika tanítása. Az új helyzetet és a jó magyar matematikai tanítási hagyományokat meg kell próbálnunk valahogy összeegyeztetni.

Nagyobb óraszám kellene, legalább-

is azoknak, akik tovább akarnak tanulni. Óriási veszélyt látok abban, hogy az egyetemek lemondtak az emelt szintű érettségiről, mert kevés gyerek jelentkezik, és félnek, hogy a másik egyetem vagy főiskola elviszi a diákokat. Ezért kevesen fognak emelt szinten érettségizni. Nem kell mindenkinek az emelt szint, de aki tovább akar tanulni, annak feltétlenül kellene például analízis, több valószínűség-számítás vagy térgeometria.

Manapság sokszor hallani, hogy a nyugathoz kell igazodnunk. Ez nagyon bosszant. Úgy hiszem, hogy a matematikatanításban inkább a nyugatnak kellene hozzászoknia. Ez nem jelenti azt, hogy nem kell figyelni arra, ami ott történik. Az elmúlt években a felső tagozaton túl elméletivé vált a matematika. Ez talán most javul. Azonban ami a felsős tananyagból kikerült, az átkerült a középiskolaiba. Így az eredeti középiskolai anyagot kellett csökkenteni.

Van még egy nagy probléma: kevés a férfi tanár. A matematikát a nők nagyon jól tudják tanítani, de az nem jó, hogy egyre kevesebb a férfi tanár, illetve tanárjelölt. Az egyetemi csoportokban matematika-fizika szakon kevés fiú van.

Pálmay Lóránt a professzorára, Hajós Györgyre emlékeznek

Hajós Erzsébet a szakdolgozatát nagyapjáról, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Geometriai Tanszékének Kossuth-díjas, legendás tanszékvezető egyetemi tanáráról, Hajós Györgyről (1912–1972) írta. Szakdolgozatában a nagyapjához közel álló munkatársak emlékezéseit is összegyűjtötte, köztük Pálmay Lórántét, aki nagyon sokat tett azért, hogy Hajós György munkásságát a felnövekvő újabb és újabb generációk megismerjék. Az alábbiakban Pálmay Lóránt emlékezését olvashatják, Hajós Erzsébet szakdolgozatából (– a szerk.).

„Amikor 1952-ben elvégeztem az egyetemet, Hajós György felajánlotta: szívesen magánál tartana a Geometria Tanszéken, vagy a matematikai kutatásban kaphatnék félállást, hogy a numerikus módszerekkel foglalkozhassak. Tanítani szerettem volna, így az egyetemet választottam.

Hajós György kiváló előadó volt, nála nem kellett katalógust tartani, hallgatói rendszeresen jártak az előadásaira. Nehéz példák előtt mindig bevetett egy-egy matematikai anekdotát, frissítés céljából. Például a felület definiálásának nehézségeit taglalva, a női kalapdefiniálás lehetetlenségét színezte ki: hány lyuk, pukli, toll lehet egy női kalapon, hogy ezt még kalapnak lehessen nevezni? Bejártam Hajós óráira, későbbi előadói stílusom döntően azon múltott, hogy tőle mit tanultam el.

Hajós György a gondolkodást, a szorgalmat is fontosnak tartotta. Mindig mondta, a szorgalom ne értelmetlen magolás legyen. A tanszéken sokat mesélt a családjáról. Egyszer elmondta nekem, hogy amikor Márta lánya negyedikes volt, fel-alá járkált egy könyvvel a szobában. Hallja, hogy ezt mondogatja: *az állam egy erős szakszervezet*. Mondta a lányának, a tanárnő talán azt diktálhatta nekik, hogy az állam egy *erőszak szervezet*. Márta válasza: lehet, de annak mi értelme van?

Hajós ezt tanulságképpen mesélte, arra, hogy nagyon fontos a szorgalom, de csak akkor, ha értjük a megtanulandót. Az értelmetlent nem lehet megtanulni.

Hajós professzor a Múzeum körúton mindig a IV-es teremben vizsgáztatott. Ő az első padban ült, a vizsgázók hármán

vagy négyen kinn a táblánál álltak, a hallgatók gyakorlatvezetői a professzor háta mögött ültek. Nekünk, gyakorlatvezetőknek jellemzést kellett írunk a hallgatókról, hogyan dolgoztak évközben, a gyakorlaton. Végül leghátul ülhetek azok, akik drukoltak értük, vagy kíváncsiak voltak a vizsgáztatásra. Ebben az időben elég sok görög hallgató tanult az ELTE-n, olyan családok gyermekei, akik az ötvenes évek elején, „Marcos” legyőzése után átmenekültek hozzánk. Az egyikük, Lucas, nagyon okos fiú volt. Ő már negyedéves korában a kisebbeket patronálta. Így Stephanitest is, aki gyenge tanuló volt. Lucas hátul ült, amikor Stephanites kinn vizsgázott a táblánál.

Hajós professzor hiába kérdezte, mindegy az volt a válasza, hogy „nem értem a



Hajós György sírjánál beszél a diákoknak (Staar Gyula felvétele)

magyar”. Hajós György hátraszólt Lucasnak, legyen szíves, ismétlje el a kérdést görögül. Lucas elkezdett hosszan hadarni. Hajós mérges lett: „Nem arra kértem, hogy a választ mondja neki, hanem arra, hogy a kérdést fordítsa le!”

Stephanites sajnos nem tudott. Hajós még egy utolsó mentőkérdést adott: „Mi a paralelogramma, és mik a tulajdonságai?” Erre is rámondta, hogy nem érti. – De hiszen a paralelogramma görög szó, mit akar még? – zárta le a kínos vizsgát Hajós.

1960 áprilisában hallottam először a bizonyítások különbözőségeiről, amikor Egerben voltam Hajóssal egy konferencián. Az egri Tanárképző Főiskola meghívta Hajóst, hogy végzős hallgatónak tartson előadást arról, hogy mi a bizonyítás. Én akkor ott a közelítő számításokról beszéltem.

Hajósnak előtte jelent meg a könyve, Bevezetés a geometriába címmel. A kiadó szidta is, mert két éven keresztül írta, de ő azzal magyarázta lassúságát, hogy ezt a könyvet „radírral írta”. Írta, rádiózta, írta, rádiózta, hogy minél tökéletesebbre csiszolja. Tulajdonképpen ő a geometria könyvvel sokkal hamarabb kezdett el foglalkozni, mint mondta, már harmadik elemista korában.

A matematikus tudja, hogy mi az a bizonyítás: vannak axiómák, ezek egy axiómarendszert alkotnak, vannak definíciók, ezekből logikai úton tételeket vezetünk le. A tanításban más a bizonyítás. Ott fontos, hogy hitelt érdemlő legyen, és olyant bizo-

nyítson, amit a gyerek lát, illetve nyilvánvaló legyen, hogy mit nem szabad.

Az egri előadásán Hajós ezt így fogalmazta meg: „*a tanításban a bizonyítás egy fejlődő kategória, ami egészen más a harmadik elemiben, és más egy matematikus számára.*”

A leendő felsős tanároknak azt javasolta, ne követeljenek pontos definíciót az alsósoktól, mert ezeket a meghatározásokat nem értik még a gyerekek. Igenis szükség van arra, hogy mérjenek, szerkesszenek. Mi, persze, tudjuk, hogy ez még nem bizonyítás, de a gyerek számára az. Eljön majd az idő, 10–13 éves korban, amikor egy kicsit meg kell ingatni a hitüket, és ekkor kell majd elővenni olyant, ami a szemüket becsaphatja.

Hajós György az előadásában sokszor elmondta, hogy a geometria nagyon könnyű, mert rajzolható, szemléltethető, láttatható. De a geometria nagyon nehéz, mert lehet, hogy amit látok, azt rosszul látom. Mert lehet, hogy egy rajzból szeretnék következtetni mindent, pedig azt másképpen is lehetne.

Tehát a lényeg az, hogy más a bizonyítás egy harmadikosnál, más a nyolcadikosnál, más az érettségi előtt állónál és más a tanárképzésben. Körülbelül harmad-, negyedévre lehet oda eljutni, hogy az egyetemista már értse, minden bizonyítás axiómákra vezethető vissza. A tanároknak ezekkel tisztában kell lennie, de nem azért, hogy ezeket a kisiskolásoknak is tanítsa.

Hajós György az elméletet és a gyakor-

latot egyaránt fontosnak tartotta. Amikor a Műegyetemen oktatott, több cikke jelent meg pedagógiai lapokban a matematika tanításával kapcsolatban. Amikor átkerült az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karára, és tanárokat képzett, akkor viszont elég sokszor a műszaki gyakorlatra hivatkozott. Nyilvánvalóan mindkét oldalt nagyon fontosnak tartotta. A tanárnak is ismernie kell, hogy hol használható a matematika, és a mérnöknek is tudnia kell az elméletet alkalmazni, azt továbbadni.

Nagyon szépek voltak az előadásai. Szinte előre kiszámította, hogy a 45 perc alatt mit, hogyan akar elmondani. Mindig ügyelt arra, hogy a teljes táblát kihasználja, a később elmondandóhoz szükséges levezetések azon fenn maradjanak az óra végéig. Előadásainak így azután gondosan megtervezett, szép táblaképei voltak.

Nehezebb feladatok előtt mindig leállt, és bedobott valami érdekességet. Gondosan készült minden órára. Volt alkalom, hogy egy-egy nehezebb példánál elakadt, ilyenkor a zsebébe nyúlt, elővett egy kis papírt, ránézett, majd folytatta a levezetést. Ilyen mindenkiel előfordul, hogy nem jut hirtelen az eszébe valami. Sokan előre kiteszik a jegyzeteiket, és azt végig követve tartják meg az előadásait. Hajós nem ezt tette.

A neve előtt sose használta a doktori címet. Egy alkalommal azonban nagyon jól jött neki, hogy a neve előtt ott volt ez a kis megkülönböztető jel. Márta lánya születésekor nem a látogatási időben ment be a kórházba. Felvett egy fehér köpenyt, és a portásnak odaszólt: doktor Hajós vagyok! Azonnal beengedték, azt hitték, hogy valamelyik orvos megy konzultációra. Később mosolyogva mesélte nekünk ezt a történetet a tanszéken, mint egyetlen esetet, amikor használta a címét, ami jó szolgálatot tett neki.

Jó kapcsolata volt a tanszéken dolgozókkal. Gyakran érdeklődött a többi kolléga családjá iránt, és ő is mesélt otthoni történeteket. Mindehhez hozzátartozik, hogy nagyon jól emlékezett mindenre, mindenkire. Így nagyon sokat lehetett tudni a családjáról. Azért bizonyos távolságot tartott a tanszéken belül. Elég hosszú ideig magázódás ment, vége felé megengedte a tegezést is.

Jól lehetett jegyzetelni az előadásait. Törekedett arra, hogy évente ne ugyanúgy mondja el a különböző témákat, a bizonyításokat. Gyakran megkérdezte, melyik bizonyítás volt jobb, érthetőbb, ahogyan most elmondta, vagy ahogyan azt tavaly tette. Nagyon fontosnak tartotta, hogy hallgatói jól megértsék az előadásait.”

2000-ben lejegyezte:
HAJÓS ERZSÉBET

XXI. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Szellemi Tulajdon
Nemzeti Hivatala

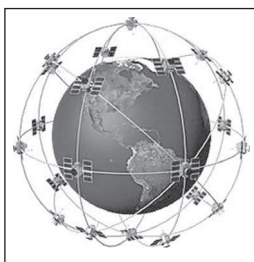
Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

A GPS

HIDAS GÁBOR

Németh László Gimnázium, Budapest

Az elmúlt években természetessé vált, hogy egy-egy hosszabb út vagy ismeretlen környékre vezető kirándulás előtt autónkba beülve bekapcsoljuk a navigációs készüléket, beírjuk az úticélt, várunk pár percet, majd a szélvédőre helyezett eszköz elnavigál minket bárhova. A helymeghatározás



azonban nem volt mindig ilyen egyszerű, a GPS készülékek csak az elmúlt évtizedben terjedtek el, előtte mindenki papíralapú térképeket használt utazásai során. Főként az idősebb generációk még most is inkább bennük bíznak, mondván, a „GPS úgyis eltéved”, „benavigál az egyirányú utcába”, és egyéb hasonló félelmek vannak, valamint nem is igazán értik, honnan tudja egy mobiltelefon méretű eszköz percek vagy akár másodpercek alatt meghatározni a pontos pozícióját. A „GPS úgyis eltéved” félelem már csak azért is megmosolyogtató, mert a GPS-vevő pusztán koordinátákat határoz meg, az esetleges eltévedésért már csak a navigációs készülékre telepített szoftver, esetleg a térkép, vagy sokszor a felhasználói hiba felelős.



Helymeghatározás régen

Történelem

A pontos és lehetőleg gyors helymeghatározás régóta az emberiség vágya volt. Szárazföldön a tereppontoknak és lakott területeknek hála viszonylag könnyen lehetett tájékozódni, azonban a nyílt vizeken – például óceánokon, tengereken – hajózva sokszor napokig csak a végtelen nagy vízfelületet lehet látni. Elődeink a földrajzi szélességet a Nappal bezárt szögből számolták ki, melyet kéttükrös szögmérő, ún. szextáns segítségével határoztak meg. A földrajzi hosszúságot a Föld forgásából fakadó időeltolódást kihasználva tudták kiszámolni, azonban ehhez pontos kronográfra volt szükség, mivel egy másodperces eltérés is több km-es tévedéshez vezetett.

A GPS is, mint megannyi találmány (mobiltelefon, internet stb.) katonai fejlesztés eredménye. A huszadik század világháborúi után, a technikai fejlődést kihasználva a nagyhatalmak megpróbálták kifejleszteni különböző navigációs rendszereket. A GPS már egy fejlettebb rendszer, elődei, a Loran és a Transit

sokkal egyszerűbbek és pontatlanabbak voltak.

A Loran rendszert az 50-es években fejlesztették ki, ez pusztán 300 méteres pontossággal tudott dolgozni, másik nagy hátránya pedig, hogy nem globális. A Transit már elérte a szubméteres pontosságot is, erre azonban három napot kellett várni, néhány óra alatt csak párszáz méteren belül volt képes meghatározni a pozíciót. Ez már elég volt a haditengerészetnek, azonban a bombázók és a földi csapatok számára elégtelennek bizonyult.

A ma is működő rendszert a hetvenes években kezdték kidolgozni, két másik program, a Naval Research Laboratory (TIMATION) és az Air Force 621B Project összeolvastásából jött létre. A NAVSTAR (Navigation Satellite for Timing And Ranging) az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának tulajdonában álló globális helymeghatározó rendszer, közel két évtized alatt épült ki, ez a mai GPS rendszer alapja. (A műholdakat folyamatosan cserélik, e sorok írásakor a legidősebb 1990. november 26, míg a legfiatalabb 2010. május 28. óta látja el a szolgálatot.)

Hogyan működik?

A műholdas helymeghatározás már alapjaiban is teljesen eltér a hagyományos, csillagászati helymeghatározástól. Míg a



csillagászati módszerrel a szélességi és hosszúsági adatokat külön számolják ki, addig a GPS-nél a műholdaktól való távolságadatokkal, háromszögelés segítségével határozzák meg a pillanatnyi pozíciót. A műholdaktól való távolságot a jól ismert általános iskolai képlettel (távolság=idő x sebesség) lehet kiszámolni, és bár ez rendkívül egyszerűnek hangzik, a valóságban ennél sokkal komplexebb és nehezebb feladat.

A Föld körül hat pályán, melyek egymással 60°-os szöget zárnak be, pályánként négy (tehát összesen 24) műhold kering 20 183 km magasan, keringési idejük 11 óra 58 perc, vagyis naponta körülbelül két kört tesznek meg. Ennek köszönhetően a Föld bármely pontján egyszerre legalább négy műhold jele fogható. A műholdakat az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma folyamatosan figyeli radarokkal, ezáltal azok ismerik saját pozíciójukat.

A távolság=idő x sebesség képletbe sebességgént a rádiójel sebességét, vagyis a fénysebességet kell behelyettesítenünk, mely vákuumban 300 000 km/s (a légkörben azonban nincs vákuum, ennek a zavaró tényezőnek a kiküszöböléséről később ejtek szót). Az idő meghatározása a pozicionálás legnehezebb feladata, mivel ha pontosan a fejünk fölött van a műhold, pusztán 0,06 másodperc a rádiójel menetideje, tehát nagyon pontos órára van szükségünk a műholdon és a GPS vevőben is – elvileg.

Minden műholdon négy atomóra működik, melyek nanomásodperces pontosságúak, azonban a GPS vevőkbe az ár miatt lehetetlen ilyen pontos órát építeni (egy ilyen szerkezet ára hozzávetőleg százezer dolláros nagyságrendű. Éppen ezért a műholdak küldik meg a vevőknek a pontos időt, azonban mire a rádiójel leér a Földre, már pár századmásodpercnyi késés hozzáadódik a pontos időhöz, mely nem elhanyagolható, mivel egy másodperc alatt a rádióhullám 300 000 km-t tesz meg. Ennek kiküszöbölésére használnak a szükséges minimum három helyett négyet, ugyanis egy pont helyzete négy nem tökéletes helyzet méréséből is meghatározható, ha konstansuk állandó (erről részletesebben később).

A rádióhullám útidejének meghatározására alkalmazzák a pszeudo random kódot, más néven pszeudo random zajt (PRC/PRN). Ez egy rendkívül bonyolult bináris kód, mely véletlenszerű elektromos zajra hasonlít. Minden navigációs műhold egyedi PRC-kóddal rendelkezik, ezáltal a vevő tudja, mikor melyik műhoddal kommunikál. Mivel a kód rendkívül összetett, véletlenül sem szinkronizálódik össze más jelekkel vagy műholdakkal, még akkor sem, ha azonos frekvencián kommunikálnak.



PRC-kód

A GPS műholdak a PRC-kódokat két frekvencián sugározzák, az L1 frekvencia 1575,42 MHz, az L2 frekvencia 1227,6 MHz, ez utóbbit csak a katonaság használhatja. Kétfajta PRC-kódot alkalmaznak, a polgári életben a C/A-kódot, mely 1.023 jelből áll, és ezeket ezredmásodpercenként ismétli. A C/A kódot csak az L1 frekvencián sugározzák. A hadsereg az ennél jóval összetettebb, titkosított P-kódot is használhatja (ennek újabb változata az M-kód), mely tízszer sűrűbb a C/A kódnál, és 267 naponként ismétli magát. Ebből könnyen kiszámítható, hogy $2,36 \cdot 10^{14}$ jelből áll. A kettő közti fő különbség a pontosság: míg a civil kód használatával kb. tíz méteres pontosság érhető el, a katonáival centiméteres vagy még pontosabb adatok is rendelkezésre állnak.

A PRC-kód kis idővel később ér le a vevőegységhez, mint ahogy azt a műhold elkezd sugározni, a vevőegység ezért addig „csúsztatja azt”, amíg nem lesz szinkronban a műholdról érkező kóddal. A két kód közti időkülönbség a rádióhullám menetideje.

Az atomóráknak és a PRC-kódnak hála a GPS-vevők és a műholdak közt meg tudjuk mérni a rádiójel útidejét. Azonban akad egy újabb probléma: a fénysebesség csak vákuumban 300 ezer km/s, de amíg lejut a rádióhullám a műhold-

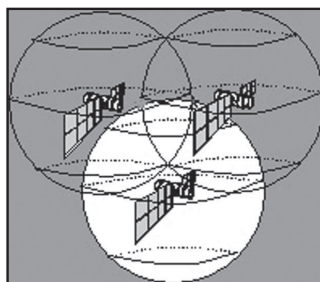
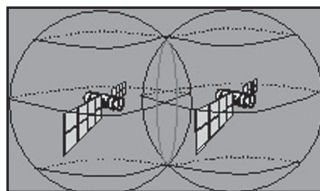
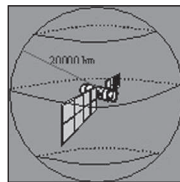
tól a vevőkészülékig, számos tényező befolyásolja a sebességét. Egyrészt a Föld gravitációs egyenletlensége, a környező égitestek (Nap, Hold) gravitációs hatása és a napszél eltérítő ereje növelhetik a megtett utat. Bár ez az eltérítő hatás nagyon csekély, mégis, mivel a fény rendkívül gyorsan halad, a földfelszínen már több tíz méteres pontatlanságot is okozhat.

A rádiójel sebességét legjobban az ionoszféra befolyásolja. Az ionoszféra a Föld felső atmoszférája, a felszíntől 80–1000 km távolságban található. A Nap által ionizált atomokat tartalmaz, melyek jelentős mértékben lassítják a rádióhullámokat, azokon belül is elsősorban az alacsony frekvenciájúakat (a 30 MHz alattiakat teljesen el is térítik). A GPS-frekvencia ezért is magas, hogy a rádiójelek képesek legyenek átjutni az ionoszférán, azonban a sűrű ionizált réteg némileg lelassítja őket is. Az ionoszféra periodikusan változik a Föld forgása miatt, és a rádióhullám sebességét is különbözően befolyásolja a Föld különböző pontjai fölött, az általa okozott lassításokat a földi központok számítják ki és korrigálják.

Komolyabb lassító szerepe van továbbá a Van Allen-sugárzási övnek, mely a napszél hatására kialakuló, Föld feletti, elektromosan töltött részecskéket tartalmazó dupla réteg. 2000–5000, illetve 15–20 ezer km-es magasságban található, vagyis a Navstar műholdak és a földfelszín közti terület hozzávetőleg egyharmad részét foglalja el.

Mint látható, a távolságmeghatározás egyszerűnek tűnő feladata valójában csak rendkívül komplex számolások és modellezések után hajtható végre. Hiába egy általános iskolai képlet az alapja, a fénysebesség példátlan nagysága és a más légkörökön való áthaladás (különböző szférák a Föld körül) nagyban megnehezíti a távolságmeghatározását.

Mint azt a történelmi áttekintésben említettem, a Föld minden egyes pontjáról folyamatosan legalább négy műhold látható, ennek térgeometriai oka van. Képzeljünk el egy Descartes-féle térbeli koordináta-rendszert! Ha tudunk egy ismert ponttól való távolságot, akkor egy gömb felszínét határozhatjuk meg belőle. Két különböző ponttól való távolságadatokat



Háromszögelés (1. kép: egy gömb felszíne, 2. kép: két gömb metszéspontjai meghatároznak egy kört, 3. kép: három gömb metszéspontjai két pontot határoznak meg)

alapján egy kör egyenlete írható fel, három gömb közös metszéspontja pedig már csak két pont lehet.

A földi helymeghatározáshoz elég lenne ez a két pont is, mert a kettő közül csak az egyik van a Föld felszínén, a másik vagy a bolygó belsejében, vagy az űrben lenne, így azt kizárhatnánk. Azonban mégis négy műholdat használnak a GPS-vevők a pozicionáláshoz, ennek oka pedig a korrigálás. A negyedik metszéspont a két pont közül kiválasztaná az egyiket – tökéletes mérés esetén. A tökéletes mérés azonban ritka, a különböző légköri lassítások és a műszerek hibahatárai miatt minimális hibák még így is előfordulnak, ezért a vevőegység keresni fog egy olyan köztes értéket (konstanst), melyet minden mérésből kivonva a négy gömbfelület metszéspontja egy közös pont lesz. Mint látható, a közhiedelemmel ellentétben nem a műholdak határozzák meg pozíciónkat – ők csak a pontos időt és saját helyzetüket (valamint várható pályájukat, az ún. almanach adatokat) küldik meg a vevőegységnek –, hanem valójában a GPS-vevő számolja ki a kapott adatok alapján.

Földi támogatás

Természetesen – mint minden űrbeli eszköz – a GPS-műholdak se felügyelet nélkül keringenek a Föld körül, hanem öt földi állomás (Colorado Springs központ, Hawaii, Ascension sziget, Diego Garcia, Kwajalein) figyeli őket éjjel-nappal. Egyrészt radarokkal



Földi figyelőállomások

követik őket, és megküldik a műholdaknak a korrigált pályaadatokat, másrészt monitorozzák állapotukat is. Ezen kívül ionoszféramodelleket is készítenek, melyekből megbecsülik, mennyire befolyásolja a légkör a rádióhullám sebességét. A néha előforduló órákorrekciókat (például szökmásodpercek) is innen végzik el. Felmerülhet a kérdés, hogy ehhez miért van szükség öt – egymástól távoli – megfigyelőállomásra. A válasz a rendszer kiépítéséből fakad: a Föld egy-egy pontján mindig csak néhány műhold látható, társaik csak tíz-húsz ezer kilométerrel odébb.

Korrekciók

Mint láthattuk, a műholdak és a földi vevőegység közti különböző rétegek számottevően befolyásolják a helymeg-

határozás pontosságát. A hadsereg nem elégedhetett meg a százméteres, olykor kilométeres pontossággal, és mióta a technológia elterjedt, már a polgári életben is fontos szerepet kapott a méteres pontosság (például a repülés, földmérés, biztonságtechnika területén), ezért a fellépő pontatlanságokat újabb mérnöki leleményességgel ki kellett küszöbölni. A katonaság mindkét GPS-frekvenciát használhatja, ezáltal – mivel az ionoszféra a különböző frekvenciájú rádiójeleket különböző mértékben befolyásolja – a két frekvencián mért időkülönbség segítségével pontosítani tudják a mérést.

A polgári felhasználásban a differenciális GPS segítségével csökkentik a hibákat. A rendszer alapelve, hogy a Föld egy ismert pontján állandó jelleggel üzemeltetnek egy GPS-vevőt, mely – mivel ismeri a saját pozícióját más főrásokból – képes kiszámolni a légkör okozta torzításokat, és ezt a műholdaknak megküldeni. A műholdak ezeket az adatokat (a saját pontos pozíciójukkal, a pszeudo random kóddal és a pontos idővel együtt) továbbküldik a GPS-vevőknek is, akik tudnak ezzel az adattal számolni a helymeghatározás során, ezáltal képesek az ionoszféra hatását nagy pontossággal belekalkulálni a számításokba.

Az Egyesült Államok a rendszert alapvetően katonai célokra tervezte és hozta létre, azonban 1983-ban a Szovjetunió lelőtt egy polgári repülőgépet, mert az tévedésből szovjet légtérbe repült engedély nélkül. Ekkor Ronald Reagan elnök úgy döntött, engedélyezi a polgári felhasználást is, azonban a polgári frekvenciát szándékosan zavarták, hogy csak az Egyesült Államok hadserege legyen képes a pontos helymeghatározásra, úgy gondolták, a repülőeknek és a civileknek elég a százméteres pontosság is. A DGPS-rendszer kiépítése azonban fölöslegessé tette a rádióforgalmazás zavarását földi körülmények között, a repülésben pedig – ami miatt engedélyezték a polgári felhasználást – a DGPS-t nem tudták használni, mivel az csak földi hatótávú volt. Ezért 2000. május 2-tól Bill Clinton elnök határozatának köszönhetően a polgári frekvenciát bárki használhatja, mindenféle korlátozás nélkül, ezáltal a polgári GPS-vétel tízszer pontosabb lett.

Sebességmérés

Autós navigáláskor tapasztalhatjuk, hogy a készülék sebességünket is képes meghatározni. (Abba, hogy miért mutat körülbelül tíz százalékkal kevesebbet a navigációs készülék, mint az autó kilométerórája, most ne mélyedjünk bele, mert ez már nem fizikai kérdés, hanem jogi elővigyá-

zatosság.) A legtöbb ember abban a tudatban él, hogy a GPS-készülék a sebességet a megtett út alapján számolja ki, azonban ez tévedés. Mivel a helymeghatározás során sokszor több méteres pontatlanság is történhet, ez a módszer nem alkalmas a pontos sebességmérésre. Például ha mindkét mérésnél csak két méter az eltérés a valóságtól, de az ellenkező irányban, akkor az már körülbelül 15 km/h-s tévedést okoz. Az eszköz valójában a Doppler-effektus felhasználásával méri a gyorsaságot, melynek lényege, hogy a frekvencia a sebesség függvényében változik. A Doppler-effektus mérhető és pontos, napjainkban 0,1 m/s pontossággal lehet vele mérni, nem véletlen, hogy a rendőrségi traffipapok is ezen az elven működnek.

Hátrányok

A GPS rendszernek számos előnye (globális, napszaktól független, gyors, pontos, átlagember számára ingyenes) mellett nem szabad elfeledkezni a hátrányairól se. Mivel rádiójelekkel kommunikál, alagutakban, vasbetonból épült vagy vasfödémű épületekben nem használható, mert a falazat blokkolja a rádióhullámokat. További hátránya, hogy magas épületek (elsősorban panelházak) mellett, és a sűrűn beépített belváros szűk utcáiban előfordulhat, hogy pár utcával arrébb határozza meg a pozíciót, mert a rádióhullámok csak közvetett módon érkeznek meg a vevőegységhez. Arról sem szabad elfeledkezni, hogy mint minden rádióhullám, ez is zavarható mesterségesen, tehát például a GPS-nyomkövetővel ellátott autó se elphatatlan.

A GPS felhasználása

Az új technológiának hála az eddigieknél sokkal pontosabb térképeket lehet készíteni, melyeket manapság elsősorban a navigációs készülékek szoftvereivel vezetés közben használunk. Az ismeretlen helyekre való utazás sokkal egyszerűbbé és kényelmesebbé vált, nem kell többé az eltévedéstől félni – feltéve, hogy friss térképeket használunk. Új szórakozási lehetőség jelent meg, a geocaching. Manapság nem ritka, hogy egy-egy értékesebb személyautót műholdas nyomkövetővel látnak el, melynek köszönhetően ellopás esetén könnyen a tolvajok nyomára juthatunk. Közlekedési vállalatok, taxitársaságok már valós időben nyomon tudják követni járműveiket, és azonnal ki derülhet az is, ha az üzleti úton lévő kolléga az ország másik felében jár. A földmérés feladata is sokkal egyszerűbb lett (ők külön havidíj fejében még pontosabb

eredményeket kapnak egy-egy területről). Még az egyszerű falusi emberek életét is megváltoztatja a GPS, mivel a mezőgazdaságban a végeláthatatlan alföldeken sokkal egyszerűbb meghatározni, hogy mely területeket kell most gondozni. A rendőrök, mentők, tűzoltók, taxisok sokkal gyorsabban elérik céljukat, mert nem kell térképeket böngészniük indulás előtt, hanem azonnal indulhatnak útjukra. Az új technológia

mindenki életét megváltoztatta és egyszerűbbé tette, még ha csak közvetve is.

Jövő

A fejlődésnek még koránt sincs vége! A jelenlegi rendszer fejlesztése mellett, annak kiegészítéseképpen az Európai Unió a Galileo-rendszer kiépítésén dolgozik (ez finanszírozási nehézségek miatt jelenleg szünetel), Oroszország pedig az Indiával közös Glonass-projekt megvalósításán fáradozik. A kínaiak csak egy kisebb lefedettségű hálózatot építenek, a Beidou-2 nevű, hét műholdból álló pro-

jekt előreláthatólag tíz év múlva valósul meg.

FORRÁSJEGYZÉK:

<http://hu.wikipedia.org/wiki/GPS>
http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
<http://hu.wikipedia.org/wiki/Ionoszf%C3%A9ra>
http://hu.wikipedia.org/wiki/Van_Allen_sug%C3%A1r%C3%A1si_%C3%B6v
<http://pdaplus.hu/content/view/3567/67/>
<http://lazarus.elte.hu/~climbela/gps3.htm>
http://www.ktg.gau.hu/~podma/terinfo/5_fejezet.htm
http://www.agt.bme.hu/public_h/gps/gps1.html
http://autozz.blog.hu/2008/09/03/mennyire_pontosan_mer_sebesseget_a_gps



A gyékényesi kavicsbányató

FEHÉR SÁRA

Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium, Csurgó

Ha valaki működő kavicsbányát lát, melynek már vízfelülete is van, a szemlélőnek nincs valami szemet gyönyörködtető látványban része. Évekkel később, amikor elvonulnak a gépek, ott marad a rendezetlen bányatelek, és mint egy nem várt gyermek: a tó. Vize általában tiszta, élet alig van benne, és elindul azon az úton, ami minden tavat jellemez: benépesül, feltöltődik, majd elmoszódik, elláposodik, átadva a helyét más élőhelyeknek. A folyamat változó ideig tart, mert több tényező (pl. a tó alakja, mélysége, emberi tevékenység) befolyásolja.

csak elvéve látni egyet-egyét a közel 340 hektáros tavon. Bár a bányászat továbbra is folyik, a munkagépek helyét a tó jelentős részén pihe-nésre vágyó turisták vették át.

Pályamunkámban e bányatavat mutatom be, érintve a tó környékén felmerülő környezeti- és természetvédelmi problémákat, továbbá ismertetem egy vízminőség-vizsgálat eredményét, melyet három alkalommal végeztem a Dél-Zalai Víz- és Csatornamű Zrt. nagykanizsai laboratóriumának segítségével.

A kavicsbányászat kezdeteitől a bányató benépesüléséig

A kavicsbányászat jelentős mértékű beavatkozás a természeti környezetbe, az eredeti állapot gyakorlatilag visszaállíthatatlan, ezért a bányászat jogilag szabályozott és hatóságok által szigorúan ellenőrzött tevékenység. A munkálatok megkezdése előtt műszaki és rekultivációs terv is készül. Ezek meghatározzák, hogy a bányászat milyen körülmények között és hogyan folyhat, illetve előírják a visszamaradt területek karbantartását is. Az előírások egyeztetve vannak az összes bányászathoz kapcsolódó szakhatósággal. A munkálatokat évente akár többször is ellenőrzik.

A kavicsbányászat során visszamaradó bányagödörökben a talajvíz és a csapadékvíz összegyűlik, egy új tájelen jelenik meg: kialakul a kavicsbányató.

Művelési időszakban a bányaterületek csak a zavarástűrő fajok számára jelentenek élőhelyet, de a művelés befejeztével a tó és környéke folyamatosan elkezd benépesülni.

Ahol víz van, ott hal is van szinte azonnal. A tavak között közlekedő vízimadarak a

lábukra ragadt kétlélűek petéit, a halak ikráit, vagy akár az élő halat is egyik tóból a másikba áthurcolják, megteremtve ezzel a halak, a békák, gőtéek megtelepedésének lehetőségét. Hamarosan megjelenik a parthoz közeli területeken a hínármövényzet és a part menti növényzet. A környezeti hatásvizsgálat előírja a fokozatos parti zóna kialakítását, mert könnyíti a növényzet megtelepedését, és a létrejött vízes élőhely előbb válik természeteshöz közelivé.

A bányatavak környezetének egyik leginkább fajgazdag csoportját a madárvilág képviselői alkotják, melyek először táplálkozóhelyként, később fészkelőhelyként is használják a tavat és környékét.

A tó benépesülésével az üledéklerakódás, a feltöltődés is kezdetét veszi, melynek szemmel látható jelei a parti zónában kezdődnek. Ez emberi léptékkel mérve nem gyors folyamat, a természet léptékével mérve viszont igen. Évtizedekkel a bányászat felhagyása után a tájsebek nagy részét a növényzet elfedi, és az élőhelyre jellemző társulások alakulnak ki – ha hagyják –, miközben a víz paraméterei is változnak.

A bányászat megszűnésével erősödik a tó környéki fürdőzők, horgászok, a szabadidejüket itt eltölteni szándékozók száma. Ezzel szinte egyenes arányban csökken a területen előforduló, különösen a partszegély növényzetéhez kötődő fészkelő fajok száma.

A bányászat után visszamaradt területek újrahasznosítása a rekultiváció. A kavicsbányászat után felszabaduló területek általában nyílt vizek, így több lehetőség is nyílik a hasznosításukra. A terület kiépülhet nyaralóövezetté, illetve a tó adottságait kihasználhatják a horgászok és a sportolók is.



A Kotró nevű bányató

A bányatavak megfelelő kezeléssel táji szempontból esztétikus területekké, ökológiai szempontból természetközeli élőhelyekké alakíthatók, melyek alkalmasak a kikapcsolódásra és biztosítják az itt élő, vagy éppen csak átvonuló élőlények életlehetőségeit.

A lakóhelyem közelében fekvő Gyékényes egyik nevezetessége a Kotró néven ismert bányató, amelyet nyaranta gyakran látogatok. A kavicságyon nyugvó azürkék vízfelület impozáns színfoltja a környéknek. Míg régebben uszályok váltották egymást a felszínen a mederből kitermelt sódert szállítva, addig ma már

A gyékényesi bányatavak természeti adottságai

Gyékényes Magyarország délnyugati határa mellett, a Dráva-sík területén található. A pleisztocén elején és közepén északról érkező vízfolyások (Ős-Duna, Ős-Dráva) rakták le itt hordalékukat. Így került a kavicsstakaró Gyékényes környékére, és ezzel magyarázhatók a bányászat során előkerült őslénycsontok (mamutfog, gyapjas orrszarvú csont) is.

A Gyékényes környékén található tórendszer kavicsbányászat eredményeképpen alakult ki. Vize a kavicsstakaró által szűrt talajvíz, rendkívül tiszta. A teljes vízfelület 335 ha. A tavak közül a legnagyobb és hazánk egyik legmélyebb mesterséges tava a Kotró (kb. 220 ha), amelyen napjainkban is bányászat folyik. A folyamatos kotrás következtében a tó egyre mélyül, átlagosan 14 méter, ám helyenként a 30 métert is eléri a mélysége.

A Kotró múltja

A MÁV 1923-ban a mai bánya helyén nyitotta meg a Dél-Dunántúli első nagyüzemi fejtőjét. A bányászat kézi rakodással indult, majd hamarosan vasúti sínen mozgó gőzkotrógép termelte a kavicsot 3-5 méter mélységből. E zakatoló gép hangjáról kapta a bányató a „Kotró” nevet. Saját szükségleten felül eladásra is termeltek a bányában.

A MÁV bányája 1949 decemberétől a „Dél-Dunántúli Kavicstermelő Nemzeti Vállalat” keretében működött tovább. Székhelye Gyékényes volt. 1967-ben egy úszókotrót helyeztek üzembe, ezzel 46 méter mélységig lehetővé vált a kitermelés. A kavicsbányató rendezési terve szabályozta a tó körüli építkezést is.

A gyékényesi bányatavak jelene

Jelenleg hat bányató található Gyékényes környékén. Közülük öt aktív bányató, érvényes műszaki üzemi tervvel. Bányászati tevékenység napjainkban a nagy tó egy részén folyik. Egy felhagyott bányató is van, ez szabadidőtöként van nyilvántartva. Hasznosítása még távlati kérdés.

Jelenleg a termelőgép maximális kapacitása nincs teljesen kihasználva, mert nincs a kavicsra akkora igény. Régebben Dél-Magyarország legnagyobb bányájaként évente 1 200 000 m³ kavicsot tudtak értékesíteni. A szállítás költsége drága. A vasúti szállítás nagyon visszاسzórtult, az értékesítés szinte teljes mértékben közúton történik.

A bányató kristálytiszta vizének köszönhetően a vidék mára igazi nyaralóövezetté alakult, a parton egymást érik a pihenőházak, stégek, és több vendéglő is épült. Az ország különböző pontjairól és külföldről is érkeznek ide vendégek kikapcsolódni, pihenni. A kavicsré-

tegen megszűrt víz különösen tiszta, a bányató környékét horgász- és búvárparadicsomként tartják számon. Versenyeknek, országos- ,sőt világbajnokságoknak adott helyszínt.

A bányató környezet- és természetvédelmi problémái

A bányaművelés és a bányató utóhasznosítás folyamata az ásványvagyon védelem, földvédelem, természetvédelem, vízvédelem, zajvédelem, levegőtisztaság-védelem és az egészségügy területét is érinti.

A bányatavakkal kapcsolatos környezetvédelmi problémák iránt az érdeklődés napjainkban a társadalom részéről is egyre hangsúlyosabban jelentkezik, mivel a bányatavak minden évszakban lehetőséget kínálnak a szabadidő egészséges eltöltésére. Környezetvé-

teges időszakban. Az ilyen öblözetek 10–15 évenkénti fenékszűrés-eltávolítással helyreállíthatók. Víztisztaság-védelmi szempontból fontos tényező a vízszint ingadozása is. Ez rontja a partvonal állékonyságát, ami kihat a vízminőségre is. A feldolgozó üzem vízvédelmi problémái az uszályok, rakodógépek olajszenyyezéséből erednek.

Zaj- és levegőtisztaság védelmi kérdések elsősorban a kavicsfeldolgozó környezetében, a kotrásnál és a szállításkor merülnek fel. A motoros vízi sportjárművek a vízmadarakat is zavarják.

A Kotró érintő környezet- és természetvédelmi problémákról megkérdeztem Kisiván Istvánt, a kavicsbánya vezetőjét és egyben Gyékényes polgármesterét, és Toldi Miklóst, a Dráva Szövetség elnökét. Ők elmondták, hogy jelenleg a bányászatnak nincsen jelentős hatása a tóra természetvédelmi szempontból, mert



A parton kis házak sorakoznak

delmi problémák leginkább az üdülési tevékenységből fakadnak: strandterületi higiénia, üdülőtelepi szennyező anyagok elszállítása, hulladéklerakás stb.

Az ásványvagyon-védelem érinti a környezetvédelem rendszerét is. Ha ugyanis egy tervezett bánya szempontjából rosszul mérték fel az ásványvagyon mennyiségét vagy minőségét, a következmények kihatnak a tájvédelemre és az utóhasznosításra is.

A kavicsbányászat nagy kiterjedésű termőföld területeket semmisít meg. A visszamaradó bányatavak a talajvízszint süllyedését okozzák, ezzel a megmaradó földek termőképessége, természetvédelmi területek növényzete, élővilága is károsodhat.

Vízvédelmi szempontból a 4 m-nél mélyebb, 5–10 hektárnál nagyobb vízfelületű kavicsbányatavak általában nem jelentenek vízminőségi veszélyforrást, ha csak nem jutnak bele szennyező anyagok (pl. túl sok halatpót, olajat). Élettani szempontból kedvezőtlen vízminőségi folyamatok az 1–2 hektárnál kisebb vízfelületű sekély öblözetekben következhetnek be meleg nyarakon, vagy hosszú

a területhez képest nagyon kicsi az a rész, ahol bányászat folyik.

A Kotró területének nagy része szántóföldön alakult ki. A földvédelmet illetően a kavicsbánya vezetője elmondta, hogy földterületeket vesznek el a mezőgazdaságtól, de megteremtik egy másfajta hasznosítási lehetőség formáit. A kialakult bányatavak a szabadidő eltöltésére, halászatra, horgászatra, vízi sportokra hasznosíthatók.

Mint minden bányatónak, a Kotrónak is szárító hatása van a környező területekre a nagy vízfelület párologtatása és a talajvízre gyakorolt szívóhatása miatt. Ezzel a környező földek termőképessége csökkenhet, a szomszédos területek élővilága károsodhat.

2010 őszén nagy mennyiségű csapadék hullott, amelynek következtében körülbelül másfél méterrel emelkedett a vízszint. Ilyenkor fennáll a veszély, hogy a környező mezőgazdasági területekről a tóba szivárgó víz esetleg szennyezést visz a tó vizébe. A vízminőségben és az élővilágban nem volt erre utaló változás.

Nagy előrelépés volt, hogy 4–5 éve a szennyvízelvezető rendszert az egész tó körül

kiépítették. Korábban jelentős problémát okozott az, hogy sokan kifúrták a szennyvízagnát, és tartalmát a tó vizébe vezették. Ez egyrészt hatalmas szervesanyag-terhelést jelentett a tónak, másrészt emberi egészségügyi szempontból is káros hatásai lehettek.

Természetvédelmi szempontból a legtöbb probléma a horgászat, a nyaralók és a parti zónában épült hétvégi házak körül adódik. A horgászok szinte egész évben növelik a tó szervesanyag- tartalmát, mivel rengeteg etetőanyaggal szinte trágyázzák a tavat, ami felgyorsítja a hínárosodást és a tó feltöltődését. A nyaralók a fürdőzéssel jelentős mennyiségű napolajat visznek be a tóba. A kis házak teljesen elfoglalták a parti zónát. Stégek építettek, a parti részt kikövezték, nehezítve ezzel azt, hogy a víz a szerves hulladéktól (levelek, fágák) szabaduljon. Azokon a területeken, ahol nincsenek hétvégi házak, a parti zóna megfelelő. Most már a szigetek sem háborítatlanok, mert kis faházakat kezdtek építeni engedélyek nélkül, és ezzel megzavarják az ottani természetes környezetet.

Vízminőség-vizsgálat

A kavicsbányatavak vízminőségi adottságait kezdetben elsősorban a felszínre kerülő talajvíz sajátosságai határozzák meg. A bányatavak vizének cserélődése igen lassú, csak a párolgásból származó veszteséget kompenzálja bizonyos mértékig a talajvízből történő utánpótlás. Így a tó tulajdonképpen zárt egységnek tekinthető: ha egyszer szennyező anyag kerül a vizébe, az a lebomlásig benne marad. A tó vize a talajvízkészlettel szoros kapcsolatban áll, így a bányató vizébe kerülő szennyező anyag elszennyezheti a talajvizet, illetve a talajvíz szennyezése megjelenhet a közeli kavicsbányató vizében is.

Szerettem volna magam is megbizonyosodni a Kotró vízminőségéről, ezért vizsgálatot végeztem a Dél-Zalai Víz- és Csatornamű Zrt. laboratóriumának közreműködésével. A víz-mintavétel a gyékényesi strand közelében történt három alkalommal: 2010 nyarán, őszén és télén. A vizsgálati paraméterek: nitrát-, nitrit-, ammónium-ion, keménységet okozó kationok (Ca^{2+} , Mg^{2+}), szulfát, KOI_{ps} , pH és a fajlagos elektromos vezetőképesség.

A nitrogénformák (nitrit-, nitrát-, ammónium-ion) mennyisége a vizek szennyezettségét, szervesanyag-tartalmát mutatja. A talajvízzel, csapadékkal bemosódó növényi tápanyagok (N és P vegyületek) az algák vagy egyes hínárfajok túlszaporodását idézhetik elő, ezáltal más élő szervezetek elszaporodását korlátozhatják, és rontják a tó horgászati, üdülési, strandolási célú hasznosíthatóságát.

A nitráttartalom egyik mintában sem mutatott mérhető értéket. A nitráttartalom esetében a nyáron mért érték (12,62 mg/l) még ivóvíznek megfelelő érték. Az ősszel és télen vett minta nitráttartalma jóval alacsonyabb, mint a nyá-

ri mintáé. Ebben szerepe lehet annak, hogy a mintavétel a Kotró strand részéről történt, amelyet nyáron nagyon sok turista látogat.

Az ammónia megjelenése a vizekben valamilyen friss szennyeződésre utal. Az őszi időszakban vett mintában az értéke növekedett, melyet okozhattak a vízbe hullott falevelek is.

A KOI_{ps} (kémiai oxigénigény) vizsgálattal mértük a vízmintában lévő oxidálható anyagok mennyiségét. A módszerrel a szervesanyagok mennyisége, és bizonyos könnyen oxidálható szerves anyagok mérhetőek meg. Értéke 5 mg/l határérték alatt jó. Az eredmény mindhárom esetben ezen érték alatti volt.

A keménységet elsősorban a kalcium- és a magnéziumsóok okozzák a talajjal, geológiai képződményekkel való érintkezésből adódóan. Az összes keménység értéke mindhárom vizsgált minta esetében kisebb, mint a csapvíznél általában mért értékek. E szerint a vizsgált víz lágy víznek (esővíz) minősül.

A szulfátkoncentráció közegészségügyi szempontból nem játszik szerepet, de nagy érték esetén az emberi szervezetbe jutva hashajtó hatást válthat ki. Túl nagy töménység esetén a vízben lévő beton műanyagokra agresszív (korróziónövelő).

Az elektromos vezetőképesség a vizek ásványianyag-koncentrációját fejezi ki, ezzel a vizek lágyságát is jelzi, illetve a zavarosságát is mutatja. Az ősszel mért érték jóval alacsonyabb a nyárinál, amelyet a két mintavétel közötti időszakban lehullott nagy mennyiségű csapadék okozhatott. A pH mérésével a víz kémhatását állapíthatjuk meg. Az általunk mért értékek a lúgos kémhatás felé mozdulnak, főleg a nyári időszakban.

Az eredmények azt mutatják, hogy a Kotró vize ivóvíz minőségű. A tó elég mély ahhoz, hogy a belsőbb területeken jelentős szerves anyag feldúsulás nincs, illetve a bányászat következtében folyamatos vízpótlása van. A kiváló vízminőség annak is köszönhető, hogy a tó közelében folyik a Dráva, amellyel élő kapcsolata van, és öntisztító képessége jó. Ezt a kavicsréteg is segíti, amely a legjobb szűrőréteg. A gyékényesi kavicsbányató Közép-Európa egyik legtisztább vízi tava, függetlenül attól, hogy több mint 50 éve bányászat folyik a területen.

A Kotró élővilága

A tó területén több védett növényfaj is él. Ilyen a mocsári nőszőfű, a hússzínű ujjaskosbor és a téli zsruló. A tó környékén gyakori növény a nád és a gyékény.

Télen a tó a nagy víztömeg miatt csak később vagy egyáltalán nem is fagy be, ezért ilyenkor vízmadarak ezrei fordulnak itt meg. Költési időszakban gyakran látható a bakcsó, szürke gém, törpegém, rétisas, és vonuláskor halászsas. Találkozhatunk szárcsával, hattyúval, récefajokkal. Értékes szitakötőfajok élnek a tó környékén. A vízben megtalálható a tiszta

vizeket kedvelő édesvízi medúza. Főleg a nyári időszakban jönnek a felszín közelébe.

A tó halállománya gazdag. A kotrói hal messze földön híres. Gyakori az amur, a harcsa, a ponty, a keszegfélék. Gyakran számoltak be kapitális példányokról is. Az országos rekordlistás pontyot is itt fogták ki pár évvel ezelőtt. A kétélűek közül a kecskebéka, a barna varangy és a zöld varangy a leggyakoribb a területen. A hullók közül vízisiklóval, erdei siklóval, fűrgye gyíkkal találkozhatunk, a háborítatlan területeken időnként egy-egy rézsikló és törekeny gyík is feltűnik. Néha látható a tó környékén mocsári teknős is. Az emlősök közül vízi cicány, a denevérek, a pézsmapocok képviselői élnek itt nagy számban. Ez utóbbi egy amerikai jövevényfaj.

Összegzés

Gyékényes és környéke 1996-tól a Duna-Dráva Nemzeti Park része. A Nemzeti Park és a Kotró olyan természeti kincs, amelyet kihasználva fellendülhet a település. További lehetőségeket jelenthet a község és a tó fejlesztésére, hogy 2011 januárjában a Kotró megkapta a Somogyország kincse kitüntetését.

A bánya maximális kapacitása jóval nagyobb, mint a jelenlegi igény a kavicsra. A tavalyi évben tárgyalások kezdődtek a horvátokkal, akik jelezték igényüket a magyar kavicsra autópálya építéséhez. Ha ez megvalósul, a nagy tavon kívül másik két tavon is elindulhat az aktív termelés, és újra intenzíven bányásztathatják őket. Ezekben nem volt mélyművelés, így a 4-24 m mélység közti ásványvagyon ott van még a tavak mélyén. Ha az értékesítés lehetősége adott lesz, ezt valószínűleg teljesen ki-termelik. Mindemellett cél, hogy a vízminőséget úgy tudják megőrizni, hogy az hosszútávon is megfeleljen az üdülőtevékenység, az idegenforgalom és a tó élővilága által támasztott igényeknek. Ha ezt sikerül továbbra is megvalósítani, akkor Sándor Olga szavai még sokáig igazak lesznek: „Ahol víz van, ott élet is van.”

IRODALOM

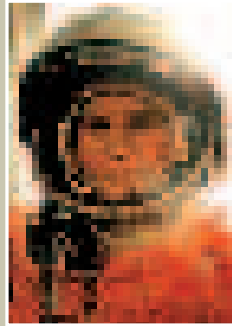
Öllös Géza: A vízellátás - csatornázás értelmező szótára. Budapest, Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvgyűjtemény, 2002
 Dr. Horváth József: Csurgó monográfiája. Csurgó, Csurgó Város Önkormányzata, 2009. 544 o.
 Erdősi Ferenc: Somogy megye építőanyagiparának fejlődése és szerkezeti átalakulása a XIX. század végétől napjainkig. II. 2.: Kavicsbányászat. 138-140. p.
 In: Somogy megye múltjából. Levéltári évkönyv. Szerk. Kanyar József. Kaposvár, 1975.

Internetes forrás:

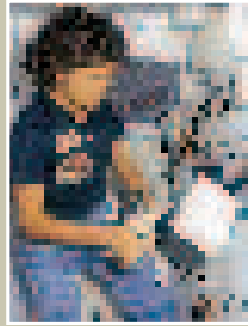
Barah Sándor et al.: A kavicsbányászat és a kavicsbányatavak környezet- és természetvédelmi problémái. Miskolc, CEEWEB, 2002.

www.ceeweb.org/publications/magyar/kavicsbanya/1_fejezet.pdf

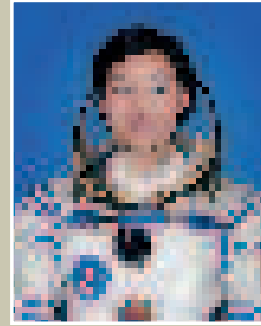
Fél évszázad néhány űrhajósnője



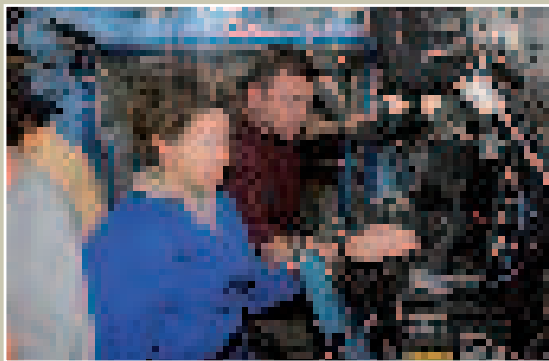
Valentyina Tyereskova



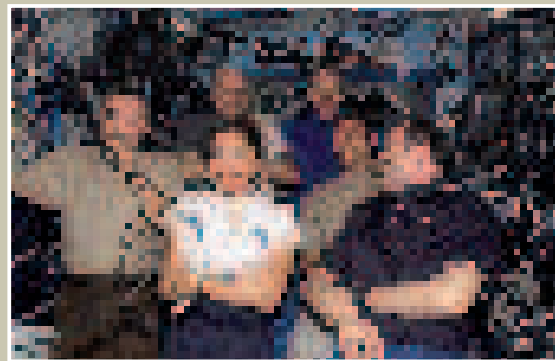
Sally Ride



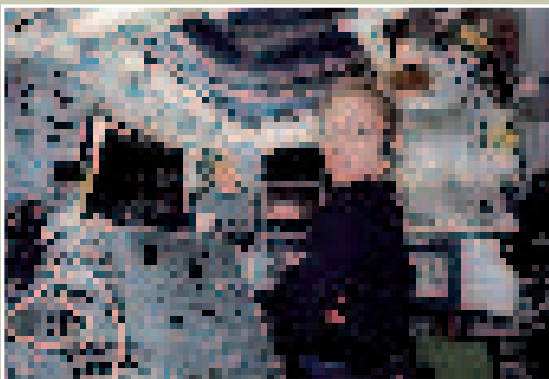
Liu Jang



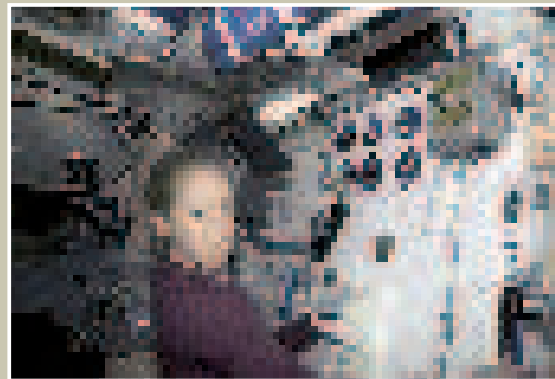
Eileen Collins



Anousheh Ansari



Interjúalanyunk, Marsha Ivins

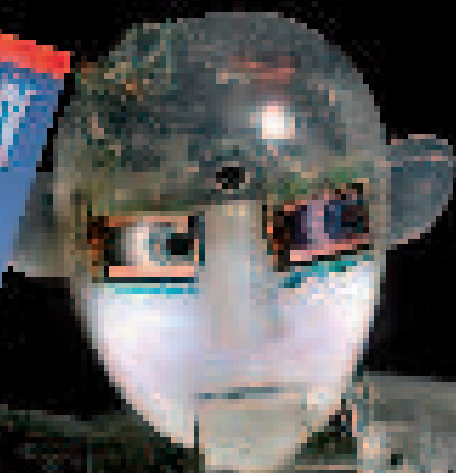


Négy űrhajós az ISS fedélzetén



Samantha Cristoforetti

TUDÁS HÉTRŐL HÉTRE



65 ÉVES AZ

ÉLET és TUDOMÁNY

Előfizethető a Magyar Posta Zrt. Hírlap Üzletágánál
a 06-80-444-444-es zöldszámon, faxon: 06-1-303-3440,
e-mailben: hirlapelofizetes@posta.hu,
valamint levélben: MP Zrt. Hírlap Üzletág, Budapest 1008,
továbbá személyesen a postahelyeken és a kézbesítőnél.

Megvásárolható a LAPKER árusítóhelyein.
Korábbi számai megvásárolhatók a szerkesztőségben is:
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
telefon: 327-8950

