

Természet Világa

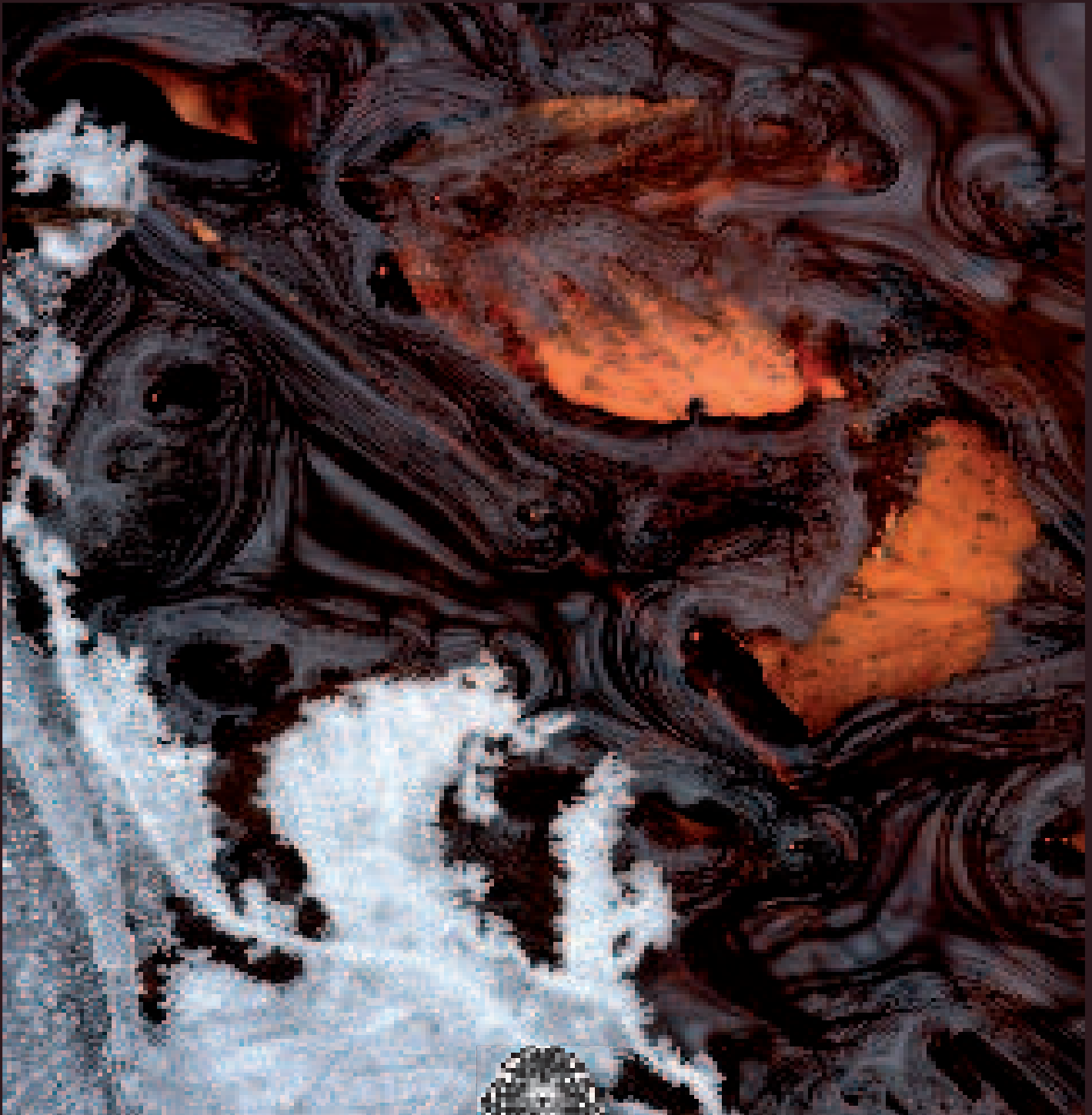
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY -

146. évf. 12. sz.

- 2015. DECEMBER

ÁRA: 690 Ft

Előfizetőknek: 600 Ft



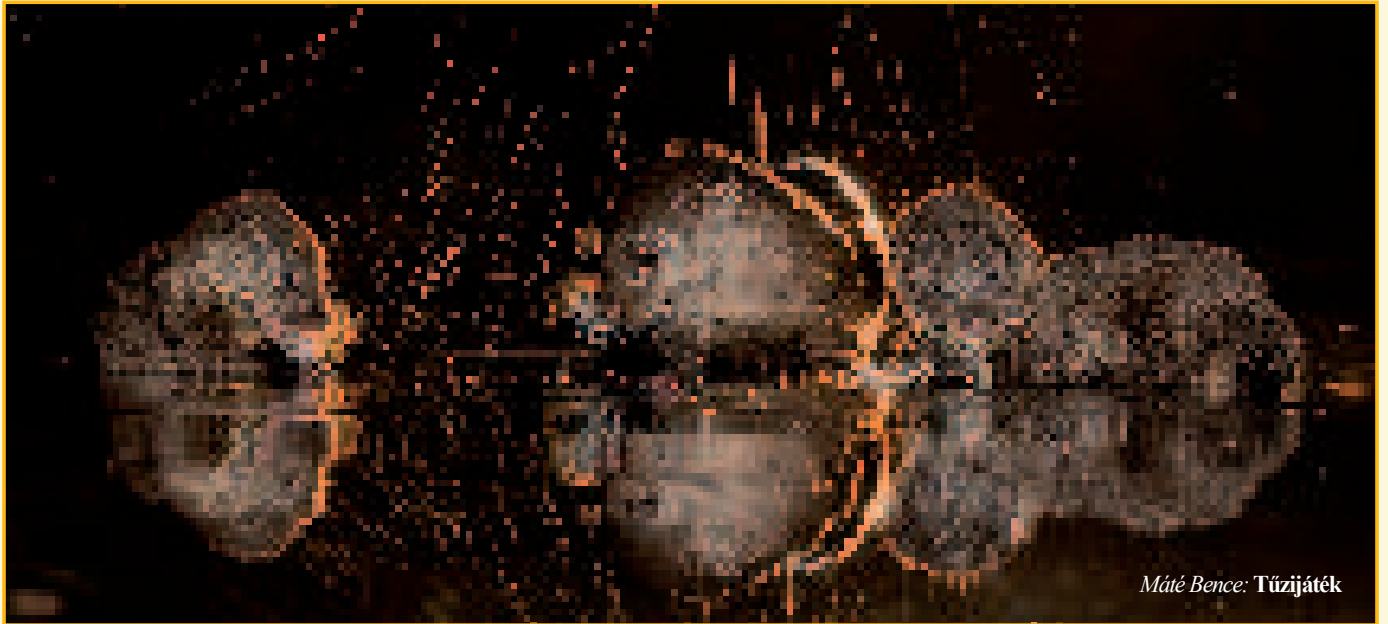
■ ANYÁK, NAGYMAMÁK, UNOKÁK
■ NUKLEÁRIS MEDICINA
■ AZ ÉV TERMÉSZETFOTÓSA

■ MUZSIKÁL AZ ERDŐ
■ NŐI AGY – FÉRFI AGY
■ HŐHULLÁMOK NYARA

■ AKI BÜSZKE ŐSEIRE ÉS TANÍTVÁNYAIRA: DVORÁCSEK ÁGOSTON

Az Év Természetfotósa pályázat

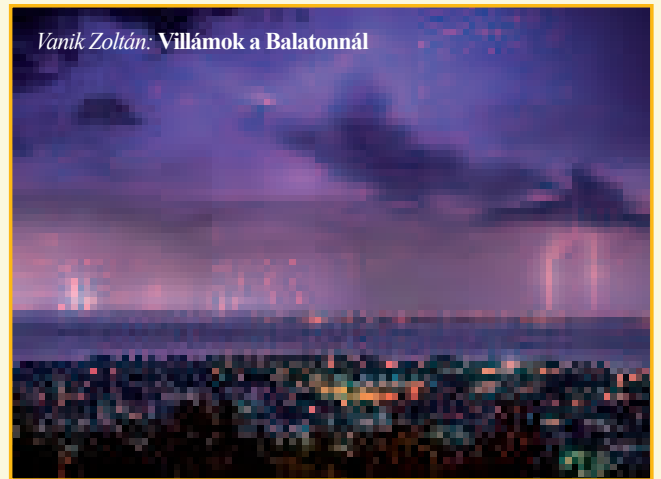
Válogatás a kiállítás képeiből



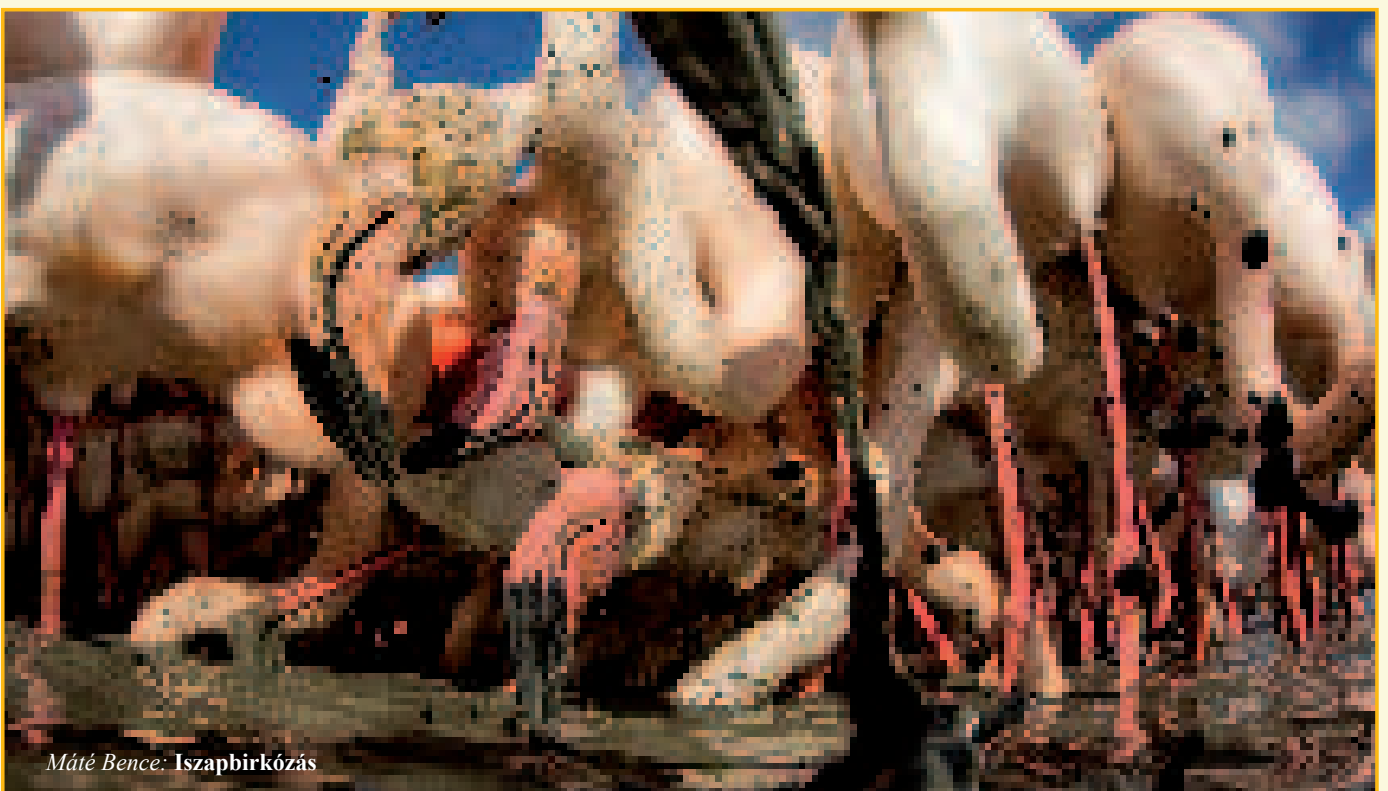
Máté Bence: Tűzijáték



Laki Zoltán: Gladiátorok



Vanik Zoltán: Villámok a Balatonnál



Máté Bence: Iszabirkózás

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR

TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
146. ÉVFOLYAMA



2015. 12. sz. DECEMBER
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi-díjas folyóirat



Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala,
az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok
(OTKA, PUB I-114505) támogatásával.
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



A kiadvány a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával készült.

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

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomtatás:
iPress Center Central Europe Zrt.

Felelős vezető:
Lakatos Viktor
igazgatósági tag

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8995
e-mail: eltud@eletstudomany.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 3600 Ft, egy évre 7200 Ft

TARTALOM

Scheuring István: Anyák, nagymamák és unokák. A menopauza evolúciója.....	530
Szalkai Balázs–Kerepesi Csaba–Varga Bálint–Grolmusz Vince: Női agy–férfi agy. Nemek és egyének közötti különbségek az agygráfban.....	535
Kalotás Zsolt: Az Év Természetfotósa pályázatról a zsűri elnökének szemével.....	537
Tószegi Zsuzsanna: Petzvál József újjáteremtett objektíve.....	540
Harangi Szabolcs: Tűzhányó-hírek. 2015. harmadik negyedév	544
Dobos Irma: A Hunyadi János keserűvíz feltárója és forgalmazója. Tisztelgés Saxlehner András előtt.....	548
<i>E számunk szerzői:</i>	552
Szelecsényi Ferenc–Kovács Zoltán: A nukleáris medicina új „svájci bicskaja”	553
Akik ebben az évben lemondtak a honoráriumukról	556
Misi Dávid: Az évgyűrűk mint éghajlati adattárak	557
<i>HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESÉGEK</i>	560
<i>KÖNYVSZEMLE</i> (Rezsabek Nándor, Trupka Zoltán).....	562
Merkel Ottó: A bogarász, aki megoldoztatta a világot. Száz éve született Kaszab Zoltán (1915–1986).....	563
Pátkai Zsolt: Hőhullámok nyara. 2015 nyarának időjárása	566
Babinszki Edit: A „gercesei vörös márvány”	568
Kéri András: A venezuelai Margit-sziget. Isla de Margarita	570
Szili István: Muzsikál az erdő. Egy zenélő mozgalom a természetvédelem jegyében	571
Bencze Gyula: Hasznot hoz-e az alapkutató?.....	573
<i>FOLYÓIRATSZEMLE</i>	574
Szili István: Kalotás Zsolt fény-képei	576
A Természet Világa 2015. évi tartalomjegyzéke.....	577

Címképünk: Jégvarázs (Kalotás Zsolt felvétele)

Borítólaponk második oldalán: Az Év Természetfotósa pályázat. Válogatás a kiállítás képeiből. (Vanik Zoltán, Máté Bence és Laki Zoltán felvételei)

Borítólaponk harmadik oldalán: Kalotás Zsolt fény-képei

Mellékletünk: A XXIV. Természet–Tudomány Diákpályázat cikkei: *Nyáradi Balázs:* Elktrolitháború; *Trupka Zoltán:* A Természet Világa tehetséggyógyító missziója.

Aki büszke őseire és tanítványaira: *Dvoráček Agoston*, a nagyegredi Bethlen Gábor Kollégium fizikatanára (kérdező: *Staar Gyula*). *Hegedűs Tibor:* Vulkanok földjén jártunk. A IX. Nemzetközi Csillagászati és Asztrófizikai Diákolimpia magyar krónikája. 7. országos „*Kulin György*” csillagászati verseny általános iskolásoknak és asztrófizikai diákolimpiai válogató verseny középiskolásoknak 2015–2016. tanév.

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

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

Főszerkesztő: STAAR GYULA

Szerkesztők:

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

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Titkárságvezető:
HORVÁTH KRISZTINA

SCHEURING ISTVÁN

Anyák, nagyanyák, unokák

A menopauza evolúciója

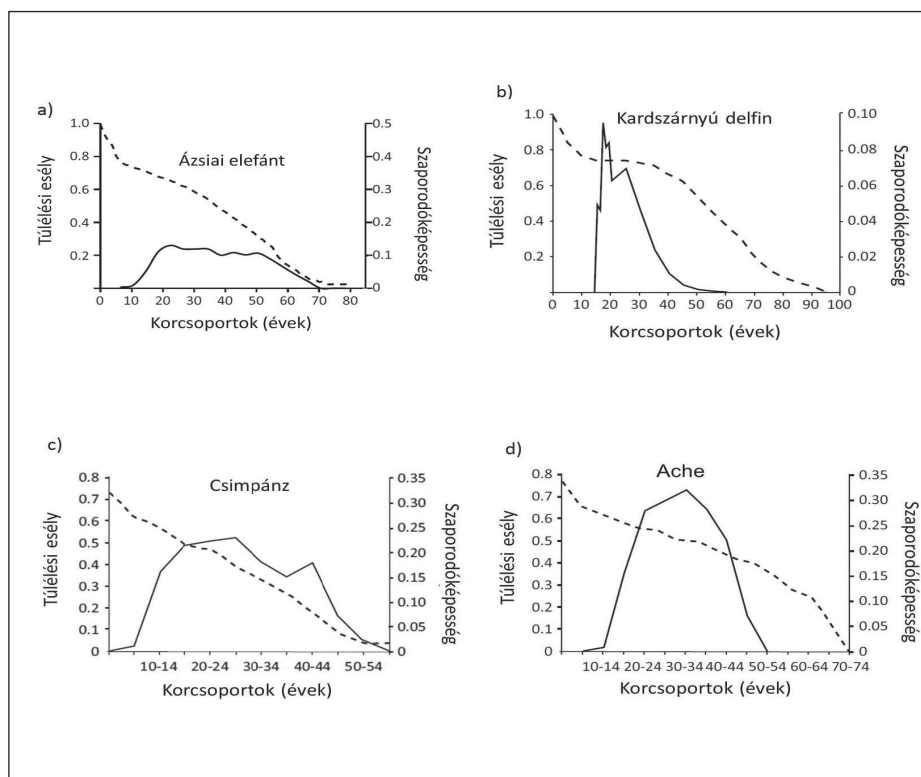
Néhány éve egy nemzetközi kutatócsoport (neves magyar résztvevőkkel) telefonhívások adatainak elemzésével tanulmányozta az emberek társas kapcsolatainak egyes jellemzőit [1]. Mivel a hívó és a hívott fél neme és kora volt elérhető, azt vizsgálták, hogy milyen kapcsolatban van a hívó fél életkorával és nemével a legtöbbet és a második legtöbbet hívott személy kora és neme. Korábbi kutatásokból egyértelmű volt, hogy a telefonhívások gyakorisága és a személyes intim kapcsolat erőssége általában szoros kapcsolatban van egymással, tehát a telefonhívások elemzése a személyes kapcsolatokról is informálnak. Egyes eredményeik megerősítették azt, amit laikusként is gyanítunk; például, hogy huszonéves korukban a telefonálók többsége – nemüktől függetlenül – egy ellenkező nemű előfizetővel beszél a leggyakrabban, ami ugye senkit sem lep meg, aki volt valaha szerelmes. Sokkal érdekesebb azonban, hogy az 50 év körüli férfi és női telefonálók kapcsolatrendszere egyértelműen eltér egymástól: mindkét nem esetében a legtöbbet hívott személy továbbra is egy hasonló korú ellentétes nemű hívott fél (véltetően a házastárs, élettárs). Azonban a nőknél csaknem ilyen nagy súllyal lesz egy nagyjából 25 éves személy a legfontosabb kapcsolat (véltetően a telefonáló fia vagy lánya) és ezek között kicsit nagyobb arányban vannak jelen a nőnemű kapcsolatok, azaz a beszélgetés ilyenkor valószínűleg anya és lánya között zajlik. Ez a hatás természetesen a férfiaknál is megfigyelhető (ők is szoktak beszélgetni a gyerekeikkel), azonban lényegesen kisebb súllyal, továbbá nincs különbség a fiú- és a lányutódok fontossága között.

Gondolom, az adatok mögött sokan látják már a jellemző szituációt; egy fiatal anyát kicsi gyerekeivel, aki épp telefonál a nagyival. A nagy tanácsot ad, megbeszéljük, hogy holnap ki főz vagy melyikük viszi a bölcsibe, az oviba a nagyobbik unokát, esetleg csak megbeszéljük, hogy mi is történt ma a kicsikkel. Ennek az 50 év körüli nagymamának, aki nagy odaadással fordul az unokák felé, ha akarná sem lehetne utódja, hiszen nagy eséllyel már nincs peteérése. Azt, hogy a nők úgy 50 éves korukra elveszítik a termé-

kenységüket, szinte mindenki tudja, de vajon azon elgondolkozott-e már a kedves olvasó, hogy miért van ez így? Találkozunk-e hasonló jelenséggel máshol az állatvilágban vagy sem? Ha igen, mi lehet ezen esetekben a közös evolúciós oka a termékenység korai elvesztésének, a menopauzának? Vajon köze van-e ennek a jelenségnek az unokákhoz is? Ezekre és hasonló kérdésekre keressük a választ a következőkben.

Termékenység egy életen át?

A gerincesek döntő többségénél az ivarérettség elérését követően a nőstények termékenysége folyamatosan csökken, ám az emberrel ellentétben, életük végéig megvan ez a képességük



1. ábra. Különböző emlősfajok életmenet-jellemzői. A szaggatott vonalak a túlélési esélyeket mutatják, azaz annak a valószínűségét, hogy egy egyed az adott korcsoportot túlélve eljut a következő korcsoportba. A folytonos vonalak a szaporodóképességet jelölik, azaz, hogy az adott korcsoportban várhatóan hány utódja lesz egy egyednek. Látható, hogy az ázsiai elefánt és a csimpánz (a,c) esetében a szaporodóképesség és a túlélési esély ugyanabban a korcsoportban lesz nulla, míg a gyilkos delfinnél és az embernél (b,d) a szaporodóképesség elvesztése után még évtizedekig élnek az élőlények (az ábrák Croft és mtsai nyomán [6] készültek)

(1a. ábra), azonban vannak kivételek, és éppen ez számunkra a legérdekesebb. Például a kardszárnyú delfin (*Orcinus orca*) (1b. ábra) vagy a rövidszárnyú gömbölyűfejű delfin (*Globicephala macrorhynchus*) nőtényeinek menopauzája az emberéhez hasonló. Érdekes, hogy nemrég az emlősöktől igen távol eső levéltetűfajnál (*Quadrartus yoshinomiyai*) figyelték meg, hogy a nőtények egy bizonyos életkorban elveszítik a szaporodóképességüket.

Az ember esetében természetesen elképzelhető, hogy csupán egy civilizációs jelenséggel van dolgunk: a fejlett ipari társadalmakban élő ember tovább él, mint őseink, s valójában nem az anyák termékenysége szűnik meg idejekorán, csupán kitolódott a várható élettartam. E gondolat alapfeltevése azonban téves. A mai vadászó gyűjtögetők is megélnék 60–70 évet, míg a nők menopauzája náluk is 45–50 éves korra tehető (1d. ábra). Mielőtt teljesen elvetnénk a *kitolódott életkor* gondolatát, megjegyzem, hogy az emberszabásúak (például a csimpánzok) valóban úgy 50 évig élnek, és náluk a nőtények termékenysége megmarad az életük végéig (1c. ábra). Tehát lehet, hogy az embernél mégis csak életkorkitolódás történt, de az elsősorban nem a jóléti társadalmak egészségmegőrző hatásának az eredménye, hanem valamilyen evolúciós léptékű alkalmazkodás következménye.

A következő fejezetekben arra keressük a választ, hogy milyen sajátos evolúciós hatások vezethettek a menopauza kialakulásához (vagy az életkor kitolódásához) az embernél és néhány más emlősnél, hogy melyek jelenlegi tudásunk szerint a legígéretesebb magyarázó hipotézisek, és hogy milyen irányú további kutatások várhatóak a témában.

Segítők a fészeknél, anyák, nagymamák és unokák

A madarak úgy 8%-a *együtműködő utódgondozást* folytat, vagyis az idősebb ivarérett pár vagy párok szaporodnak, de az utódok védelmében, etetésében a fiatal rokon egyedek (legtöbbször a pár idősebb hím vagy nőtényi utódai) is segítenek. A segítők, bár általában maguk is ivarérettek, nem raknak saját fészket és legtöbbször nem is hoznak létre utódokat. Bár ritkább, de az emlősök között sem ismeretlen az együtműködő utódgondozás (néhány példát mutat a 2. ábra). Bár most nem célunk részletesen tárgyalni ezt a jelenségekört, annyit azért érdemes megjegyezni, hogy az összes ismert madárfaj esetében a fiatal rokon felnőttek a nem szaporodó segítők, és közülük kerülnek ki azok, akik megöröklik majd a szaporodó pártól a fészket vagy a territóriumot. Az is közös szinte minden esetben, hogy környezeti okok miatt a fészek vagy territórium nagyon értékes, míg az utódok felnevelése rendkívül költséges és kockázatos. Valószínű tehát, hogy mind a segítőknek mind a segített párnak előnyös, ha nem is konfliktusmentes ez a kapcsolat.

Gondolom, az olvasónak az előbbi bekezdés olvasása közben újra eszébe jutott az unokák gondozásában lelkesen résztvevő nagymama, a nagymama, aki tulajdonképpen együtműködő utódgondozást folytat, és felmerülhet benne az a gondolat is, hogy ez a viselkedés okozhatta

a menopauza kialakulását az embernél. Ezt a feltevést hívja a szakirodalom *nagymama-hipotézisnek*. A hipotézis akkor meg-alapozott, ha ki lehet mutatni, hogy a nagymama segítsége növeli az utódok és/vagy az anya túlélési esélyét, továbbá, ha így megmagyarázható, hogy az embernél és az ismertett két delfinfajnál miért nem a fiatal rokonok a segítők, és természetesen az is megokolható e hipotézis alapján, hogy miért vezet ilyenkor a segítő viselkedés a termékenység korai elvesztéséhez és/vagy az élethossz megnövekedéséhez.

Hawkes és munkatársai 1997-es, ma már klasszikusnak számító cikke éppen a nagymama-hipotézis tesztelése miatt vizsgálta a nagymamák hatását az unokák életkilátásaira a hadzáknál [2]. A hadzák vadászó gyűjtögetők, akik Észak-Tanzánia dombos vidékein élnek. Számuk néhány száz fő lehet, közös nyelvet beszélnek, közös kultúrát követnek, tehát életmódjuk és társadalmi berendezkedésük vélhetően nagyon hasonló ahhoz, ahogy az ember evolúciós története során élt. Hawkes csoportja 1985 szeptembere és 1986 júliusa között folyamatosan feljegyezte a csoportok egyedeinek napi életvitelét. Különösen érdekelte őket, hogy mi határozza meg a gyerekek testúlyát s ezzel együtt az anyák szaporodási sikerét. Legfontosabb megállapításaik a követ-



2. ábra. Néhány példa az együtműködő utódgondozásra. a) Seychelle-szigeteki poszáta (*Acrocephalus sechellensis*). Gyakran a költő pár mellett marad az egyik idősebb tojó, mely részt vesz az etetésben és a ragadozók elleni védekezésben. b) Pompás fényserégély (*Lamprotornis superbus*). A költő párok és segítők együtt alkotnak egy nagy, akár 30 egyedet is tartalmazó csoportot. A nőtények, akik ugyanolyan díszesek, mint a hímek, ilyenkor több hímmel is párosodnak. c) A havasi mormotánál (*Marmota marmota*) a fiatal, még nem szaporodó egyedek együtt alusszák téli álmukat a szaporodó párral, és hőregulációjukkal segítik a fiatalabb testvérek túlélését. d) A közönséges törpemongúz (*Helogale parvula*) fiatal segítői könnyebben megöröklik az idősebb szaporodók territóriumát

kezők voltak: ha újszülött érkezik a családba, a nagyobbak, akik már 5 éves kortól saját maguk is részt vesznek a táplálékgyűjtésben, kevesebb táplálékot kapnak az anyától. A nagymamák segítenek az anya táplálásában, amikor újszülött van a családban, és a

nagyobb gyerekek táplálásában is aktívan részt vesznek. Nekik van a legfontosabb szerepük abban, hogy a nagyobb gyerekek testsúlya megfelelően gyarapodik ebben az időszakban. A csoportban egyértelműen a nagyik töltik a legtöbb időt a táplálékszerzéssel. Főleg a száraz évszakban van ez így, amikor közös munkával ásnak ki egy fontos táplálékforrást, a *Vigna frutescens* növény gumóját. Mindezek miatt lerövidül az anya szoptatási időszaka és a gyermekek túlélési esélye is nő. Mivel az anya termékenységének növelése egyben a nagymama unokáinak a számát is növeli, ezért a nagymama segítő viselkedése a nagymamának is előnyös. Ez az előny vezetett véleményük szerint a várható életkor megnövekedéséhez az embernél, azaz nem a termékenység idő előtti elvesztése evolválódott jelleg, hanem a megnövekedett élettartam az.

Még az archaikus emberi társadalmak is igen sokfélék, ezért nem meglepő, hogy a későbbi vizsgálatok sokkal árnyaltabbá tették Hawkes és munkatársai eredményeit. Például a dél-amerikai ache törzsnél csak gyenge nagymamahatást tudtak kimutatni. Ez érthető is, hiszen ebben a közösségben a táplálék nagy részét a férfiak szerzik be. Gambiai falusi embereken végzett kiterjedt vizsgálat alapján a gyerekek túlélésére az anya mellett csak az anyai nagymama jelenléte van hatással, még az apa sem számít. Egy nagyon friss, a dél-amerikai tsimanék nagycsaládon belüli táplálékelosztását vizsgáló tanulmány viszont kimutatta, hogy mind a nagymamák, mind a nagypapák jelentős táplálékmenyisséggel segítik az utódokat és az unokákat. Különösen fontos ez a generációkon átívelő táplálás, amikor a szülők a harmincas éveik környékén járnak és az unokák 8–12 évesek, mert ilyenkor a család bizony éhezne a nagyszülői segítség nélkül [3]. Bár kézenfekvő a természetközeli életmódot folytató népeknél a táplálékmenyisséget összekapcsolni az utódok túlélési esélyével, mégis meggyőzőbben lehet a nagymama-hatást kimutatni, ha ez utóbbit közvetlenül mérjük. Éppen ezért más vizsgálatok inkább az európai közelmúlt születési, házassági és halálozási adatai alapján igyekeztek a nagymamahatást igazolni.

Mirkka Lahdenperä, egy fiatal finn kutatónő vezette kutatócsoport például a XVIII. és XIX. századi finn és kanadai népességi adatokra támaszkodva mutatta ki meggyőzően, hogy a nagymama jelenléte valóban növelte az anya utódainak számát és azok túlélési esélyét is [4]. Azt is megmutatták, hogy a nagymamák halálozási esélye hirtelen növekedésnek indul, amikor a gyermekük már nem szaporodóképes. Ez az eredmény is erősíti, hogy a nők megnövekedett élettartama összefüggésben van a nagymamái szereppel. Érdekes, hogy egy nemrég megjelent tanulmány hasonló német népességadatok alapján arra a következtetésre jutott, hogy csupán az anyai nagymama növeli a 6–12 hónapos unokák túlélési esélyét, míg az apai nagymama hasonló mértékben csökkenti azt [5]. Ez utóbbi hatás vélhetően az egy háztartásban élő apai nagymama és a menyé közötti konfliktusok okozta stressz miatt lehet, ami a vizsgált német közösségekben elég gyakori jelenség volt.

De miért van menopauza?

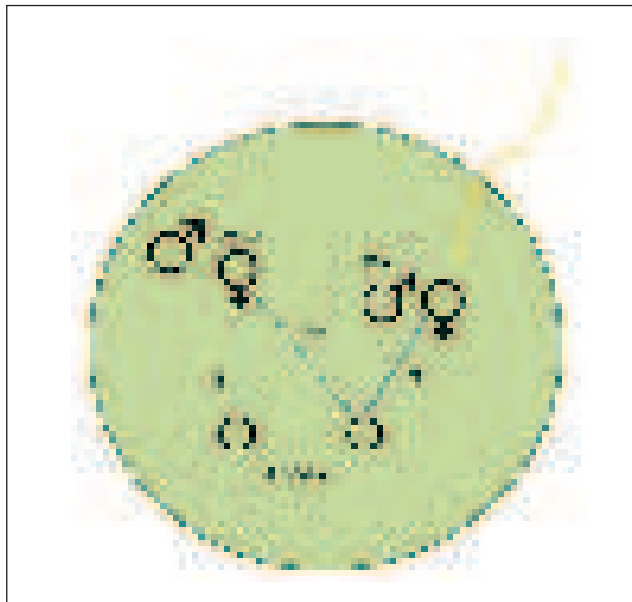
A bemutatott eredmények kétség kívül megerősítik a nagymama-hipotézist, azonban arra nem adnak választ, hogy a kitolódott életkorral együtt miért nem marad meg az anyák termékenysége életük végéig. Hiszen az a tény, hogy segítségükkel az unokáik száma és életképessége nő, még nem zárja ki, hogy eközben saját gyermekük is szülessen. Valami miatt mégis érdemes kizárólag a már meglévő gyerekekre és az unokákra fordítani az energiájukat. Kézenfekvő feltevés, hogy a szülés maga egy, az életkorral fokozódó kockázatot jelentő esemény az embernél, ezért úgy 50 éves kor felett előnyösebb stratégiát váltani, és a már meglévő utódok gondozásába fektetni az ener-

giát. E feltevést alátámasztaná, ha az anyák szülésben valóban lényegesen nagyobb arányban halnának meg idősebb korban, és ez a halálozási ráta hirtelen megnőne közvetlenül a menopauza előtt.

Az imént említett Lahdenparä vezette kutatócsoport adataik elemzése alapján elveti ezt a feltételezést. Megállapították, hogy a szülés okozta halálozás nem volt nagyobb, mint 1–2% az 50 éves kor környékén, továbbá becslésük szerint ez az arány nem nőne jelentősen az idősebb anyák körében sem. Ráadásul az anya elvesztése csak a szoptatási időszakban okozott hátrányt a csecsemőknek, így valószínűtlen, hogy egy 50–60 éves anya lényegesen kisebb rátermettséggel rendelkezne, mint egy 40 éves. Azért érdemes azt megjegyezni, hogy egy 30–40 éves anyának ott van a nagymama segítőnek, míg egy 60 éves anyának esetében ennek már sokkal kisebb lenne az esélye. Tehát az idősebb anyák gyermekeinek a hosszú távú sikeressége vélhetően jelentősen csökkenne egy természetes vagy természetközeli emberi társadalomban, ezért a természetes szelekció nem támogatta a szaporodást idősebb korban.

A fokozódókockázat-hipotézisnél lényegesen biztatóbb az úgynevezett *versengőszaporodás*-hipotézis, mert ez nem csupán a megnövekedett élettartamra, valamint a menopauza megjelenésére ad magyarázatot az embernél, ezen túl azt is értelmezni tudja, hogy miért tapasztalunk menopauzát a korábban említett két delfinfajnál [6, 7]. Ezen elgondolás szerint három hatást kell figyelembe venni egyszerre. Egyrészt a nőtények (vagy anyáink a régmúltban) egy zárt csoportban élve közös forrásokat is használtak az utódok felnevelésében. Megosztották a tudást és az energiaforrásokat is szükség esetén, azaz együttműködő utódgondozást folytattak, növelve így mindannyiuk rátermettségét. Másrészt versengtek is egymással, vagyis, ha egy anya többet szerzett meg a közösből, az növelte a rátermettségét, azonban az ilyen fajta önző viselkedés csökkentette az együttműködésből származó javak mennyiségét, ami miatt csökkent az egész csoportban a rátermettség. Harmadrészt figyelembe kell venni a potenciális együttműködő és versenytársak rokonsági viszonyait is. Anélkül, hogy a rokonszelekció elméleti hátterében elmélyednénk, annyit lehet érzékelni, hogy a segítő viselkedés a segítő számára annál „értékesebb”, minél nagyobb rokonságban áll a segítettel. Például a nagymama és az anyai ágon lévő unoka rokonsági foka $\frac{1}{4}$, azaz a közös leszármazás miatt átlagosan minden negyedik génjük azonos. Tehát, ha a segítő viselkedés úgy négyeszer akkora nyereséget hoz az unokának, mint amekkora költséget jelent a nagymamamának, akkor ez a segítő viselkedés előnyös a nagymama számára, vagyis az ilyen viselkedést kódoló gének terjedni fognak a populációban. Az anya és a nagymama rokonsági viszonyai azonban függenek attól, hogy inkább a férfiak vagy inkább a nők költöznek a párjuk csoportjába. Legközelebbi rokonainknál, a csimpánzoknál és a törpecsimpánzoknál (bonobók), valamint a gorilláknál inkább a nőtények vándorolnak új csoportba, továbbá a mai természetközeli életmódot folytató törzseknél is gyakoribb, hogy a nők kerülnek a férjük csoportjába, mint fordítva. Viszont, ha a családot alapító nők új csoportba kerülnek, akkor a nagymamák csupán a fiaik gyermekeivel lesznek egy csoportban, ezért a következő generációs anyák nincsenek rokonságban a nagymamák utódaival. Míg a nagymamák saját génjeik terjedését segítik elő az unokák támogatásával, addig az anyáknak nem érdemes az „anyós” utódaikat gondozni (3. ábra).

Ha a korábban kifejtett versengő-együttműködő utódgondozás is igaz, akkor megfelelő matematikai módszerekkel kimutatható, hogy az idősebb generáció anyáinak érdemes abba hagyni a szaporodást körülbelül akkor, amikor a következő generáció gyermekei megjelennek a csoportban, és helyette segíteni az unokák nevelését.



3. ábra. Az anyák rokonsági viszonyainak ábrázolása, ha az anyák külső csoportból érkeznek (sárga nyíl). A kék nyilak mellett az anyák és az azonos korosztályba tartozó utódai közötti rokonsági fok látható. A nagymama és az unoka közötti rokonsági fok csak akkor $\frac{1}{4}$, ha teljesen monogám a csoport, egyébként ennél kisebb, de a kívülről jött feleség és az anyós utódai nincsenek rokonságban

A korábban említett, menopauzával rendelkező delfin-fajoknál szintén csoportos élet- és utódgondozás van, de az emberrel ellentétben a hímek és a nőstények nagyon ritkán váltanak csoportot életük során, azonban mind a hímek, mind a nőstények csoporton kívüli partnerrel is párosodnak (nem is olyan ritkán). A számítások azt mutatják, hogy az ilyen párosodási rendszerben is megéri az idősebb anyának feladni a szaporodást, ha az utódai ivaréretté válnak. Nem így van akkor, ha inkább a hímek váltanak csoportot, amikor ivaréretté válnak. Ilyenkor a fiatal nőstények lesznek nagy eséllyel a segítők, és az idősebben a szaporodók, ahogy azt tapasztaljuk is a legtöbb együttműködő utódgondozó fajnál (2. ábra).

Hol vagytok apák és nagyapák?

Gondolom, az előző fejezetek meggyőzték az olvasót, hogy a menopauza valószínűleg szorosan kapcsolódik a nagymama segítő viselkedéséhez. Éppen ezért felmerül a kérdés, hogy kimutatható-e a nagyapák pozitív hatása az unokák túlélésére és/vagy az unokák számára. Lahdenparä és munkatársai ezt a kérdést is nagyon gondosan megvizsgálták a korábban említett finn adatbázison, és úgy találták, hogy a nagyapa jelenléte vagy hiánya nem befolyásolja az unokák túlélési esélyét és számát [5]. Ez már azért is meglepő, mert egy monogám társadalomról van szó vagy legalábbis közel monogámról, ahol, ha a feleség termékenysége megszűnik, ezzel együtt általában a férj, azaz a nagyapa szaporodási esélye is nulla lesz, tehát azt várnánk, hogy a nagyapa, más megoldás nem lévén, hathatós segítséget nyújt az unokák nevelésében. (Félreértés ne essék, nem gondolom, hogy a nagypapák nem segítenek, csupán azt állítom, hogy az említett populációban, az adatok alapján, jelenlétük nem befolyásolja az unokák

számát és azok túlélési esélyét.) Természetesen más elemzések is foglalkoztak a nagyapahatással, és egyetlen kivételtől eltekintve, a finn eredményhez hasonlóan nem tudták kimutatni a nagyapák hatását az unokák rátermettségére. Ráadásul a kivételt jelentő lengyel tanulmány eredményei, amely kimutatta a nagyapahatást, módszertani hiányosságok miatt megkérdőjelezhetők. (Azért azt ne felejtjük el, igazolt, hogy a tsimanéknál a nagyapák legalább olyan intenzitással táplálják az utódokat és az unokákat, mint a nagymamák.) Elképzelhető, hogy az ember evolúciós történetében sokkal kevésbé volt monogám, mint az utóbbi 10 ezer évben, így a férfiak szaporodási sikere idősebb korra is megmaradt, ha lehetősége volt kellően fiatal párt találni magának. Az is elképzelhető, hogy a férfiak megnövekedett életkora egyszerűen a megnövekedett női életkor következménye. Azok a génváltozatok, amelyek a nők életkorának növekedését okozták, hasonló hatást gyakoroltak a férfiakban is, annak ellenére, hogy ennek nem volt közvetlen előnye. Az utóbbi hipotézis mellett szól, hogy a férfiak várható életkora szinte minden társadalomban valamivel alacsonyabb, mint a nőké. Az is elképzelhető, hogy a férfiak életkora azért tolongott ki, mert ha nem is az unoka, de az unokát segítő nagymamáknak a túlélését segítették.

Érdekes, hogy az apák hatása a gyermekek számára és/vagy azok túlélési esélyére sem igazán számottevő a legtöbb vizsgált esetben. Gyengén pozitív ez a hatás például a már említett hadzáknál vagy a finn populációban. A finn adatokból például az látszik, hogy az apa jelenléte csupán az elsőszülött fiú rátermettségére hat. Tudván, hogy a földet a XVIII–XIX. századi Finnországban is az elsőszülött fiú örökölte, érthető az apák kitüntetett figyelme irányukba. Gambiai földművesek demográfiai adatai alapján is úgy tűnik, hogy az apa elhanyagolható hatást fejt ki az utódok túlélésére, bár a lányutódok a családdal élő apa hatására valamivel előbb válnak anyává.

Nem soroltuk fel a menopauza evolúciójának összes lehetséges hipotézisét. Arra törekedtünk, hogy a legismertebb és főleg az adatokkal leginkább alátámasztható elképzelésekről beszéljünk. Csupán érdekességként jegyzem meg, hogy egy közelmúltban megjelent cikk szerzői azt mutatták meg, hogy a menopauza elvileg attól is kialakulhatott, hogy a férfiak a fiatalabb nőket részesítik előnyben. A *férfválasztás* hipotézise szerint, ha más és más gének határozzák meg a várható élettartamot és a szaporodóképességet, akkor a korai szaporodást nem akadályozó, de az idősebb korban csökkenő szaporodóképességet okozó káros mutációk gyorsabb szaporodóképesség-csökkenést okoznak a nőkben, mint amilyen sebességgel csökken a túlélés esélye a káros mutációk miatt.

A számítások szerint e mechanizmus működhet, azonban nem ad igazán magyarázatot arra, hogy miért csak néhány szociális élőlénynél figyelhető meg a menopauza. Ezzel szemben a versengő szaporodás hipotézise szoros kapcsolatot tud kimutatni a tapasztalatok és az elmélet között, ezért a versengő hipotézisek között egyelőre ennek van a legnagyobb magyarázó ereje. Itt jegyzem meg sietve, hogy a biológia, és ezen belül az evolúcióbizológia elképesztő sebességgel fejlődik. Könnyen megeshet, hogy néhány év múlva újabb adatok és elgondolások ismeretében jelentősen megváltozik majd a véleményünk a menopauza evolúciójának legfőbb okairól.

Szociális társadalmak, munkamegosztás, együttműködés

Ha azt kérné tőlünk valaki, hogy nevezzük meg, mi különböztet meg minket, embereket a többi emlőstől, akkor gondolom, a többség megemlítené a strukturált nyelvet, a fejlett éntudatot,

a széleskörű együttműködésre és munkamegosztásra, normarendszerre alapuló társadalmakat, a tervezett munkavégzést, a kultúrát, a művészetet, valamint az emberi viselkedés számos további lényeges elemét. De vajon ki említené meg a menopauzát? Pedig, ahogy láttuk, ez is olyan jellemzője az emberi fajnak, amely szoros kapcsolatban van az ember különösen fejlett társas viselkedésével, az együttműködő utódgondozással. Már hallom az ellenvetést, hogy hiszen éppen ebben a cikkben olvashattuk, hogy más emlősfajnál is kimutatható a menopauza, tehát nem kizárólagosan emberi tulajdonságról van szó. Így igaz, azonban az együttműködés, a munkamegosztás, a kommunikáció sem kizárólagosan emberi tulajdonság. A társas életet élő állatokra ugyanúgy jellemző, mint az emberre (gondoljunk csak a méhekre vagy a hangyákra). Ezeknek a fejlett, úgynevezett euszociális társadalmaknak a legfontosabb ismérve, hogy a szaporodásban szigorú munkamegosztás van. Egyetlen királynő szaporodik a bolyban, míg a többi nőstény aktívan, szigorú munkamegosztás szerint segíti a királynő utódainak (akik természetesen a segítők rokonai) a felnevelését. A menopauza valami hasonló jelenség, ha nem is egy életre szól a szaporodási munkamegosztás, hiszen a szaporodóképességüket elvesztett nők aktív segítőké válnak. Ismereteink alapján úgy tűnik tehát, hogy a társas, csoportos élet, az együttműködő utódgondozás indít el olyan evolúciós változásokat, amely munkamegosztásra vezet a szaporodásban, és elősegíti az egyedek közötti kommunikációt. Az ember éppen abban különleges, hogy ezek az evolúciós hatások, valószínűleg emberszabású őseink már fejlett agyi képességeire támaszkodva, létrehozták a strukturált, komplex nyelvet. Ez forradalmi újítás volt, hiszen az evolúció új szintre lépett. Míg korábban a fajokat ért hatások csupán a génekben okoztak változásokat, az embernél a nyelv által a tapasztalatok, az ismeretek, a szabályrendszerek és a hiedelmek is terjedtek, vagyis egy új öröklődési forma alakult ki, amelynek hátterében ott van cikkünk központi témája, a menopauza is. Hölgyeim, legyenek büszkéik rá!

A cikk az OTKA támogatásával (K100299) jött létre.

Irodalom

- [1] Palchikov V., Kaski K., Kertész J., Barabási A.L. & Dunbar R. I. M. (2012) Sex differences in intimate relationships *Scientific Reports* 2 : 370, DOI: 10.1038/srep00370
- [2] Hawkes, K., O'Connell J. F., and Blurton Jones, N. G. (1997) Hadza women's time allocation, offspring provisioning and the evolution of long postmenopausal life spans. *Curr. Anthropology* 38: 551-577
- [3] Hooper, P. L., Gurven, M., Winking, J. and Kaplan, H. S. (2015) Inclusive fitness and differential productivity across the life course determine intergenerational transfers in a small-scale human society. *Proc. Roy. Soc. B.* 282:20142808
- [4] Lahdenperä, M., Lummaa, V., Tremblay, M. and Russel, A. F. (2004) Fitness benefits of prolonged post-reproductive lifespan in women. *Nature* 428: 178-181
- [5] Lahdenperä M., Russell A. F. and Lummaa V. (2007) Selection for long lifespan in men: benefits of grandfathering? *Proc. Roy. Soc. B.* 274: 2437-2444
- [6] Croft, D. P. Brent, L. J. N., Franks, D. W. and Cant, M. (2015) The evolution of prolonged life after reproduction *TREE* 7: 407-416
- [7] Johnstone, R. A. Cant, M. A. (2010) The evolution of menopause in cetaceans and humans: the role of demography *Proc. R. Soc. B* doi:10.1098/rspb.2010.0988

Régóta ismert statisztikai tény, hogy a férfiak agyának átlagos mérete és súlya nagyobb, mint a nőké. Az is ismert volt, hogy az agy szürkeállományának a fehérállományhoz való térfogataránya a férfiaknál átlagosan nagyobb, mint a nőknél.

Nemrég megjelent publikációmban [1] azt mutattuk be, hogy a nők agyának összeköttetései sok szempontból „gazdagabbak”, illetve „jobbak”, mint a férfiaké. A munkában az Egyesült Államok egyik nagy kutatási projektjének, a Human Connectome Project-nek MRI felvételeiből készítettük el 96 alany agyi kapcsolatait leíró agygráfját, és a gráfokat a matematika egy ágának, a gráfelméletnek az eszközeivel elemeztük. Kiderült, hogy a nők agygráfjai átlagosan több gráf-élt (azaz összeköttetést) tartalmaznak, mint a férfiaké, és több más gráfelméleti paraméterük is olyan, ami bizonyos szempontból a jobb összeköttöttségre utal. Így például azt is megmutattuk, hogy mind a jobb, mind a bal agyféltekén belül, akár hogyan is osztjuk ketté az agyféltekét két egyforma részre, a két rész között futó kapcsolatok minimális száma – amit minimális kiegyensúlyozott vágásnak is neveznek – a nőknél nagyobb. Ez a mennyiség régóta használatos többek között számítógépes hálózatok minőségének leírására: annál jobb egy hálózat, minél nagyobb ez az érték. Sőt, a nők agygráfjának ez az előnye akkor is megmarad, ha vágást az agy élszámával leosztjuk (azaz normáljuk), tehát ez a tulajdonság független a nők agygráfjában található több éltől. Az is kiderült, hogy a nők agygráfja jobb nagyítógráf (expander), mint a férfiaké. Mind a minimális kiegyensúlyozott vágás mérete, mind a jobb nagyítógráf-tulajdonság az agy belső, mély, „gazdagabb” kapcsolataira jellemző.

Érdekes, hogy eddig mindenki azt írta le: „a férfiak esetében – átlagosan – a szürkeállomány fehérállományhoz való aránya magasabb, mint a nőknél”. Ez a kijelentés ekvivalens azzal, hogy „a nők esetében – átlagosan – a fehérállomány szürkeállományhoz való aránya nagyobb, mint a férfiaknál”. Ha figyelembe vesszük azt, hogy – erős leegyszerűsítéssel – az agy fehérállományát az agyi kapcsolatokat fenntartó idegrostok alkotják, azt kaphatjuk, mint amit a gráfelméleti analízissel találtunk: a nők esetében a relatíve nagyobb fehérállományban több kapcsolat köti össze a szürkeállomány területeit, mint a férfiaknál.

Nemcsak a nemek, hanem az egyes emberek agyi kapcsolatait is érdekes összehasonlítani. Azt néztük meg 392 alany gráfjait összehasonlítva [2], hogy az agy mely lebenyei, illetve kisebb részei mennyire változékonyak több alanyon mérve. Kiderült, hogy a halántéklebeny és a 95 csúcst tartalmazó nyakszirti lebenyhez tartozó agygráfok a legváltozatosabbak az alanyok között, míg – meglepetésünkre – a homloklebeny agygráfja kevesebb változatosságot mutatott.

A továbbiakban leírjuk, hogy milyen eszközökkel és hogyan derítettük fel ezeket a tulajdonságokat a nők és a férfiak agygráfjairól.

Az agy feltérképezése és az agygráf konstrukciója

Az emberi agyat több szervezési szint szerint bonthatjuk részekre. Sejt szinten az agy első ránézésre talán az idegsejtek „kusza” hálózata. Ezek az idegsejtek vagy neuronok is több elkülöníthető részből állnak, számunkra két rész érdekes most: az idegsejtek sejtteste és axonja. A sejttestek jellemzően sötét színűek és többnyire az agy külső részén helyezkednek el. Axonok pedig a sejttestből kilépő hosszú nyúlványok, amelyek akár több ezres kötegekben futnak párhuzamosan, ezen kötegeket nevezük idegrostoknak vagy idegpályáknak. Ezek jellemzően – az őket körülvevő burok miatt – világos színűek és az agy belső részén helyezkednek el. Ez adja egy másik szerveződési szint szerinti szétválasztást: a sötét színű sejttestek összességét nevezzük szürkeállománynak, a világos idegrostok összességét pedig fehérállománynak.

A fehér- és szürkeállomány elválasztása szemmel viszonylag egyszerű, de a gyakorlatban olyan módszer szükséges, amely az agy működését *in vivo* képes megfigyelni. Ebben van segítségünkre a diffúziós MRI (dMRI). Az MRI egy mágneses rezonanciát használó képalkotási eljárás. Az alapelv a következő: dMRI segítségével képesek vagyunk egy adott pontban és irányban mérni a vízmolekulák diffúziós sebességét.

SZALKAI BALÁZS–KEREPESI CSABA–VARGA BÁLINT–GROLMUSZ VINCE

Női agy – férfi agy

Nemek és egyének közötti különbségek az agygráfban

A különböző szövetekben a vízmolekulák áramlási/diffúziós tulajdonságai is különböznek, így, ha elég sok pontban és különböző irányokban megmérjük a vízmolekulák diffúziós sebességét, megfelelő számú felvétel után képet alkothatunk az adott pont háromdimenziós diffúziós viselkedéséről. Az eredmény minden pontban egy torzított gömbbel szemléltethető: a vízmolekulák minél inkább egy kitüntetett irányban mozognak, a gömb annál inkább ellipszoiddá nyúlik az adott irányban; ha minden vízmolekula csak véletlen Brown-mozgást végez kitüntetett irány nélkül, akkor a gömb szabályos marad. Ezzel az észrevétellel, valamint a diffúziót méni képes High Angular Resolution Diffusion Imaging-nek, avagy HARDI-nak nevezett eljárás segítségével képet alkothatunk a szövet mikrostruktúrájáról.

A módszernek számos előnye van: beavatkozás nélkül, *in vivo* lehet vizsgálni a szöveteket. Kontrasztanyagot sem igényel, így széleskörűen alkalmazható. Az agyi szövetek esetében ez különösen jól felhasználható, köszönhetően a fehér- és szürkeállomány élesen különböző diffúziós viselkedésének. A sejtek között a vízmolekulák minden irányban közel azonos sebességgel mozognak, azaz a vízmolekulák diffúziója szabályos gömbbel szemléltethető. Ezt úgy írhatjuk le, hogy a szürkeállomány izotróp viselkedést mutat. Az idegsejtek hosszú és vékony nyúlványában, az axonokban jelentősen könnyebben haladnak az axon belsejében, annak tengelyének irányában (hasonlóan egy csőben tapasztalt haladáshoz), mint az axon falát alkotó membránon keresztül. Ezért a vízmolekulák nagyobb valószínűséggel haladnak az axont követve, vagyis a fehérállomány anizotróp viselkedést mutat. Így a fehérállomány pontjaiban egy ellipszoidszerű alakzat szemlélteti a vízmolekulák diffúzióját. Ez nemcsak a fehér- és szürkeállomány elkülönítésére ad lehetőséget, hanem a fehérállományban a pontok preferált irányának követésével lehetséges az idegpályák lefutásának rekonstruálása, feltérképezése is. A módszer neve: traktográfia.

Traktográfira több algoritmus ismert és használt, még nem alakult ki végleges standard. Csoportunk a leggyakrabban használt „line propagation” eljárást alkalmazza a fehérállomány mikrostruktúrájának felderítésére. Ebben az eljárásban a fehér- és szürkeállomány határáról egy tetszőleges kiindulópontból indulunk, ott meghatározzuk a preferált irányt, és követjük, amíg egy új mérési pontba nem jutunk, ahol is az aktuális pont preferált irányára váltunk. Ezt ismétljük, amíg újra a fehér- és szürkeállomány határára kerülünk. A bejárt út alkotja a lekövetett pályát.

A leírt eljárást gyakorlatban a Connectome Mapper Toolkit nevű eszközzel végeztük el. Bemenetként MRI felvételeket vár, a szürkeállomány felosztása első lépésben az úgynevezett Desikan-Killiany atlasz alapján készül, majd a folyamat későbbi pontján, az atlasz alap-

ján kapott régiókat további részekre bontjuk, elvégezzük a traktográfiát, majd a régiókat csúcsokként használva, a lekövetett pályák alapján éleket definiálva a végén megkapjuk az agygráfot.

A Desikan-Killiany atlasznak nagy előnye, hogy az itt definiált agyterületek viszonylag jó megbízhatósággal, automatikusan azonosíthatóak egy MRI felvételen, mivel a szerzők kellő alaposággal definiálták, hogy mely agytekervények mely részei tartoznak az egyes csúcsokhoz. Az atlaszban mindkét agyfélteke nagyjából 34 kérgi ROI-ra (region of interest, azaz „érdekes régióra”) van osztva, de ezen kívül a program képes azonosítani kéreg alatti régiókat is. Ide tartoznak a törzsdücek (bazális ganglionok). De egyéb fontos régiókat, a talamuszt, az amigdalát és az agytörzset is azonosították. Így egy agygráf mindösszesen 83 csúcsból fog állni, azaz ezzel a módszerrel ennyi részre tudjuk osztani az agyat. Ennek további, ismételt finomításával kapjuk a Lausanne2008 atlaszt, ami a program legfinomabb felbontású eredményezi 1015 megkülönböztethető részszel, ahol a fehér-és szürkeállomány határán minden egyes rész megközelítőleg 1,5 cm² felületet foglal el.

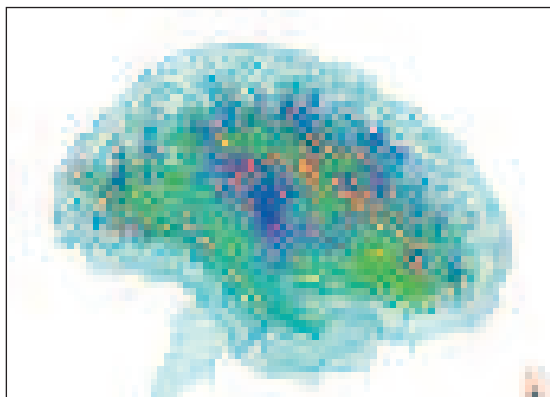
Az agygráfok ebből a felosztásból úgy készülnek, hogy két szürkeállománybeli területet összekötünk egy gráfféllal, ha a két terület között a traktográfia segítségével a fehérállományban futó idegpályákat azonosítottuk. Fontos megjegyezni azt, hogy az axonok, illetve az idegpályák térbeli lefutását nem vesszük figyelembe a gráf konstrukciójakor, csak az összekötöttség tényét. Ez jelentősen egyszerűbbé és jóval kezelhetőbbé teszi azt az óriási adathalmazt, amelyet az MRI felvételekből nyerünk. Azonban a rostok hosszát, illetve a területeket összekötő rostok számát feltüntetjük a gráf élein.

Az agygráfok analízise

Az Amerikai Egyesült Államok nagy Human Connectome Projectje során rengeteg adatot gyűjtöttek, több száz emberről készítettek MRI felvételt és vettek fel demográfiai adatokat (nem, kor), valamint az alanyok pszichológiai kérdőíveket is kitöltöttek. Az adatok minden kutató számára szabadon elérhetőek.

Csoportunk is ezt az adatforrást használta, az MRI felvételekből agygráfokat készítettünk, ezekre különböző gráfelméleti mennyiségeket számoltunk ki, majd ezeket statisztikai módszerekkel elemeztük. Mivel minden alanyról ismert volt a neme és a kora (más személyes adatok adatvédelmi okokból nem), ezért megtehettük azt, hogy az agygráfok gráfelméleti tulajdonságai és a nem/kor között statisztikai összefüggést keressünk: vajon különbözők-e lényegesen a nők/ferfiak, illetve a fiatalok/idősek agygráfja?

Az agygráfoknak megpróbáltuk a lehető legtöbb olyan paraméterét kiszámolni, amelyek az agyról mint hálózatról értelmes és érdekes infor-



A traktográfia eredménye: a felderített idegrostok. Ha egy rost két olyan szürkeállománybeli területet köt össze, amelyek egy-egy gráfcúcsnak felelnek meg, akkor a két csúcsot éllel kötjük össze a gráfban

mációkat közölnek. Mivel a hálózattudomány (network science) eszközeivel már rengetegen vizsgálták az agygráfokat és egyéb biológiai hálózatokat, ezért úgy döntöttünk, hogy nem ezekkel a módszerekkel fogjuk elemezni a gráfokat, hanem ehelyett gráfelméleti algoritmusokat futtatunk le rájuk. Ez azért is bizonyult jó ötletnek, mert e hálózattudomány általában nagyon nagy, sok millió csúcús gráfokat vizsgál gyorsan kiszámolható paraméterekkel, míg nekünk a sokkal kisebb, 1015 csúcús gráfokon lehetőségünk van sokkal bonyolultabb algoritmusokat is futtatni: ezek az algoritmusok a sok millió csúcús gráfokra sok ezer év alatt futnának le, de a mi 1015 csúcús gráfjainkra ez pár nap alatt lehetséges.

Az agygráfok, mint minden gráf, pontokból és a közöttük futó élekből állnak. Minden élre képzeletben számokat írhatunk, hiszen az él két agyterület közötti fizikai kapcsolatot (idegrostokat) jelképez, és nem mindegy, hogy milyen vastag idegrostköteg köti össze ezt a két területet, átlagban milyen hosszúak a köteget alkotó rostok, valamint mennyire volt egyértelmű az MRI alapján lekövetni ezt a köteget. Ugyanis a diffúz MRI felvételeken minden pontban van valamekkora bizonytalansága a víz áramlási irányának, tehát soha nem lehetünk biztosak abban, hogy a traktográfiai algoritmusunk a megfelelő irányban haladt végig a rostoson, és soha nem tévedt el.

Tehát minden élhez sok mérőszámot rendeltünk, amelyek a két agyterület közti kapcsolatot jellemzik. Ezek: a rostok átlaghossza (FiberLengthMean), a lekövetett rostok száma (FiberN), a lekövetett rostok száma osztva a hosszukkal (FiberNDivLength), valamint a frakcionális anizotrópia átlagértéke (FAMean). A frakcionális anizotrópia egy él mentén minden pontban értelmezhető, és annál nagyobb, minél egyértelműbb az adott pontban a folyadékáramlás iránya, tehát minél egyértelműbben mondható meg, hogy az idegrost az adott pontban merre halad. Mivel minden élre több ilyen mérőszámot is „írtunk”, ezért lényegében több súlyozott gráfot hoztunk létre, azaz olyan gráfokat, amelyek éleihez egy-egy szám van rendelve. A súlyozatlan (minden élre 1 van írva) esettel együtt így tehát minden agygráfhoz 5 db súlyozott agygráf tartozik.

Ezután különféle gráfelméleti paramétereket számoltunk ki az agygráfokra. A legegyszerűbb ilyen paraméter az élék súlyának összege, ami a súlyozatlan esetben éppen az élék számának felel meg. Kiszámoltuk a bal- és jobbfélteke élei összsúlyának az arányát, ami tehát az agy lateralizációját írja le bizonyos értelemben. Kiszámoltuk azt is, hogy a két agyfélteke között futó élék hány százalékát adják az összes élnek (súlyozott értelemben). Kerestünk minimális súlyú feszítőerdőt és minimális súlyozott lefogást is, kiszámoltuk a sajátértékhezagot, ami a nagyítógráf- (expander) tulajdonságra utal, azaz hogy a gráfban bármely nem túl nagy méretű csúcshalmaznak mennyire van sok szomszédja. Kiszámoltuk a gráfra a Hoffman-korlátot is, ami a kromatikus számra való alsó becslés.

Ezután statisztikai próbát (ANOVA) alkalmaztunk a gráfparaméterekre. Arra kerestük a választ, hogy a nők/férfiak, valamint a fiatalok/idősek agygráfjának paraméterei statisztikailag különböznek-e. A vizsgált 22 és 35 év közötti korcsoportok között nem találtunk szignifikáns különbségeket, viszont a nők/férfiak agygráfja jelentősen különbözött. Kiderült, hogy a nők agygráfja sokkal több élt tartalmaz, de a féltekék között futó élék és az összes él aránya is nagyobb, mint a férfiak esetében. Szinte minden gráfelméleti paraméter esetén találtunk különbségeket, és ezek általában arra utaltak, hogy a nők agygráfja sűrűbb, jobb összekötöttségekkel rendelkezik, mint a férfiaké. Például a feszítőerdők száma és a sajátértékhezag is sok súlyfüggvényre nagyobb volt. Ebből csak óvatosan szabad következtetéseket levonni, annyit azonban állítha-

tunk, hogy a nők agygráfja több élt tartalmaz, és sok más szempontból is „jobb” összekötöttségekkel, előnyösebb gráfelméleti tulajdonságokkal rendelkezik, mint a férfiaké.

Eljárások a mérési hibák kiszűrésére

Egyes vélemények szerint a női és a férfi agy gráfjainak gráfelméleti paraméterekben mért statisztikai különbségeit az okozza, hogy a férfiak agya átlagosan nagyobb, így az agyterületeket összekötő idegrostok átlagosan hosszabbak, és a traktográfiai eljárások több hibát vétenek a hosszabb rostokon, ezért, bár a férfiaknak sincs kevesebb agyi összekötöttségük az agygráfjukban, a felhasznált módszer nem képes azt megtalálni.

Akármilyen mesterséges kompenzációt is alkalmaznánk ennek a lehetséges hibának a kiszűrésére, valamint biztosan mesterségesen megváltoztatnánk az adatokban, amit nagyon szeretnénk elkerülni. Ezért megnéztük több mint 400 alany agygráfját, és kiválasztottuk a lehető legnagyobb olyan k számot, hogy van k olyan női alany és k olyan férfi alany, hogy a legnagyobb agyú férfi agya a k elemű férfi csoportból is kisebb, mint a legkisebb agyú nő agya a k elemű női csoportból. Ezekre az alanyokra,

$k=30$ esetén, megvizsgáltuk a fenti paramétereket, és megint azt kaptuk, hogy a női agyak gráfjaiban a paraméterek „jobbak”. Tehát nem az agyak mérete, hanem a nem hatása a paraméterek különbsége.

Egyének agygráfjainak különbözősége

Képzeld el, hogy van 392 agygráfunk. Hogyan válaszolnánk meg azt a kérdést, hogy mennyire különböznek egymástól? A csúcsaik ugyanazok, mivel a csúcsok minden gráfban ugyanannak az 1015 agyterületnek felelnek meg. A különböző személyek agya méretben és alakban különbözik, ezeket egy számítógépes program illeszti egymásra. Tehát a 392 agygráf a csúcsaiban megegyezik, és csak az éleiben különbözik egymástól.

Ha bármely két csúcst kiválasztva vagy az teljesülne, hogy a csúcspár mindegyik gráfban össze van kötve, vagy az, hogy egyikben sem, akkor az agygráfok nem különböznenek egymástól. Minden más esetben viszont igen. Ezt a különbözőséget szeretnénk leírni.

Egy lehetőség a különbözőség leírására az, hogy megszámloljuk, hány olyan csúcspár van egyes agyi területeken, amely legfeljebb 1,2,3,...,392 agygráfban van éllel összekötve, és az így kapott számokat egy grafikonon ábrázoljuk.

Ez utóbbi megközelítést alkalmaztuk az egyik munkánkban [2], mégpedig úgy, hogy minden egyes agygráfot szétszöttünk lebenyek, illetve még kisebb egységek szerint, és a különbözőségeket számlítottuk ki, illetve ábrázoltuk függvényekkel. Azt találtuk a Human Connectome Project 392 alanyának agygráfjaiból kiindulva, hogy a halántéklebeny és a 95 csúcst tartalmazó nyakszirti lebenyhez tartozó agygráfok a legváltozatosabbak az alanyok között, míg – meglepetésünkre – a homloklebeny agygráfja kevesebb változatoságot mutatott. *

Irodalom

- [1] Balázs Szalkai, Bálint Varga, Vince Grolmusz: Graph Theoretical Analysis Reveals: Women's Brains Are Better Connected than Men's. PLoS ONE 10(7): e0130045 (2015) doi:10.1371/journal.pone.0130045
- [2] Csaba Kerepesi, Balázs Szalkai, Bálint Varga, Vince Grolmusz: Comparative Connectomics: Mapping the Inter-Individual Variability of Connections within the Regions of the Human Brain, *arXiv*, arXiv:1507.00327 (2015).

KALOTÁS ZSOLT

Az Év Természetfotósa pályázatról a zsűri elnökének szemével

A Magyar Természetfotósok Szövetsége 2015-ben immár 23. alkalommal hirdette meg hazánk legnagyobb természetfotós versenyt, „Az Év Természetfotósa” pályázatot. A megméretetés teljesen nyílt volt, amatőr és hivatásos természetfotósok is indulhattak rajta, és az elmúlt évekhez hasonlóan a szomszédos országok magyarok lakta területeiről is többen beneveztek. Úgy tűnik, hogy a pályázat továbbra sem veszít népszerűségéből, mert ebben az évben is közel 300 pályázó összesen 3410 képe érkezett be a szervezőkhöz.

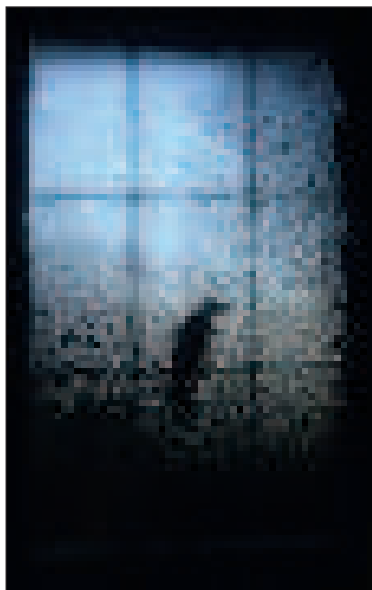
Az idén is elismert természetfotósokból és fotóművészekből álló szakavatott zsűri bírálta el a beküldött fotókat. A zsűri tagjai a következők voltak: *Bánkuti András* fotóművész, a Digitális Fotó Magazin főszerkesztője, *Berta Béla* fotóművész, természetfotós, *Dombovári Tibor* fotóművész, az Év Természetfotósa 2002-ben, *Heltai Csaba*, a National Geographic magazin művészeti vezetője, *Kalotás Zsolt* természetfotós, az Év Természetfotósa 2001-ben (a zsűri elnöke), *Selmeczi Dániel* bűvárfotós, az Év Természetfotósa 2014-ben és *Suhayda László* természetfotós. A felkért bírálók három részletben értékelték a beérkezett pályamunkákat. Az első körben csak arra szavaztak, hogy melyik kép kerüljön a középdöntőbe. A második fordulóban a továbbjutott mintegy 500 képet már 1-től 10-ig pontozták, és a legjobb eredményt elérő kb. 200 fotó került a záró fordulóba, ahol a zsűri kiválasztotta a kiállításra kerülő képeket, majd mind a 14 kategóriában odaítélte a díjakat, illetve megnevezte a különdíjas pályaműveket. A zsűrizés – az elmúlt évek gyakorlatában már megszokott módon – a díjak odaítéléséig teljesen nyilvános volt, és az érdeklődők a Fotoklikk.hu jóvoltából egyenes adásban követhették az interneten.

A zsűri 62 szerzőnek összesen 102 képét választotta ki a kiállításra. Hagyományosan a Magyar Természetudományi Múzeumban megrendezett kiállításon a werk fotókkal együtt 117 képet mutattak be a pályázatra beérkezett anyagból. Örömteli volt, hogy ebben az évben is fálra kerültek olyan képek, amelyeknek szerzői eleddig igazán széles körben voltak ismertek, de az is örömdetes volt, hogy évről évre több természetfotós hölgy fotóival ismerkedhetünk meg a kiállításon. Ezek a tények nyilvánvalóan azt jelentik, hogy a természetfotózás népszerűsége tovább növekszik hazánkban, és ma már kortól és nemtől függetlenül széles réteg foglalkozik szabadidejében a természet szép és ritka pillanatainak megörökítésével.

Ha valaki felvetné, hogy értékeljem röviden a pályázatot, nehéz helyzetbe kerülnék. Többek között azért, mert óhatatlanul fogózkodókat keresnek, és a korábbi pályázatok kiállítási anyagának színvonalához mérve próbálnám minősíteni „Az Év Természetfotósa 2015” pályázatot. Ez a megközelítés azonban, azon kívül, hogy szubjektív, még csalóka is, mert figyelmen kívül hagyja azt a fálra nem került mintegy 3300 képet, ami a zsűri elé került, de végül nem lett a kiállítási anyag része. Éppen ezért az ilyen kérdésre kivülrőlként én bizonyosan ki-

térő választ adnék. Most azonban abban a szerencsés helyzetben vagyok, hogy a zsűri elnökének szemével értékelhetem az idei pályázat képeit, és hogy mivel a korábbi pályázatok elbírálásában is gyakorta részt vettem, így van némi összehasonlítási alapom.

Mint mindennek, ennek a pályázatnak is voltak negatív és pozitív tapasztalatai. A negatívak voltak kisebbségben, így ezekkel érdemes kezdeni. Az egyik megállapításom a képanyagot értékelve az volt, hogy nagyon sok – egyébként technikailag kifogástalan – fotó készült azokban a bérelhető lesekben, amelyek lehetőségeket biztosítanak a kevés szabadidővel rendelkező és átlagosnál gyengébb biológiai felkészültségű hobbifotósoknak. Ezzel egyébként semmi baj nem lenne, mert a természetfotózásnak ez az újfajta gyakorlata természetvédelmi szempontból mindenképpen pozitívan értékelendő, hiszen nagyon sok embernek nyújt élményt. A résztvevők szinte testközeliségből figyelhetik meg a vadon élő állatok viselkedését, sőt a detektívüveges leseknek hála, még kiváló dokumentumképeket is készíthetnek róluk anélkül, hogy az a legkevésbé zavarná a fotóalanyokat megszokott élettevékenységükben. Ez a módszer nagyon sok embert képes megnyerni a természetvédelem ügyének is. Ugyanakkor az ilyen lesekben készült fotóknak elvész az egyedisége, mert ugyanabból a nézőpontból gyakorlatilag bárki képes minden előképzettség nélkül megörökíteni a les előtt napi rendszerességgel megjelenő állatok tevékenységét, és ráadásul mindezt azonos környezetben! Az ezekben a lesekben készített felvételek tökéletesen megfelelnek természetfotó témájú emlékképeknek, dokumentumképeknek a készítő számára, ugyanakkor szinte esélytelenek arra, hogy bejussanak az év legnagyobb természetfotós seregszemléjén kiválasztott legjobb képek közé. A zsűri megítélése szerint ugyanis egy természetfotó attól válik kiemelkedő alkotássá, ha a téma megvalósítása alapvetően egyéni ötleten alapul, ha az alkotó olyan néző-



Ritzel Zoltán: Párás ablak

pontot választ, ami már önmagában is szokatlan, ha a kép kompozíciója, szerkezete nem sablonokra épül, ha színvilága nem mindennapi és erősíti a kép mondanivalóját. Legfőképpen akkor lesz valóban értékes, ha nem vagy nehezen megismételhető! Meghatározónak számít a zsűri szemében a kép megpillantása láttán létrejövő első élmény, ami alapvetően meghatározza a fotó további sorsát a versenyben. Mivel a zsűrizés szubjektív elemeken alapuló tevékenységnek számít, az úgynevezett „első találkozás élménye” sok esetben döntő szempont lehet. Egy igazán jó természetfotónak ugyanis már az első alkalommal hatnia kell, érezni kell rajta az egyediséget, a pillanat varázsát, az esztétikai magaslatokat! Minden egyéb értéket nevezet jellemző csak ezt követően jöhet szóba. Ha például a fotó magas technikai színvonalú, ha a bemutatott téma gyönyörűen, élesen jelenik meg a képen, ha szerkezetileg látszólag minden a helyén van, mindez még nem elegendő egy ilyen versenyen a sikerhez. Nagyon nagyok ma már

az elvárások, magasak a követelmények! A „déja vu” hatású képek általában nem jutnak tovább az első rostán, mert, ahogy a művészetben az epigonoknak sem teremhet sok babér, a természetfotózásban sem szeretik a szolgálai másolókat. És ezek a pályaművek természetesen az első szűrőn fennakadnak. Ugyancsak kiesnek a versenyből a rosszul komponált, hibásan exponált vagy az amatőr digitális feldolgozáson keresztül ment fotók is.

Az igazán kiemelkedő természetfotót mindig az jellemzi, hogy mögötte tetten érhető az alkotó ember, akit egyéni látásmód jellemz! És ilyet csak az készít, aki komolyan veszi, sőt hivatásnak tekinti ezt a műfajt, aki tiszteli a természetet, amely folyamatosan új és új témát kínál számára, és aki kitartóan és tudatosan készül egy-egy művészeti alkotás, egy valóban egyedi természetfotó létrehozására.

De nézzük csak, mit nyújtott nekünk „Az Év Természetfotósa 2015” pályázat. Elsőként is örvendetes sokféleséget, és kiegyenlített magas színvonalat mind a 14 meghirdetett kategóriában. Terjedelmi korlátok miatt csak néhány kép kiemelésére van mód, és talán kiemelésem szubjektív, de ezek a képek valóban méltóak arra, hogy beszéljünk róluk.

A „Kezünkben a Föld”, vagyis az ember és a természet kapcsolatait bemutató kategóriában *Ritzel Zoltán: Párás ablak* című fotója lett a győztes, és emellett elnyerte a Magyar Fotóművészek Szövetségének különdíját is. Ez az a kép, ami a 2014. évi párizsi madárfotós pályázaton is nagydíjas lett. A szerző roppant egyszerű eszközökkel operált, a látvány mégis óriási hatású. A beparásodott tanyablaknál megjelenő harkály árnyképe szinte szimbólummá válik, és bár nem történik semmi különös, nehezebb líraiabb módon visszaadni azt az érzést, hogy az ember és környezete milyen nagy egymásrataltságra él. A Bonyhádon élő fotósnak nem ez az első jelentős sikere a naturArt pályázatán. Az elmúlt években többször is elkápráztatta már a zsűrit és a közönséget egyéni hangulatú alkotásaival.

Hogy a humor se maradjon el ebből a kategóriából, arról *Szabó Ilona: Elemi ösztön* című képe gondoskodott. A kiskutyájával a Balatonban fürdőző nőt megtámadó bütykös hattyút bemutató fotó valódi telitalálat. És bár tudjuk, hogy korántsem veszélytelen egy ilyen szituáció, a nézőnek mégis mosolyra húzódik a szája az ölebet védő kétségbeesett gazda, és a felbőszült, territóriumát védő madár láttán. Sokan a hattyúkat barátságos, táplálékot kolduló madárnak hiszik, nem ismerik ilyen félelmetes fűriaként.

És ha már a humoros fotóknál tartunk, számomra megnyugtató volt, hogy a „Madarak és viselkedésük” kategóriában sem valami véres akciófotó került az első helyre, hanem egy olyan kép, amelyen maga a madár szinte nem is látszik. *Mánfai Bence* víz alá bukó szárcsájának ugyanis csupán az úszóhátyás lábai láthatók, mivel a láb gazdája épp az expozíció pillanatában bukott hatalmas csobbanással a víz alá! A szerző a különleges mozdulat kiváló megragadásáért a kategória első díja mellett még két különdíjjal is gazdagodott. A madaras kategóriában második helyezést elért *Madárszellem* című képen sem látszik madár, csupán annak ablaküvegen megmaradt „élethű lenyomata”. *Kállai Márton* meglátta a témát és roppant egyszerű módszerekkel meg is örökítette. A szellemé vált madár képe ily módon egy egész történetet mesél el a nézőnek.

Nem hiányoznak a kiállítás palettájáról a természet monumentalitását érzékeltető fotók sem. Közülük is legmegkapóbb „Az állatok és környezetük” kategóriájának legkiemelkedőbb fotója. *Palcsok István* lélegzetelállító természetfotója az erdélyi havasokban készült. A képen a tiszteletet parancsoló hegyek felett hajnali párában átrepülő hollót láthatunk. A fotó a táj atmoszféráját olyan erőteljesen képes visszaadni, hogy szinte érezzük, milyen aprók vagyunk mi emberek ebben a fenséges, de ugyanakkor rideg világban. Ugyanez az érzés fogja el a nézőt a fekete-fehér kategória győztes képe előtt. *Lang Nándor: Ébredő Nap, szunyadvó Hold* című fotója



Forster Ádám: Életfa

láltán már a világmindenséghez kell, hogy mérjük magunkat, és rá kell döbennünk, mennyire magunk vagyunk mi emberek az űr végtelen galaxisai között, és mennyire fontos számunkra, hogy Földünk, az életet adó bolygó minél tovább fennmaradjon.

A földi élet nagyszerűségét és az élet körforgását hirdeti a *Forster Ádám* Természet Világa-küldíjas fotója is, amely 49 expozíció eredményeképpen jött létre úgy, hogy a szerző ezeket a képeket egy különleges technika segítségével egy képpé formálta. *Az életfa* című képen látható tölgyfát glóbuszszerű keret övezi. A tölgyfa, ami több európai kultúrában az életerő jelképe, a fotós segítségével így válik a földi élet megtartásának szimbólumává.

A vadfotók közül rám *Krizák István: Párhaj* című képe volt a legnagyobb hatással. Meglehetősen sok képet láttam már verekedő gimbiákról, azonban ez a fotó valahogy

mégis más. Sugárzik belőle az ősi erő, és szinte érezni az egymáshoz közeledő testek mozdulatlanágának dinamikáját. A kíméletlen küzdelem pillanatát a szerző nem az erdő színorgiájának háttérével, hanem az alkony színeinek, baljós árnyalatainak közepette mutatja be, és ez még tovább növeli a harc drámaiságát.

Különlegesen üdítő élményt jelentettek számomra *Haarberg Orsolya* Skandináviában és Izlandon készült képei is. Orsolya volt az, aki 2009-ben első nőként érdemelte ki „Az Év Természetfotósa” címet, és ezt a kiemelkedő sikert két év múlva képes volt megismételni. Azóta nemzetközi szinten is a legjobbak között tartják számon. Tehetségének, kitartásának, sokoldalúságának köszönhetően ma már a National Geographic külsős fotósa, aki férjével Erlenddel nagy sikerű könyveket és képriportokat készít a csodás északi tájakról. Kiváló tájfotói, különleges sarkvidéki hangulatot árasztó makrofotográfiái, emlős- és madárfotói rendre bizonyítják kiemelkedő kompozíciós készségét és maximalizmusát. A pályázaton most is több képét díjazták. Orsolya ezzel az eredménnyel ismét igazolta, hogy méltán került be a nemzetközi természetfotózás élvonalába.

Sok meglepetést hozott a 2015. évi nagy természetfotós seregszemle, egy dolog azonban borítékolható volt: ha *Máté Bence* is indul a pályázaton, akkor a fődíjat akár már oda is lehet adni neki. Bár a pályázat anonim volt, Bence képeinek többségét a természetfotózás iránt érdeklődők már jól ismerhették. Egyrészt azért, mert nem titkolózós típus, de azért is, mert számtalan nemzetközi pályázaton szerepelt eredményesen fotóival. Sikereitől hangos a nemzetközi és a hazai média, képei nagy népszerűségnek örvendenek az interneten is. A meglepetés inkább csak az volt, hogy most nem a madár kategóriában vitte el a pálmát, és az, hogy idén nem mutatott akkora fölényt a többi pályázóval szemben, mint azt megszokhattuk

tőle. Ugyanakkor ragaszkodott régi szokásához, hogy mindig valami újjal lépje meg a zsűrit és a természetfotózás rajongóit. Az „Emlősök és viselkedésük” kategóriában első díjas képének méltán adta a *Tűzijáték* címet, hiszen az éjszaka készített fotón látható pancsoló vidracsalád az állandó megvilágítás, az ellenfény és a több vaku villanásának együttes hatására valóban úgy szórja szerte szét a vízceppeket, mintha egy nagy tűzijáték alatt játszanának. Csodálatos, egyedi fotográfia! Bence mégsem ezzel a képpel aratta a legnagyobb sikerét, hanem a *Lépeselőny* című fotójával, ami a legújabb ötleten alapulva készült el. Az éjjel halászó szürke gém lopakodását mutatja be fázisonként egyetlen képen, oly módon, hogy a tartós megvilágítás és a vakuzás kombinációjával létrejött képen úgy tűnő, szellemadarak járnak éjszakai táncukat. Ennek a képnek szavazta meg a zsűri az *Év Természetfotója* díjat, azzal a dicsérettel, hogy ez egyben a pályázat legkreatívabb fotója is! Máté Bence összetett teljesítménye alapján elnyerte az *Év Természetfotója* kitüntető címet is, és így ötödik alkalommal lett a pályázat fődíjasa. Ez olyan kiemelkedő eredmény, ami rajta kívül még senkinek sem sikerült!

Az *Év Ifjú Természetfotója* címet portfóliója alapján a vajdasági *Szekeres Levente* nyerte el. Ez a tehetséges ifjú fotós már korábban is

szerepelt madárfotóival az *Év Természetfotója* pályázat kiállításain, de az igazán átütő sikert ez az év hozta el számára. Az ifjúsági kategóriában első díjat kapott képe akár egy felnőtt, tapasztalt természetfotós is becsületére válna, olyan kiforrott kompozíciókészségről és egyedi látásmódról tanúskodik. Úgy gondolom, hogy ez a kiemelkedő siker meg fogja alapozni ifjú fotósunk karrierjét, és nem lennének meglepve, ha a jövőben nemcsak „hazai pályán”, hanem már a nemzetközi mezőnyben is komoly eredményeket érne el. Az elmúlt három évben mutatott fejlődését látva, ez egyáltalán nem tűnik lehetetlennek.

Az „Év Természetfotója 2015” pályázat képeiből rendezett kiállítás december 31-ig látható a Magyar Természettudományi Múzeum kupolatermében. Ezt követően vándorkiállítással alakul, hogy az ország több helyén is bemutatkozhatson. Akik azonban akadályoztatásuk miatt nem tudják megnézni ezeket a tárlatokat, azoknak sem kell nélkülözniük az élményt, hiszen az Alexandra Kiadó most is megjelentette a pályázat képeiből szerkesztett albumot, amelyben nemcsak a fotókban gyönyörködhetnek az olvasók, hanem a szerzők „önvallomásai” alapján betekintést nyerhetnek a természetfotózás terepi kulisszatitkaiba is.

Az Év Természetfotója 2015 fotópályázat végeredménye

I. Kezünkben a Föld

1. Ritzel Zoltán: Párás ablak
2. Tökölyi Csaba: Acélzátony
3. Szabó Ilona: Elemi ösztön

II. A madarak viselkedése

1. Mánfai Bence: Kacsaláb
2. Kállai Márton: Madárszellem
3. Jakab Flóra: Szegény ágat a madár is húzza...

III. Az emlősök viselkedése

1. Máté Bence: Tűzijáték
2. Laki Zoltán: Gladiátorok
3. Haarberg Orsolya: Ugró hermelin

IV. Az állatok viselkedése

1. Jakab Tibor: Csillogó szerelem
2. Vadász Sándor: Futásban
3. Szabó Ilona: Kimerülésig

V. Az állatok és környezetük

1. Palcsek István: A holló birodalma
2. Kis Csaba: Pókerdő
3. Tökölyi Csaba: Hippocampus denise

VI. Az állatok szemtől szemben

1. Máté Bence: Diadalív
2. Előd László: Lepényhal
3. Daróczy Csaba: Golden eye

VII. Növények és gombák

1. Márki Levente: Fagyos tavasz
2. Szabó Ilona: Széllel festett
3. Potyó Imre: Spórafelhő

VIII. Kompozíció, forma és kísérletezés

1. Haarberg Orsolya: Jég labirintus
2. Dr. Simán László: Különös kreatúra
3. Pohl András: Mesél az erdő

IX. Tájak

1. Laki Zoltán: Élet a dűnén
2. Szabolcs Gergely: Megtört csend
3. Laki Zoltán: Utolsó fények

X. Élet a vízfelszín alatt

1. Előd László: Sügér és muréna
2. Násfayné Kőházi Mária: Nyüzsgés
3. Előd László: Tűzhalak vadásznak

XI. Napnyugtától napkeltéig

1. Gergely József: A hold árnyéka
2. Máté Bence: Tejút
3. Potyó Imre: Nászéjszaka

XII. Fekete-fehér természetfotók

1. Lang Nándor: Ébredő Nap, szunnyadó Hold
2. Daróczy Csaba: Hózápor
3. Tökölyi Csaba: Vesturhorn

XIII. GDF–SUEZ – A természet energiái

1. Haarberg Orsolya: Godafoss, az istenek vízesése
2. Vanik Zoltan: Villámok a Balatonnál
3. Pajor Tamás: Fátyolistennő

XIV. Ifjúsági kategória

1. Szekeres Levente: Pöttyön pók
2. Pálhegyi Simeon: Sziluettes szarvasok
3. Szekeres Levente: Mr. és Mrs. Black

Különdíjak:

A Nimród vadászujság különdíja
Krizák István: Párbaj

A Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület különdíja
Vörös Lóránt: Gyöngybagoly a mocsár felett

A TermészetBúvár magazin különdíja
Dr. Fodor Ferenc: Az egyszarvú

A Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat különdíja
Forster Ádám: Életfa

Az Uniqlab Kft. különdíja
Pálhegyi Simeon: Csendben

DÉMÁSZ különdíja
Kerekes M. István: Homage to Hitchcock

A Sakertour Team különdíja
Mánfai Bence: Kacsaláb

A Magyar Fotóművészek Szövetsége különdíja
Ritzel Zoltán: Párás ablak

Az Év Búvárfotója 2015 – A PapuaParadise EcoResort különdíja
Előd László

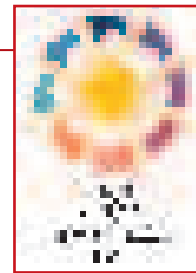
A naturArt Dr. Tildy Zoltán-különdíja
Mánfai Bence: Kacsaláb

Az Év Természetfotója 2015-ben
Máté Bence

Az Év Ifjú Természetfotója 2015-ben a benyújtott portfólió alapján
Szekeres Levente

Az Év Természetfotója 2015-ben
Máté Bence: Lépeselőny

A Hide Photography különdíja Az Év Ifjú Természetfotója 2015-ben a benyújtott portfólió alapján
Szekeres Levente



TÓSZEGI ZSUZSANNA

Petzvál József újjáteremtett objektíve

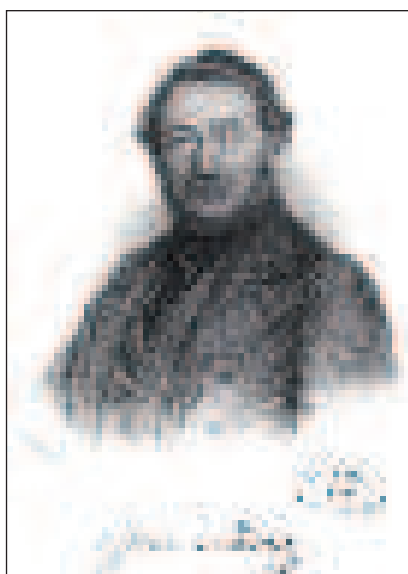
Egy és háromnegyed évszázad nagy idő, kiváltképp a műszaki fejlesztésben, a technikai eszközök életében. Az idő tájt, 1840-ben még az első ipari forradalom zajlott: az automobil, a villanyvilágítás, a telefonhírmondó – és megannyi, a társadalmi életet alapvetően befolyásoló találmány – csak később születik meg.

Magyarországon az 1840-es év egyik fontos eredménye a gyáralapítás szabadságáról szóló törvény életbe lépése, melynek következtében hirtelen fejlődésnek indult a vas-, gép- és szerszámgyártás, felváltva az élelmiszeripar egyeduralmát. Országszerte megjelentek a gőzkalapácsok, gőzhengerművek, papírgyárak, kőedény- és porcelángyárak.

Szinte elképzelhetetlen, hogy manapság az 1848-as forradalom előtt készített műszaki eszközöket használjunk: szenes vasalóval vasalunk, mángorlóval mossunk. Jószerével minden akkori eszközt maga alá temetett az idő, de mégis van kivétel. Ezek közé tartozik *Petzvál József* két zseniális fényképezési objektívje, amelyek óriási sikerük és népszerűségük folytán alapjaiban változtatták meg a fotográfiát. A Petzvál-féle objektívekből a XIX. század folyamán mintegy 60 000 darabot gyártottak, és abban a fél évszázadban a fényképfelvételek közel 90%-a ilyen lencsékkel készült.

A gyűjtők azóta is nagy becsben tartják a Petzvál-objektíveket. Ezért is keltett szakmai körökben óriási feltűnést, amikor a jó nevű fotós cég, a *Lomography* 2013-ban közölte: újra akarják gyártani Petzvál portréobjektívjét, méghozzá a ma legelterjedtebb digitális kamerákhoz illeszkedő kivitelben. A fejlesztéshez szükséges összeg gyűjtését a *Kickstarter* közösségi oldalon hirdették meg, váratlanul nagy sikerrel. Az elkészült objektív fogadtatása olyannyira kedvező volt, hogy a *Lomography* elhatározta: a Petzvál nevéhez fűződő másik objektívet is újragyártatja az eszköz születésének 175. évfordulója tiszteletére.

A most, 175 évvel később kifejlesztett, nagy fényerejű (F/1.9), 58 mm-es gyűjtőtávolságú lencse, a *New Petzval 58 Bokeh Control Art Lens* a *Lomography* sikeres művészeti objektív-családjának legújabb tagja. Az új lencséhez egy szabályozó



Petzvál József

gyűrű is készül, amellyel az éles képsíkon kívül oly módon lehet szabályozni az örvénylő „bokeh” hatást, ahogy a fotósoknak erre mindeddig nem volt lehetőségük.¹

Petzvál életművének elismerése

A Petzvál-objektívek feltámasztása azért is rendkívül öröndetes, mert a XIX. század derekán világszerte ismert akadémikusról, az általa elért eredményekről ma már igen kevesen tudnak. A maga korában rendkívüli sikereket elérő tudós feltaláló számos rangos elismerésben részesült, melyek közül itt csak a legfontosabbakat soroljuk föl.

A bécsi *Tudományos Akadémia* előfutárának számító természettudományi társaságnak (*Freunden der Naturwissenschaften in Wien*) aktív tagja volt. A tagtársak közül jó néhányat – köztük Petzvált – az elsők között választották meg az újonnan alakuló tudományos testület rendes tagjává 1849. június 19-én.²

¹ Look Back to the Future.

² Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

I. Ferenc József császár a trónra lépésekor alapította a *Ferenc József-rendet*, melyet első ízben 1850-ben adományozott az arra érdemeseknek. A császári udvar által nagyra becsült Petzvál professzor a rend lovagkeresztjét kapta meg.³ 1877. évi nyugdíjba vonulásakor pedig a császár udvari tanácsosi (Hofrat) címet adományozott számára.

A *Magyar Tudományos Akadémia* 1873-ban választotta külső tagjává. A megtisztelő címet saját kezűleg írt, magyar nyelvű levélben köszönte meg. Petzvál sorai megdobogtatják a magyarok szívét: az Arany Jánosnak címzett levélben fontosnak tartotta hangsúlyozni, hogy ő „a magyar hon hű fia”.

Halála után a bécsi *Photographische Gesellschaft* – amelynek alapító tagja volt – ápolta legintenzívebben az emlékét. A társulat fennállásának 40. évfordulójára a tagok elhatározták, hogy emlékművet emeltetnek Petzválnak, és kezdeményezik, hogy Bécsben utcát nevezzenek el róla. Az *Anton Brenek* szobrászművész által faragott márvány domborművet az egyetem panteonjában, nagy ünnepség keretében avatták föl 1901-ben.

1904-ben Bécs város tanácsa díszsírhelyet adományozott Petzvál professzornak a központi temetőben, a nevezetes személyiségek nyughelyén, ahol 1905-ben avatták föl a sír-emlékét. A főpályaudvar szomszédságában, a Károly-templom mellett lévő utcát, idős kori lakóhelyét is ekkor nevezték el róla.⁴

Szepesbélai szülőházában 1964-ben adták át a Petzvál Emlékmúzeumot, amelyben az életére és munkásságára vonatkozó dokumentumokat, tárgyi emlékeket gyűjtötték össze.

A Hold túlsó oldalán egy kráter viseli Petzvál József nevét. 1980-ban a tátralomnici Csillagászati Intézet és cseh tudósok kezdeményezésére egy kisbolygót róla neveztek el, arra emlékeztetve a ma emberét, hogy a XIX. század végén jó néhány kisbolygó felfedezését a Petzvál-lencsék tették lehetővé.⁵

³ Petzval, Josef Max.

⁴ Majoros, i.m. 34.p.

⁵ Petzval, Jozef Maximilián.

Útja a mérnöki diplomáig és matematikai doktorátusig

Szepességi cipster családban, a helybéli kántor második fiaként, 1807. január 6-án született Szepesbélán. Két évvel fiatalabb öccse, Ottó a bátyjához hasonlóan fényes karriert futott be: egyetemi tanárként működött, és kimagasló munkássága elismeréseként 1858-ban a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagjává választották.

József elemi iskolai tanulmányait Késmárkon kezdte, majd a podolini piarista gimnáziumban végezte el az első három grammatikai osztályt. Apja kényszerű munkahelyváltása miatt a család Lőcsére került, ezért József a gimnázium felső osztályait itt abszolválta. A *Kassai Királyi Akadémiára* ösztöndíjasként került, ahol örömmel fogadták a kiváló felkészültségű, céltudatos fiatalembert. Ottani tanárai közül ketten is kiérdemelték, hogy az életrajzírók megemlékezzenek róluk. *Barlay* tanár úr nemcsak a matematika szépségeire hívta fel tanítványai figyelmét, hanem az iskolai órák után is foglalkozott velük, fejlesztve vitakészségüket, önálló gondolkodásra való képességüket. A latin nyelvet a legmagasabb fokon művelő *Magyar József* ékesszólással, gazdag szókinccsel megáldott stílusa Petzvál életében a későbbiek során busásan kamatozott. Az ő későbbi tanítványai sem győzték magasztalni sodró lendületű, magával ragadó előadómódját, amellyel a száraz matematikai stúdiumokat is hallatlanul érdekessé tudta tenni.

Petzvál elhatározta, hogy a rangos pesti *Institutum Geometricumban* (a mai Műegyetem jogelődjében) tanul tovább. Az ehhez szükséges összeget az Almássy grófi család háziatitójaként teremtette elő. Elhatározását sikerre vitte: 1828-ban avatták mérnöké.

Egyik professzora ajánlására került Pest város szolgálatába, ahol árvízmentesítési, városrendezési feladatokban működött közre. A frissen végzett ifjú mérnök nagy feltűnést keltett azzal, hogy mérésekkel és számításokkal bizonyította, hogy a városi Szépészeti Bizottmány által 1809-ben készített és jóváhagyott tervek elhibázottak voltak. Petzvál azzal érvelt, hogy addig hiába építenének gátakat, amíg a város egyes területei az árvízszint alatt fekszenek. A Petzvál által pontos mérésekkel alátámasztott terveket a pozsonyi kancellária erőteljesen támogatta – a városi vezetők ennek ellenére nem váltották valóra, pedig megmenhették volna Pestet a néhány évvel később bekövetkezett pusztító árvíztől.

Pest városának főmérnöke Petzvára bízta az 1832. évben fenyegető árvíz elhárítási

munkálatait, amelyeket sikerrel teljesített; a város megmenekült. „Jutalmul” azonban megrovást kapott, amiért túllépte a kiszabott költségkeretet.

1832 más szempontból is fontos dátum volt a fiatal Petzvál életében. Mérnöki munkája mellett folytatta tanulmányait a pesti egyetemen, és abban az évben sikeresen doktorált matematikából. A doktorátus megszerzése után megkezdte egyetemi oktatómunkáját, amelyet egészen 70 éves koráig folyamatosan gyakorolt.

Egyetemi tanári tevékenysége⁶

Egy évvel később, 1833-ban meghirdettek egy professzori állást a pesti egyetem felsőbb matematika tanszékén. Amikor – egyedüli folyamodóként – Petzvál elnyerte az állást, akkor otthagya a városi szolgálatot. Szinte ugyanabban az időben a bécsi egyetem is kiírt egy hasonló pályázatot, amelyre hatodmagával Petzvál is benyújtotta a jelentkezését.



A Lomography által újraalkotott Petzvál-objektív

totta a jelentkezését. A bécsiek komoly megmérettetésnek tették ki a pályázókat, amelyen egyértelműen a magyar jelölt szerepelt a legjobban. Az intrikák miatt azonban a döntés hosszan elhúzódott – sokan ellenezték, hogy egy magyar, ráadásul rendkívül fiatal, oktatási tapasztalatok nélküli ember kapja meg ezt a fontos állást. Végül *Lajos főherceg* azzal döntötte el a kényes kérdést, hogy kikérte *József nádor* véleményét, aki igen jó véleménnyel volt Petzvál pesti mérnöki tevékenységéről. A nádor ajánlására *V. Ferdinánd* császár 1836. november 19-én Petzvál Józsefet kinevezte a bécsi egyetem felsőbb matematika tanszékére professzornak.

Az állást 1837-ben foglalhatta el Bécsben. Ettől kezdve negyven éven át, megszakítás nélkül oktatta matematikára az egyetem diákjait. A visszaemlékezésekből tudjuk, hogy az órákon nem kellett katalógust tartania, mert nem voltak hiányzók. A hallgatók rajongtak érte: az egyetem előtt várták professzorukat, aki az előadások után még

⁶ A fejezethez Erményi Lajos műve szolgált forrásul.

együtt sétált és beszélgetett velük.

Néhány barátját kivéve, kollégáival korántsem volt ilyen jó viszonyban. Sokan féltékenyen konstatálták, milyen jó kapcsolatot ápol a diákjaival. A többség pedig soha nem bocsátotta meg neki, hogy keményen kirohant az osztrák egyetemi oktatás gyöngye színvonala ellen: „szelíd barmokat nevelő istállóknak” bélyegezte az oktatási rendszert, amely csak „elvéve szállít önálló gondolkodásra képes, nemes vadat”.

Bécsben 1850-ig kizárólag a vezetés által meghatározott rend szerint folyhatott az egyetemi oktatás, az órákon pusztán az engedélyezett tananyagot adhatták elő. A viszonylagos tanszabadság csak 1850 után érvényesülhetett; ekkortól kezdve a tanárok határozhatták meg, mit oktatnak az egyetem falai között.

Tanítványai csodálták kiváló felkészültségű, lángeszű professzorukat, aki lebilincselően szellemes stílusban adta át tudását a matematika alapjaitól a felsőbb matematikai stúdiumokig. Míután szabad kezét kapott a tananyag összeállítására, Petzvál a fizika és a matematika különböző kérdéseivel foglalkozott előadásiban.

Hetvenedik születésnapjára tisztelői és hálás tanítványai egy díszes kivitélű pergament készítették nagyra becsült mesterüknek. Az iratban „örömteljes hálájuknak” adtak kifejezést, amiért „szellemének napja soknak világított, sugarai soknak leplezték le a tudomány dicső és isteni képét”. A hálátelt tanítványok által szerkesztett irat egyben búcsú is volt: Petzvál a 70. születésnapján visszavonult a katedráról. Ez alkalmából az egyetem professzor emeritusi címet adományozott számára.

A fotográfia születése

A XIX. század első felének egyik meghatározó vívmánya abból a törekvésből fejlődött ki, hogy az emberek mindig szerették volna megörökíteni életük meghatározó eseményeit, a környezetüket, a természet szépségeit – és nem utolsósorban önmaguk képét. A polgárságot már nem elégitették ki a vallási vagy mitológiai témák; a valóságú ábrázolást részesítették előnyben.

Az 1830-as években Franciaországban jutottak legközelebb ahhoz, hogy a valóság egy adott részletét rögzítsék. *Niépce* és *Daguerre* külön kezdte, majd együtt folytatta a képrögzítés technikájának kifejlesztését. *Niépce* váratlan halála után *Daguerre* egyedül folytatta a munkát, amely végül sikerrel zárult. Az új találmányt 1839.

augusztus 19-én mutatták be a *Francia Tudományos Akadémián* az egész Európából összegyűlt érdeklődőknek. Az eseményen ott volt *Metternich* kancellár küldötte, a bécsi egyetem professzora is. *Von Ettingshausen* hazajöve ezt írta a kancellárnak: a *Daguerrotyp* készülék „sebezhető pontja a csekély fényerejű lencse”, s az ebből adódó hosszú „levételi” idő. Véleménye szerint a fotográfiához hiányzó lencse kifejlesztésére az osztrák birodalomban egyetlen ember, Petzvál József vállalkozhat a siker reményével, aki már Pesten is foglalkozott a távcsövek elméletével.⁷

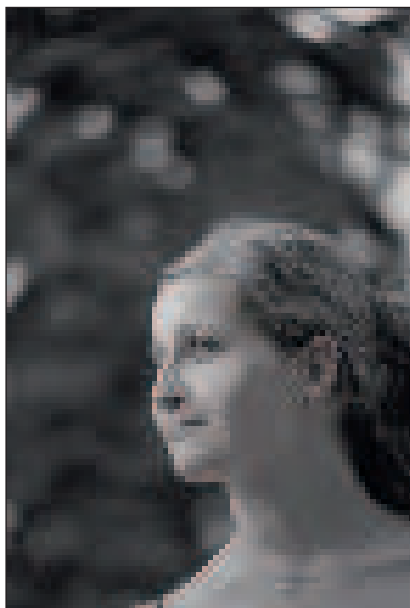
Petzvál nagy energiával fogott hozzá a feladathoz. Tisztán matematikai úton kiszámította, milyen feltételeknek kell az új eszköznek megfelelnie ahhoz, hogy a létrejövő kép elég éles, a megvilágítási idő viszont elég rövid legyen. Apjától örökölt kezűgyességével az első kísérleti példányokhoz maga csiszolta a lencsákat saját műhelyében. Az ősszel megkapott feladattal tavaszra már el is készült: 1840 májusában állt elő két objektív tervével.

Ettingshausen sietett a segítségére, amikor bemutatta neki a kor legjobb bécsi optikusát, *Voigtländer*t, akinek Petzvál átadta az objektívekkel kapcsolatos összes számítását és rajzát. A szóbeli megállapodásról nem készült írásos feljegyzés – ennek később ádáz vitákkal, kölcsönös vádaskodásokkal tarkított, két évtizedig tartó konfliktus lett a következménye. *Voigtländer* 1840-ben kivitelezte a két objektívet, de Petzvál csak a portréobjektívvel volt elégedve; a tájképkészítésre szánt másik lencsét jó néhány évre félretette.

A világhírű Petzvál-objektívek

A forradalmian új eszközzel, Petzvál objektívjével született meg lényegében a fotográfia, ezzel vált teljessé a fényképezőgép. Az új fényképezési eszközzel a korábbi 20–30 perces megvilágítási időszükséglet a másodperc tört részére csökkent, és a létrejövő képek is élesebbek, a korábbiaknál sokkal jobb minőségűek voltak.

A matematikus Petzvál a számításai alapján jutott arra a következtetésre, hogy csak egészen új elmélet alapján lehet megszerkeszteni a célnak megfelelő lencsét. Megállapította, hogy nagyobb fényerő kétféleképpen érhető el: ahhoz, hogy több fény érjen a rendszerbe, vagy a rekesznyílást kell megnagyobbítani, vagy pedig a gyűjtőtávolságot kell kisebbiteni. Egyidejűleg mindkét feltételnek csak úgy lehet megfelelni, ha a camera obscurában alkalmazott egyszerű lencse helyére két vagy több elemből álló lencserendszer kerül. A képminőség javításához az egyes lencsék



Petzvál-objektívvel készített portré
(A szerző felvételei)

ket megfelelő módon szét kell választani, mégpedig úgy, hogy „kis távolságnál az objektív hatásának is a síkpárhuzamos lemezéhez kell közelednie” – ugyanis a szorosan egymás mellé helyezett lencsékkel nem lehet éles képet létrehozni.⁸ A lencsék szétválasztása megköveteli az összes lencse akromatizálását. Az elkészítendő objektív megfelelő működésének eléréséhez Petzvál nyolc előfeltételt állapított meg, és bebizonyította, hogy azok együttes teljesítéséhez nyolc különböző optikai elem kell.⁹

A híressé vált portréobjektív legfontosabb adatai: 149 mm-es gyűjtőtávolságú, nagy fényerejű (1:3,6), akromatikus optika, mely kialakításával és összetett lencserendszerével forradalmi változást hozott az addig kezdetleges fényképezési eljárásba. Az objektív két akromatikus lencsepárból áll. Az első tagban a korona-, illetve a flintüvegből készült lencsék egymásba vannak ragasztva, a hátsó lencsepárban elől található a flintüvegből készült negatív tag, ezt légrés választja el a koronaüvegből készült, hátsó pozitív tagtól. Az objektív által létrehozott kép éles és kontrasztos, a tónusok valóságosak. A hasznosítható képszőg viszonylag kicsi: mintegy 20°-tól 30°-ig terjed.¹⁰

Az 1840 végén piacra került objektív óriási sikert aratott, a fiatal egyetemi tanár egyből ismert emberré vált. A császári udvar is érdeklődéssel kísérte a

sikeres találmányt és feltalálóját, amely Ausztriának nagy dicsőséget szerzett. Az adatok szerint *Voigtländer* rövid idő alatt 8000 objektívet hozott forgalomba, darabonként 720 arany forintért. Petzválnak azonban mindössze 2000 (!) arany forintot juttatott a zseniális találmány gyártásából származó hatalmas, csaknem hatmillió bevételeiből.¹¹ Érthető módon ezen Petzvál rettentően fölháborodott – *Voigtländer* viszont azzal védekezett, hogy a professzor egy szóbeli beszélgetés során eleve lemondott az objektív eladásából származó jövedelemtől, arra hivatkozva, hogy állami alkalmazotként tevékenységének minden haszna a közt illeti meg.¹² A kölcsönös vádaskodások miatt elfajuló vita a felek közötti szakításhoz vezetett.

Az 1850-es évek derekára a fotográfia ugrásszerű fejlődésnek indult, elsősorban Petzvál kiváló tulajdonságú objektívjének köszönhetően. A térképszerszerítéshez és a katonai felderítéshez azonban más paraméterű, tájképfotózásra alkalmas objektívre volt szükség, melynek megkonstruálására Petzvál a bécsi *Katonai Földrajzi Intézettől* kapta a megbízást. A kifejlesztendő új lencsének a felvétel széleig éles rajzot és egyenlő fényerőt kellett biztosítania.

Ekkor Petzvál elővette és újratervezte a bő évtizeddel azelőtt kigondolt, csaknem feledésbe merült tájképjobjektívjét. A gyártás ügyében *Carl Dietzler* bécsi optikushoz fordult. Korábbi keserű tapasztalataiból okulva sietett szabadalmi oltalom alá helyezni találmányát. *Dietzlerrel* közösen nyújtották be kérelmüket 1857. október 6-án a bécsi *Patentamtba* „Dialyt fotográfiai objektív” néven, ahol Ausztria területére be is jegyezték a szabadalmat.¹³ A feltalálóknak hamarosan rendkívül kellemetlen hír jutott tudomásukra: *Voigtländer Orthoscop* néven elkezdte gyártani és forgalmazni Petzvál tájképjobjektívjét. A szabadalombitorlás körül kirobbant vitában a felek egymást vádolták. *Voigtländer* arra hivatkozott, hogy már 1840-ben megkapta mindkét objektív számításait, méghozzá kizárólagos joggal, miközben Petzvál azzal vádolta volt üzlettársát, hogy sajátos módon, a

¹¹ Majoros, i.m. 36.p. A források ellentmondanak a legyártott és eladott objektívek számát és árát illetően, de abban mindenki egyetért, hogy Petzvál elképesztően kis összeget kapott a hatalmas bevételből.

¹² Szilágyi, i.m. 101.p.

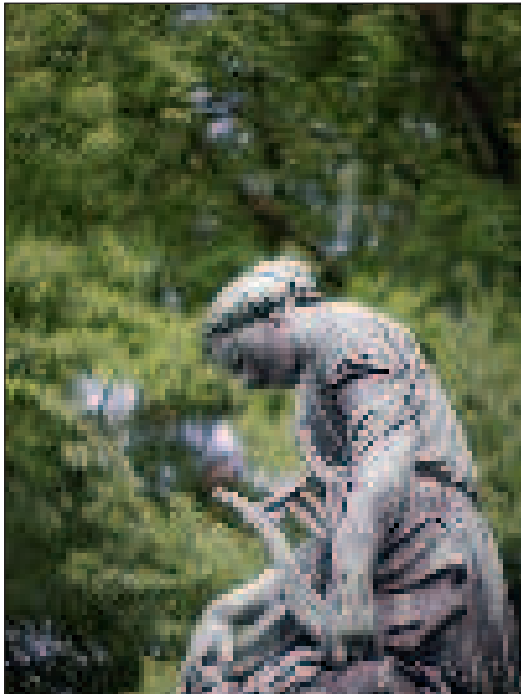
¹³ A *Dialyt* szabadalmát a 10570 számon jegyezték be. – A szerző birtokába jutott az eredeti szabadalmi bejelentés digitalizált változatának, és közli az *Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi Szemle* 2015. októberi számában.

⁷ Szilágyi, i.m. 97.o.

⁸ Majoros, i.m. 36.p.

⁹ Szilágyi, i.m. 98.p.

¹⁰ Barabás, i.m. 38.p.



A Petzvál-objektív örvénylő „Bokeh”-hatása
(A szerző felvétele)

maga javára értelmezi a találmány és az újdonság fogalmát.

Az ügy végül bíróság elé került, ahol Voigtländernek adtak igazat. A korabeli sajtóban hatalmas szakmai botrány robbant ki, de hiába álltak sokan Petzvál mellé: az igazságtétel elmaradt. Dietzler vállalkozása csődbe jutott, a kissermizett Petzválnak pedig olyannyira elment a

Petzvál József síremléke
(A szerző felvétele)



kedve az optikától, hogy alkotóereje csúcán hátat fordított a területnek. Voigtländer cége viszont virágzott: a Petzvál-objektívek révén világhírre és fantasztikus vagyona tett szert.

További tudományos és mérnöki eredményei

A sikeres objektív piacra kerülése után nem sokkal, 1843-ban hozta nyilvánosságra a *Petzvál-feltétel*ként ismertté vált, a képmező-elhajlásra vonatkozó általános felismerését, amely forradalmasította a fényképeszteti objektívek tervezését. A korabeli objektívek nagy hibája volt a nem pontszerű leképezés, vagyis az asztigmatizmus. A Petzvál-feltétel teljesülésekor – vagyis, ha az általa felállított egyenlet értéke nulla – az asztigmatizmus kiküszöbölhető, mert a létrejövő kép nem görbe, hanem sík lesz.



A Petzvál-feltétel, ahol az f_n az objektív lencséinek gyújtótávolsága, n_n pedig azok törésmutatói.¹⁴

Matematikai számításaival hozzájárult a mikroszkópokban és a messzelátókban alkalmazott optikák, valamint a Galilei-féle binokulár tökéletesítéséhez. Az 1846-ban megkonstruált „ködfátyolkészülékbe” készített, igen jó fényerejű lencséje a modern vetítőberendezések előfutárának számít.

Az optika terén elért eredményei mellett további fontos felismerésekre jutott, amelyek közül néhányat a gyakorlatban is megvalósított. A nevéhez fűződik például a *Petzvál-lámpa* kifejlesztése, amellyel a korabeli világítótestek rossz hatásfoka helyett rendkívül jó hatékonyságot ért el. Az 1847-ben a bécsi természetkedvelők társaságának ülésén bemutatott, szférikus és elliptikus tükrökkel ellátott készülék óriási sikert aratott. A tűzrészeg e szerkezet hatásfokát látva megrendelt tőle egy új világítóeszközt, amelynek a bombavető mozsárágyúk célpontját kellett megvilágítania. Miután ezt a feladatot is sikeresen megoldotta, újabb eszközre, egy nagyhatású fényszóró megkonstruálására kapott megrendelést a folyamjáró ha-

jók számára. Az új reflektornak az ezeröl (1896 méter) távolságra lévő tárgyat, illetve száz ölnyi partszakaszt egyszerre kellett megvilágítania.

Tudományos érdeklődése szinte kiemérhetetlen volt – erről számos, az akadémiai értesítőkből és más szakmai orgánumban megjelent publikációja tanúskodik. Az általa tárgyalt témakörök közül néhány: a magasabb fokú egyenletek elmélete, a feszített húrok rezgése, a dioptrika, a levegő-ellenállás, a rugalmas testek mozgása és egyensúlya, a hangrendszerek matematikai elmélete. Termékeny életútja és fiatalkori sikerei dacára az idős Petzvál csalódott, megkeseredett emberré vált. Utolsó éveit keserű magányban töltötte; 84 éves korában bekövetkezett halála után csak néhány tisztelője kísérte utolsó útjára.

A bécsiek – csakúgy, mint szülőföldjén a szlovákok – nagy becsben tartják emléket. Nekünk viszont sokkal többet kellene tennünk azért, hogy a magát mindig is magyarnak valló Petzvál József munkásságát, világraszóló eredményeit jobban megismerje a hazai közönség. ☺

Irodalom

- Barabás János: Petzval objektívek. In: Kép- és Hangtechnika, 1957. 2. sz., pp. 38-39.
- Bor Zsolt: Optics by Hungarians. In: Fizikai Szemle, 1999. 5. sz. pp. 202-205. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz9905/bor.html> [Hozzáférés: 2015. július 8.] Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Bd. 29. 1865. XI.p.
- Erményi Lajos: Petzval József élete és érdemei. Ford. Erményi Emil. Budapest, Matematikai és Fizikai Társulat, 1906.
- Look Back to the Future. <http://microsites.lomography.com/petzval-58-bokeh-control-lens/> [Hozzáférés: 2015. június 24.]
- Majoros Sándor: Megemlékezés Petzval Józsefről születésének 150. évfordulójára alkalmából. In: Kép- és Hangtechnika, 1957. 2. sz. pp. 34-37.
- Petzval, Josef Max. <http://www.deutschebiographie.de/sfz95091.html> [Hozzáférés: 2015. augusztus 10.]
- Petzval, Jozef Maximilián. http://austriaforum.org/af/Wissenssammlungen/Biographien/Petzval,_Jozef_Maximili%C3%A1n
- Petzval. <http://www.photohistory.at/petzval.htm> [Hozzáférés: 2015. május 12.]
- Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe Bd.1 (1848) – Bd.96. (1887)
- Szilágyi Gábor: Magyar fotográfia története. Budapest, Magyar Filmintézet, 1996.

¹⁴ Bor Zsolt, i.m. 202.p.

HARANGI SZABOLCS

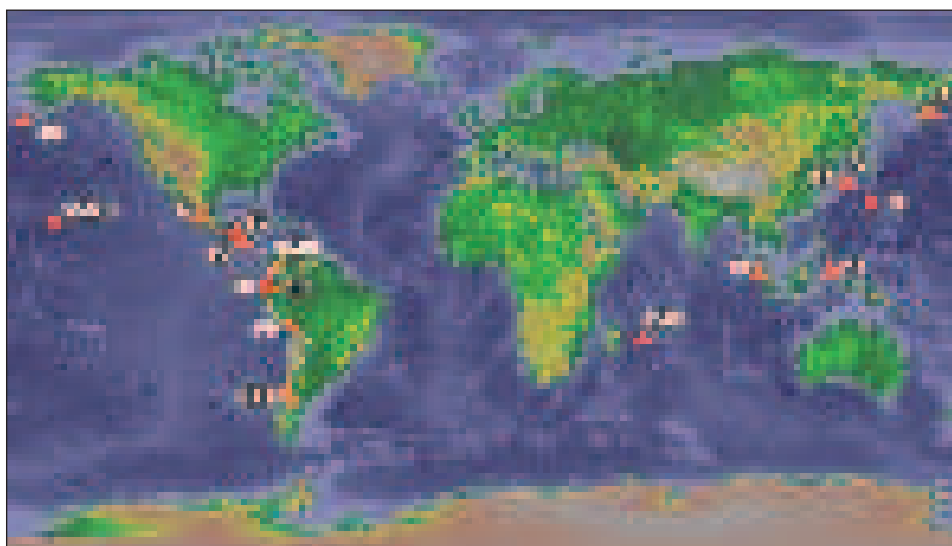
Tűzhányó-hírek

2015. harmadik negyedév

2015. harmadik negyedéve mintha csendesnek tűnne a vulkáni működések szempontjából. Nem voltak médiát megrázó hírek és ilyenkor gyakori, hogy az aktuális események követését „színes” közlemények veszik át. Ilyen volt az a furcsa eset is, amikor a BBC kénytelen volt bevallani, hogy a patagóniai vulkánokról készített filmjében a villámokkal tarkított Calbuco kitörés képe valójában montázs, azaz hamisítás. Kisebb visszhangot kapott az a gyors hír, miszerint kitört a tanzániai Meru vulkán. Rövidesen kiderült azonban, hogy a tűzhányó oldalából felszálló „füst”, valóban füst, azaz erdőtűz okozta, miközben a vulkán csendben szunyókál tovább. A vélelmezett „vulkáni csend” azonban csak látszólagos. Szó sincs megállásról, sőt, amint a beszámolóinkban olvashatjuk, izgalmas események zajlanak szerte a Földön. Az alábbiakban a legfontosabb vulkáni eseményekről szólunk bővebben, az aktív tűzhányókat a szokásos térképen tüntetjük fel. A friss híreket továbbra is a Tűzhányó blogon (<http://tuzhanyo.blogspot.hu>) és annak Facebook oldalán követhetik nyomon.

Kilauea, Mauna Loa, Hawaii, USA

A Pu`u Ō`ō kitörési központtól északkeletre húzódó lávamezőn nem történt jelentős változás. A lávautánpótlás nem szűnt meg, időszakonként a pahoehoe felszín felrepedésével kisebb-nagyobb kibugyanások alakultak ki, azonban jelenleg nincs veszélyben Pahoa település. A Pu`u Ō`ō kráterében kisebb lávatavak, avagy lávapocsolyák alakultak ki. Eközben szintén aktív a Halemaumau beszakadással kráterben lévő lávató is. Szintje 50–60 méterrel van a perem alatt. A figyelem közben a szomszédos óriásra terelődött. A Föld leghatalmasabb tűzhányója, a Mauna Loa alatt ugyanis hónapok óta az átlagosnál nagyobb számú földrengés pattan ki, a hegy felszíne emelkedik, ami azt jelzi, hogy aktív a délnyugati hasadékvonalja alatt elterü-



Térkép a beszámolóban felsorolt vulkánok elhelyezkedésével, nevük kezdőbetűivel

lő magmatározó. Vélhetően friss olvadécsomagok érkeznek a mélyből és a kérdés az, hogy ez elvezet-e vulkáni működéshez.

Az elmúlt bő 150 évben 39-szer tört ki a Mauna Loa, ami átlag 4 éves szüneteket jelent. A kitörések nagy része azonban 1832 és 1950 között történt, amikor átlag 3 évente voltak a vulkáni működési szakaszok. 1950 óta azonban csak két alkalommal éledt fel a tűzhányó: 1975-ben és 1984-ben. 1984-ben 18 hónapon keresztül, egyre erősödő földrengéses tevékenység és felszín felboltozódás után március 25-én indult meg a kitörés. Egy hosszú hasadék nyílt a pajzsvulkán csúcsi kalderájában, majd repedt tovább kelet felé. Mindeközben látványos lávafüggöny csapott fel, majd gyors folyású lávafolyamok indultak el, amelyek közül az egyik egy nap alatt már csak 6 kilométer távolságban volt Hilo település határától. Szerencsére a működés április 25-én befejeződött, így a város lakói fellélegezhettek. Ezt megelőzően 1975 nyarán tört ki az óriásvulkán, akkor 25 év szünet után történt mindez, de csupán egy napig tartott a lávaszökőkutas kitörés. Ezeknél nagyobb pusztítást végzett az 1950. június 1-én kezdődött vulkáni működés. Akkor is néhány órán belül a láva-

folyamok már a vulkán lábát nyaldosták, majd elérték az óceánt is, ahol hatalmas gőzfelhő emelkedett fel az izzó láva és a hideg víz keveredésének következményeként. A láva átvágta a 11 sz. főutat, majd 2 kilométer hosszú szakaszát borította be és további számos építményt rombolt le.

A legutóbbi kitörés óta eltelt 30 év hosszúnak tűnik, mondhatni azt is, hogy talán itt is az ideje az újabbnak, de a vulkánok nem szeretik a matematikát. Aminek el kell jönnie, az el fog jönni és a hosszú szunnyadás arra azért figyelmeztet, hogy jó résen lenni! Ezt jelzi az is, hogy a Hawaii Vulkánok Observatóriuma (HVO) szeptember 17-én emelte a Mauna Loa készültségi szintjét. A tűzhányó kitörése esetében különösen a gyorsan mozgó lávafolyások jelentik a legnagyobb veszélyt. A Mauna Loa pajzsvulkán oldalán az akár 20–40 km/órás sebességet is elérő lávafolyamok több alkalommal is fenyegettek lakott településeket, így a sziget legnagyobb városát, Hilót. 1935-ben és 1942-ben az amerikai légierőt is bevetették a lávafolyás megállítására. A ledobott bombákkal igyekeztek megbolygatni a lávaalagutakat, ahol a kőzetolvadék a jól szigetelt üregekben több kilométer távolságot is megtehettek lényegi hülés

nélkül. Másrészt igyekeztek a bombázással több ágra szakítani a lávafolyamokat, hogy ezzel gyorsabb megszilárdulást érjenek el. Hilo mindkét esetben megmenekült a rombolástól, azonban máig kérdéses, hogy ebben mekkora szerepe volt a beavatkozásnak, avagy a vulkáni működés már amúgy is lecsengő ágban volt és ez is hozzájárult a láva leállásához.

Colima, Mexikó

Tovább folytatja megszokott napi aktivitását a tűzhányó, ami időszakos vulcanoi-típusú robbanásos kitöréseket jelent. A mexikói szakemberek légi felvételei ok-



Egy fantasztikus esti felvétel a mexikói Colima villámokkal átjárt kitöréséről
(október 14., Fotó: Matthew Cosby)

tóber végén alapos változást mutattak ki a kráterben. Az év elején még meglévő lávadóm teljesen eltűnt, a jelenleg tátongó kráter 200 méter széles és 50 mély. A tűzhányó július elején alaposan megijesztette a környék lakóit. Az erőteljes robbanásos kitörés 8 kilométer magasra tornyosuló hamufelhőt eredményezett és még 100 kilométer távolságban is hamuesőt jelentettek. Mindeközben piroklaszt-árak zúdultak le a vulkán oldalán miközben a kráter kitöltő lávadóm teljesen megsemmisült. Közel 700 embert telepítettek ki a vulkán körül húzott 12 kilométeres veszélyzónából. Ezt követően csendesebb kitörésekkel folytatódott a tűzhányó élete. A veszély árnyékából kibontakozott a szemet gyönyörködtető vulkán, a kitörési felhőben gyakran alakultak ki látványos, cikázó villámok. Közben továbbra is ott lebeg a veszély, hogy mikor fejeződik be ez a kitörési ciklus. A Colima esetében a cikluszáró kitörés sok esetben heves robbanásos és potenciálisan jelentős veszélyt jelent. Utoljára 1913-ban volt erre példa és a tűzhányó környékén élő több mint 400 ezer embernek minden bizonnyal szembe kell néznie hasonló kitöréssel – valamikor a következő évtizedekben.

Telica, Nicaragua

Szeptember 23-án megismétlődtek a májusi események: ismét váratlanul tört ki gázokban és vulkáni hamuban gazdag anyag a kráterből.

Fuego, Guatemala

A „Tűz hegye” látványos kitöréseket mutatott be az elmúlt hónapokban. A csúcán 100–200 méter magas lávaszökőkutak emelkedtek fel ismétlődően, oldalában pedig lávafolyamok ereszkedtek le, ami különösen az éjszakai órákban mutattak pazar látványt. A lávafolyások több mint 1,5 kilométer távolságba jutottak el. A robbanásos kitörések során akár 1–2 kilométer magasra emelkedett vulkáni hamufelhő, hamuesőt jelentettek számos közeli településen.

Nevado del Ruiz, Kolumbia

Közeledik a vulkán emlékezetes, pusztító kitörésének kerek, 30 éves évfordulója, amikor egy közepes erősségű kitörés nyomán a vulkánt borító hó elolvadt és nagy sebességgel rohantak le mindent elsöprő iszapárak (laharok) a környező völgyekben. Több település teljesen elpusztult, közte a vulkántól 40 kilométer távolságban lévő Armero városa is. Közel 30 ezer áldozata volt ennek az eseménynek! A vulkánon az elmúlt hónapokban kis-közepes erejű robbanásos kitörések zajlottak. Az átlagosnál gyakoribb vulkanotektonikus földrengések és földrengés rajok arról árulkodnak, hogy mozgás van a tűzhányó alatt, de egyelőre ezek elsősorban freatikus-freatomagmás kitöréseket okoznak. Az esti webkamera felvételek izzást is rögzítettek a vulkán csúcsi részén, ami jelezheti, hogy a kitörésekben már magmás anyag is jelen lehet (azaz freatomagmásak a kitörések). A szokottnál nagyobb kitörések hamuhullást okoztak a 30–40 kilométer távolságban lévő településeken, mint például Manizalesben és Pereiraán.

Tungurahua, Ecuador

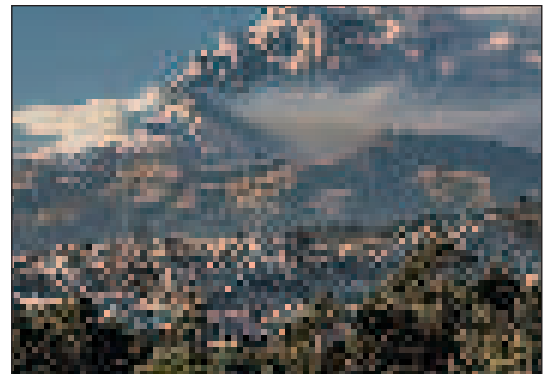
Továbbra is aktív életet él a Tungurahua, bár az elmúlt

időszakban jelentősebb kitörése nem volt. A vulkáni működést alapvetően stromboli-típusú látatűzijáték kitörések jellemzik.

Cotopaxi, Ecuador

Az elmúlt időszak talán egyik legjelentősebb vulkáni eseménye az ecuadori tűzhányó működésének felújulása volt. A Cotopaxi már április eleje óta jelét adta, hogy ébredezni kezdett mintegy 75 év hosszú szunyókálásából. Több ezer földrengés pattant ki a tűzhányó alól, a kráterből gázfelhők szálltak fel, a hó részben megolvadt: egyértelműen az ébredés jelei voltak ezek, a kérdés már csak az volt, hogy mikor lesz a valódi ébredés és az hogyan zajlik majd? Nos, augusztus 14-én este két robbanásos kitörés történt, ami feltehetően kürtőtisztító, freatikus jellegű volt, a környező településeket vékony hamuréteg lepte be. Enyhe hamuhullást jelentettek a jó 50 km távolságban lévő fővárosból, Quitóból is. A kitörést követően lezárták a vulkán környezetét és korlátozták a nemzeti parkba való belépést is. A kezdeti kitörést aztán továbbiak követték és ezek már néhány kilométer magasba feljutó hamufelhőt, sőt egyes felvételek szerint piroklaszt-árakat is okoztak. A hamukibocsátás kisebb-nagyobb intenzitású, de folyamatos azóta is. A vulkáni hamu alapvetően a tűzhányótól nyugatra sodródik (még több mint 450 km távolságban is észlelték) és az ország nagy részén érezteti a hatását. A vulkáni hamuanyag vizsgálata alapján a kitörési felhőbe főleg nagyon kicsi méretű (<100 mikron), hidrotermálisan átalakult közetsemcsék kerültek, közvetlenül magmából származó szemcsék (üvegszilánk, magmás kristályok) csak augusztus 28. után jelentek meg. Ez azt jelenti, hogy a kezdeti freatikus jellegű kitöréseket egyre inkább freatomagmás, de még mindig csekély mennyiségű felszínre jutó magma anyagot jelentő kitörések vál-

Az ecuadori Cotopaxi mintegy 75 év szunyadás után tört ki (Fotó: Henry Leduc)



tótták. Szeptember 4. és 11. között mintegy 62 ezer köbméter térfogatú vulkáni hamuanyag került a felszínre (a kitörés kezdete óta ez az érték 740 ezer köbméter körüli). Szeptember közepén csökkenni látszott a kitörés intenzitása, a korábbi hamumeny-nyiségnek csupán fele érkezett ki a tűzhányó torkából. Vajon ennyi volt és ezzel befejeződik a vulkáni működés, majd jön egy újabb hosszú alvási időszak, tették fel sokan a kérdést? A felszín azonban nem mindig mutatja, mi készül valójában, a pontosabb képhez a vulkán alá kell nézni és értékelni kell az onnan jövő jeleket.

A jelek közül természetesen kiemelt fontosságúak a földrengések szeizmográfokon hagyott mintázata, amelyek arról is tájékoztatnak, hogy mi okozza és hol a földmozgásokat. Szeptember 10. óta egyre több a vulkanotektonikus (VT) típusú földrengés, ami azt jelzi, hogy a tűzhányó alatt repedések, hasadékok nyílhattak a magma feszítő nyomása következtében. Ahogy nőtt a vulkanotektonikus rengések száma, úgy csökkent a földremegés-intenzitás. Ez jelezheti azt, hogy nő a belső nyomás a vulkán alatt. Ebből a szempontból fontos az is, hogy milyen mélységben zajlanak ezek a kőzetelmozdulások. A földrengések maximális fészekmélysége 9–12 km mélyen van a tűzhányó felszíne alatt, a hipocentrumok azonban egész 4 km mélységig felhúzódnak. A hipocentrum-eloszlás alapvetően a magma feláramlási csatorna helyzetét jelöli ki, ami alátámaszthatja azt az értelmezést, hogy magma felnyomulásához kapcsolódó feszítőerők okozzák a földrengéseket. Ez megnyilvánul a felszínalak változásban is. A VT rengések számának növekedésével felszín emelkedést figyeltek meg, ami összhangban van a fenti értékeléssel. Októberben azonban nem következett be még erőteljesebb robbanásos kitörés, egyelőre minden alapjáraton zajlik, azaz gyenge-közepes hamukibocsátás történik.

Fontos azonban felkészülni arra, hogy a helyzet gyorsan veszélyessé válhat! A vulkán környezetében több százezren élnek és az elmúlt évtizedek csendje után nem biztos, hogy a lakosság megfelelően tud reagálni a vulkáni működésre, ami alapja a hatékony védekezésnek. A Cotopaxi, bár több mint 70 évig nem működött, azonban a korábbi kitörési története alapján egy nagyon aktív tűzhányó, 1738 óta több mint 50 kitörése volt. A közel 6000 méter tengerszint feletti magasságba emelkedő vulkán csúcsát folyamatosan hó borítja, ami egy kitörés során megolvadva pusztító iszapárákat okozhat (ezek akár 100 kilométer távolságba is eljuthatnak!). Ezek a meredek hegyoldalon nagy sebességgel zúdulnak le nem sok időt hagyva a védekezésre. Ugyancsak komoly veszélyt jelent

egy komolyabb kitörés esetén a környező völgyekbe lerohanó piroklaszt-árák. Egy 1903-as vagy 1877-es kitöréshez hasonló nagyságú vulkáni működés pedig Quitóra is nagy veszélyt jelentene (elsősorban a jelentékeny hamuhullás és az ezzel járó légzési nehézségek miatt) és fennakadást okozna a légiközlekedésben.

Ubinas, Peru

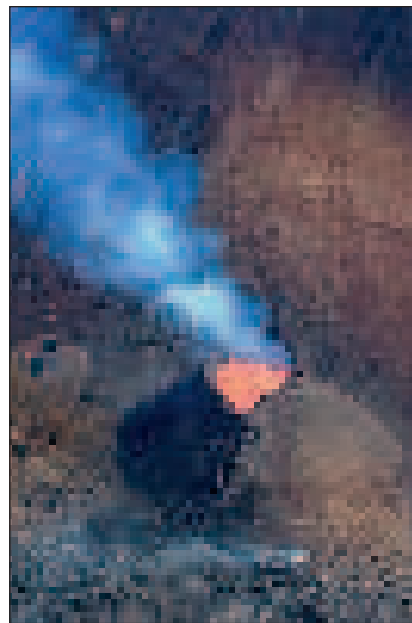
Az átlagosnál erősebb szeizmikus tevékenység jelzi, hogy a vulkán alatt intenzív mozgások vannak. A magmatest időszakonként gőzrobbanásokat okoz a felette lévő hidrotermás, azaz forró vizes oldatokkal átjárt területen, ami freatikus kitörésekkel jár.

Copahue, Chile/Argentína

A 2012-ben majd 2014-ben is aktív tűzhányó kráterében október elején észleltek izzást, majd néhány héttel később gyenge vulkáni hamu kibocsátás indult meg. A kitörés egyelőre nem jelent veszélyt a környékre.

Piton de la Fournaise, Réunion sziget

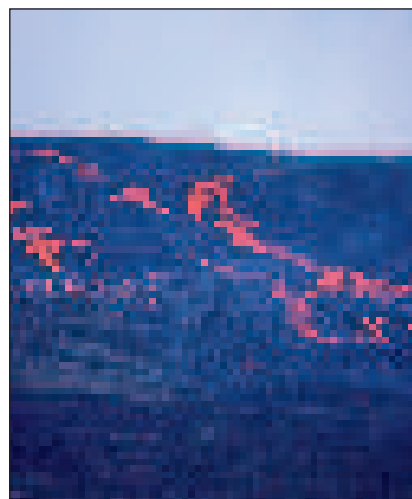
A Franciaországhoz tartozó szigeten lévő „Kemence-órom” vulkán ez évben különösen aktív volt. Az előző Tűzhányó-hírekben azzal fejeztem be a rövid összefoglalót, hogy úgy tűnik, most egy jelentősebb kitörési periódus indulhat, ami akár megközelítheti a 2007-es kitörés mértékét, amikor 120 millió köbméter láva jutott a felszínre. Az augusztus 24-én meginduló újabb vulkáni fázis (amit megelőzően augusztus elején volt egy rövidebb, mindössze 50 órás kitörés) már több mint 50 napja tart. Az ilyen hosszúságú kitörés nem túl gyakori a vulkán életében, az elmúlt évtizedeket tekintve (1998 óta) ez már a harmadik legkitartóbb vulkáni esemény. 1998-ban 196 napon keresztül, míg 2006-ban 125 napon át tartott a vulkáni működés. Nem is akárhogyan zajlik mindez! A Dolomieu kaldera oldalában felhasadt földből kispriccelő lávacafatok már egy több mint 40 méter magas, 100 méter alapzat átmérőjű fröccskúpot építettek fel, a kiömlő pahoehoe lávafolyamok egy kiterjedt lávamezőt alakítottak ki, ami alaposan megváltoztatta a felszínt. A lávamező gyarapodása a Hawaii-szigeteken már megszokott módon zajlik, azaz alapvetően a lávafelszín alatti lávacsatornák kialakulásával. A kitörési ráta október közepén elérte a 12 köbméter/másodperc értéket, amihez napi közel 2000 tonna kén-dioxid-kiáramlás társult. Ezek az értékek jóval nagyobbak az október eleiekhez képest (4-5 köbméter/másodperc intenzitás és 200 tonna/nap gáz-



A Piton de la Fournaise látványos kitörése egy méretes fröccskúp kialakulásával járt, aminek kráterét látató töltötte ki (Fotó: Ben Blondeau)

kiáramlás). A kitörések igazi ünnepnapjai ezek, ami sok turistát és persze kiváló fotósokat csalogatnak a helyszínre. Mindezt kiegészítik a modern kor technikai fejlődésének megfelelően a különleges drón felvételek. Az éppen névadás előtt álló friss vulkáni kúpban egy kisebb látató alakult ki, aminek nyomóereje meggyengítette a fröccskúp egyik oldalát és kisebb csuszamlások alakultak ki. A lávamező kiterjedése már meghaladta az 1 négyzetkilométert, a

Izzó lávafolyamok tekeregnek le a Dolomieu kaldera (Piton de la Fournaise) oldalában, egyre növelve a pahoehoe lávamező kiterjedését (Fotó: Loic Rio)



felszínre ömlő láva mennyiségét pedig 30 millió köbméterre becsülik. Ez már jelentősnek számít az elmúlt évtizedek vulkáni kitérőseinek sorában, habár a 2007-es kitérésnek még mindig csak a negyedét teszi ki. A működés sokszor hoz váratlan meglepetéseket is. Miközben szakemberek és laikusok is gyönyörködve figyelték a kitérés alakulását, október 19-én egy egyre erősödő kitérés fázis közben hirtelen leesett a földrengés intenzitás és abbamaradt a vulkáni működés. Kész, ennyi volt! A sok-sok talányt nyújtó vulkán újabb rejtvényt adott a kutatóknak. Volt már ilyen hirtelen befejeződő vulkáni esemény, de vajon ez is egy ilyen gyors finálét jelentett? A mélyből azonban újabb rengések érkeztek jó 20 kilométer mélységből és október 22-én este a webkamerákon már ismét megjelent az izzás, ismét látható volt a lávafolyam kigyózása. Igazi csiki-csuki játék ez! Az összefoglaló írásakor úgy tűnt, hogy jön az utánpótlás és folytatódik a kitérés.

Sinabung, Indonézia

E beszámolóban többször említettük, hogy a tűzhányók működésükkel sok esetben nyújtanak meglepetést még a szakemberek számára is. A Sinabung 2013 szeptembere óta tartó kitérés ciklusában is több változás volt már. Idén, év elején már megszokottá vált a menetrend, miszerint lávadóm türemkedik ki a kürtőből, majd ennek oldala egyre instabillá válik és leomlik, hatalmas izzófelhők kíséretében. Azaz, a tűzhányó megbízhatóan működik. Ez jó a lakosság számára, aki alkalmazkodhat ehhez. Azonban jön a hirtelen változás, ami a Sinabung esetében nyár elején következett be. Ekkor a lávadóm már egyre inkább átnyúlt a vulkán délkeleti oldalára is és most már két irányban rohantak le az izzófelhők. Elkövetkezett az őszi és ismét változás figyelhető meg a vulkán működésében. Az izzófelhők úgy tűnik nem kizárólag az instabillá váló lávadóm leomlásához kapcsolódnak. A helyi fotósok felvételei szerint robbanékonyabbá kezd válni a vulkán. Ez azt jelenti, hogy most az ismétlődő vulcanoi-típusú kitérések jellemzik a vulkán életét, amihez szintén csatlakoznak izzófelhők. Az őszi időszakban azonban egy újabb veszélyforrás köszöntött be. A látási viszonyok egyre rosszabbak, a hegy hosszú napokon keresztül felhő takarásban van, azaz nem lehet tudni, hogy éppen mi történik. A műszerek azonban mindent jeleznek. A földrengések jeleit rögzítő szeizmogram dobokon heves kilengések mutatják, amikor jönnek a piroklaszt-árak. Ezek akár 3–3,5 kilométer távolságba is eljutottak. Újabban hőkamerák is segítik a felhőn való átlátást és kirajzolódnak a néhány kilométer magasra felemelkedő ki-

törési felhők. A készütségi szint mindezért még mindig a legmagasabb fokozaton áll, a vulkán 7 kilométeres körzetében nem lehet belépni. Ez nem kis gondot okoz az ideiglenes lakóhelyeken elhelyezett több tízezer fős lakosságnak. Sokan igyekeznek visszamenni ingóságaihoz, ellenőrizni földjeiket. Ez azonban kiszámíthatatlan veszéllyel jár. Az őszi időszak esőzései mobilizálják a friss vulkáni üledéket és a lerohanó iszap-árak (laharok) mindent elsöpörnek az útküzből. Október 16-án elhagyott motorokra bukkantak az egyik folyóátkelőnél, ahol nem sokkal korábban egy iszapár zúdult le. Egy embert elvitt az ár, felesége csodával határos módon menekült meg.

Karanteng, Indonézia

Továbbra is aktív a Celebesz (Sulawesi) szigeten található, helyi nevén Api Siau tűzhányó. Szeptemberben 200–300 méter magasra csapó lávaszökőkutakat figyeltek meg, a lávafolyamok 2–3 kilométer távolságba jutottak el. A meredek oldalon ereszkedő láva frontjának szétesésével izzó kőzetlavinák alakulnak ki, gyorsan lezúduló piroklaszt-árakat létrehozva. A készütségi szint a 4-fokozatú skálán a 3-an áll, a tűzhányó 4 kilométeres körzetét lezárták.

Aso, Japán

Szeptember 10-én egy látványos, de kis erejű robbanásos kitérés volt az Aso Nakadake kráterében. A turisztikailag kedvelt látogatóhelyről 30 embert menekítettek ki. A következő napokban ismétlődő kitérésekhez piroklaszt-árak is kapcsolódtak. Ezt követően október 23-án történt hasonló esemény. A figyelem érthető, hiszen a kitérések időszakosan és váratlanul jönnek, nem lehet tudni, hogy az éppen ott tartózkodó látogatóknak milyen veszéllyel kell szembenézniük.

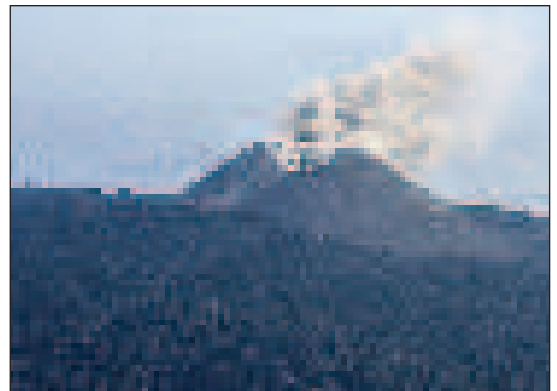
Sakurajima, Japán

A Föld egyik legszorgalmasabban dolgozó, évente több száz kitérést produkáló tűzhányója augusztusban gondolkodóba ejtette a szakembereket. A Minami-Dake kráter alatt egyre több földrengés pattant ki és erőteljesen emelkedett a felszín. A készütségi szintet az 5-fokozatú skálán a 4-re emelték, mivel ezek a jelek egy heves robbanásos kitérés lehetőségét vetítették elő. Néhány hét után azonban újra visszatért a korábbi megszokott élet a vul-

kánon. A Showa kráterből újra zajlottak a nagy dörrenéssel járó vulcanoi-kitérések. Augusztus közepén valószínűleg egy friss magmatömeg nyomulhatott a felszín alatt 2–3 kilométer mélységbe. A kőzetolvadék tőrfogatát a helyi vulkanológusok 2 millió köbméterre becsülték a felszínváltozás adatai alapján.

Nishinoshima, Japán

A 2013. november 20-án elkezdődött vulkáni működés továbbra is szakadatlanul tart, lassan közelünk a 2 éves évfordulóhoz! Ki gondolta volna ezt az elején? A folyamatos vulkáni termelésnek meg is van az eredménye: 85 millió köbméter láva ömlött a felszínre, amihez egy újabb kutatás szerint még 74 millió köbméter tengeralatti lávamennyiség járul. Közel 2 év alatt tehát közel 160 millió köbméter magma jutott a felszínre. Ez már jelentős vulkáni működésnek mondható egy ilyen területen (összehasonlításképpen: az izlandi Holuhraun kitérés során 6 hónap alatt 1,5 köbkméter láva halmozódott fel. Ez azonban egy óceáni hátság területén, egy vélelmezett forró folt felett történt, míg a japán sziget egy szubdukciós övezetben



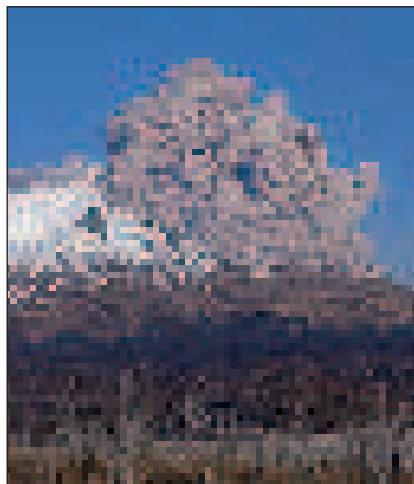
Egyre terebélyesedik a japán Nishinoshima. A lávamezón egy 150 méter magasságot meghaladó salakkúp alakult ki. A vulkáni működés közel 2 éve megállás nélkül tart
(Fotó: Japán Parti Őrség, október 13.)

jött létre, ahol kisebb a magma termelékenység). A lávaöntés mellett felépült egy tekintélyes nagyságú salakkúp, aminek a magassága már meghaladja a 150 métert. Itt is megállás nélkül zajlanak a robbanásos kitérések, amelyek kisebb-nagyobb hamufelhőt eredményeznek. A vulkáni működés alapvetően nem jelent veszélyt a környezetre, azonban a friss tengeralatti szondázások egy nem várt veszélyforrásra hívták fel a figyelmet. Az új sziget egy tengeralatti vulkáni hátra épül, aminek nagyon meredek az oldala. Az erre települő 400 millió tonna látatömeg egy része e

hát peremén van és húzódik lefelé. Nem elképzelhetetlen, hogy a lávaanyag hirtelen leomlik és ez a tömegmozgás szökőárat indíthat el. Ez pedig veszélyeztetheti a szigettől keletre lévő Chishijima sziget lakóit.

Sivelucs, Kamcsatka, Oroszország

A vulkán patkó alakú karéjában folyamatosan zajlik a lávadóm kitüremkedés, amihez időszakosan kisebb-nagyobb robbanásos kitörések társulnak. Ezek vélhetően a lávadóm oldalának instabilitásához, annak leomlásához társulnak. A 2–5 kilométer magasba emelkedő hamufelhőt több száz kilométer távolságban is kimutatták a műholdfelvételek. A piroklaszt-árakat eredményező robbanásos kitörések közül különösen látványos volt az október 8-i esemény, amit az éppen tiszta időben a helyi obszervatórium munkatársai több felvételen örökítettek meg.



A kamcsatkai Sivelucs karéjos kráterben kitüremkedő lávadóm részleges összeomlása piroklaszt-árakat és több száz kilométer távolságba elsodródó vulkáni hamufelhőt eredményeznek

(Fotó: Jurij Gyemjancsuk)

Cleveland, Alaszka, USA

A Csugindak szigeten lévő, gyönyörű, szabályos kúp alakú tűzhányó esetében augusztus közepén emelték a készült-ségi szintet, amikor a műholdas érzékelők hőmérsékleti anomáliát jeleztek és vélhetően kisebb robbanásos kitörések is történhettek. A vulkán felett sűrű légi közlekedési útvonalak húzódnak, ezért a fokozott figyelem egy esetleges nagyobb kitörésre. Október végén végül csökkentették a vulkán készült-ségi szintjét.

DOBOS IRMA

A Hunyadi János keserűvíz feltárója és forgalmazója

Tisztelges Saxlehner András előtt

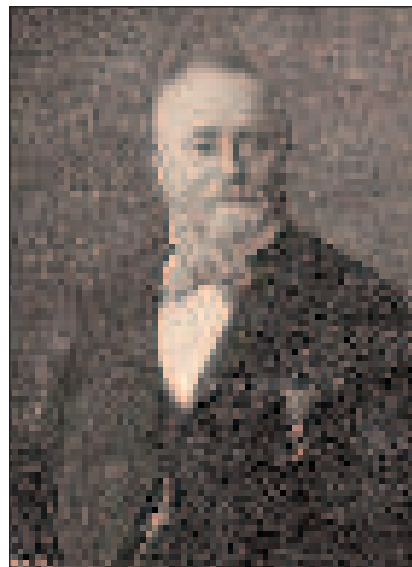
A dél-budai keserűvíz előfordulásra az első jelzések az 1800-as évek elején több szakirodalomban megjelentek. A telepek kialakulása a vízszabályozással volt kapcsolatban, amikor a terület vízmentesítése után mezőgazdasági hasznosításakor az ivóvíz-beszerezés elindítása tárta fel a kis mélységben a keserűvizet, majd hasznosításának lehetőségét. Az első jelentős gyógyvíztelep Lágymányoson a Ferenc József császár feleségéről elnevezett Erzsébet Gyógyfürdő – a mai Szent Imre Kórház területén – 1853-ban kezdte meg színvonalas, több irányú működését. A keserűvíz palackozásán kívül fürdésre és helyi ivókúrázásra is lehetőséget nyújtott az üzemeltető.

Kutatók és tudósok a keserűvízről

Természettudósok, utazók közül sokan vizsgálták fővárosunk budai oldalát és leírásukban különösen nagy figyelmet fordítottak az értékes meleg gyógyvizekre és az egyéb érdekes természeti adottságokra. Franz Schams gyógyszerész már 1822-ben említi a Vollständige Beschreibung der königlichen freien Haupt-Stadt Ofen in Ungarn című munkájában Buda déli részén, a budai és a budaörsi szőlőhegyekben, a Kamaraerdőbe vezető út mellett előforduló keserűvizet. Nem sokkal ezután itt Sadler József (1791–1849) műegyetemi tanár és Molnár János (1814–1885) Pest város törvényszéki vegyész keserűvízre utaló gipszkristályokat gyűjtött.

A jelzések előremutatók voltak, mert először Lágymányoson tártak fel kutakkal nagy mennyiségű és jó minőségű keserűvizet (1853), majd a Péter- és a Dobogó-hegy között húzódó Őrsőd- és az Őrmezői-völgyben alakultak ki a keserűvízű kutak és a termelőhelyek.

A nagy sótartalmú keserűvíz földtani környezetével és genetikájával elsőként Szabó József (1822–1894), a legkiválóbb magyar geológus professzor foglalkozott az első gyógyvíztelep kialakulása után. Keletkezését eredetileg a kiscelli agyagban kimutatott dolomitból, s a benne előforduló piritből



Saxlehner András (1815-1889)

származtatta, az alkáli szulfátokat pedig a helyenként közbetelepült andezittufából vezette le. Később módosította elméletét és úgy látta, hogy a kiscelli agyag is elegendő a keserűvíz képződéséhez. Vendl Aladár (1886–1971) műegyetemi tanár tovább fejlesztette Szabó József modelljét, az utóbbi években pedig a talajvíz áramlási irányát és a kémiai összetételt befolyásoló egyéb tényezőket is vizsgálják a kutatók. Ez azért is lényeges és indokolt, mert a keserűvíz, mivel talajvíz, minden külső behatásra érzékenyen reagál. Védelme érdekében először Schafarik Ferenc (1854–1927) műegyetemi tanár dolgozott ki védőterületi javaslatot 1903-ban. A kémiai összetételt Molnár János, majd Than Károly (1834–1908) egyetemi tanár és külföldi neves analitikusok is megvizsgálták. Egyöntetűen megállapították, hogy a nátrium-szulfátos, kalcium-, magnéziumtartalmú keserűvíz 35–40 g/l összes ásványi anyagot tartalmaz.

Döntés a pályamódosításról

A Dobogó-hegy déli oldalán 1862-ban a terület tulajdonosa, Bayer József budaörsi gazda kutat ásott helyi vízszükségletének kielégítésére, de az keserű íze miatt még az állatok itatására sem volt alkalmas. Amikor posztóvásárlásra bement a Váci utcai Saxlehner András (1815–1889) testvérével, Sámuellel vezetett üzletbe, elpanaszolta, hogy nem sikerült birtokán ivóvíz minőségű vizet adó kutat ásatni. Ezt követően Saxlehner András a kútból vett vízmintát Molnár Jánossal megvizsgálta, aki azt nagy töménységű keserűvíznek minősítette. Mivel a lágymányosi keserűvíz forgalmazása már akkor jó üzletnek bizonyult, ezért nagy lehetőséget látott az örsödi keserűvízben is. Ekkor, 48 éves korában, úgy döntött, hogy addigi foglalkozásával felhagy és egy új szakmában hasznosítja vállalkozói tudását.

Amikor 1862-ben 4000 Ft-ért a Bayer-féle telket megvásárolta, a következő évben (1863) már el is indította soha nem látott diadalútjára a forgalmazott Hunyadi János keserűvizet, amely az osztrák származású Saxlehner András vállalkozó szellemét, szorgalmát és kiváló üzleti érzékét bizonyította. Ezeket a tulajdonságokat minden bizonnyal a felmenő ág tagjaitól örökölte. A nagyapa 1765-ben Sopronból Kőszegre költözött és a család ott is maradt, majd az unoka, az ifj. Saxlehner András iskoláinak befejezése után 5 év tanoncú letelével a soproni Behserer-testvérek rövidáru-kereskedésében segédlevelet szerzett. Továbbfejlesztése érdekében 1836-ban Pesten keresett állást és a Váci utcában a Perger és Murman-cég posztókereskedésében helyezkedett el.

A Pesten megalakult Honi Védegyelet (1844) lelkes tagja lett, s ezzel bekapcsolódott a reformkor hazai ipart támogató mozgalmába és Kossuth Lajos bátorítására önálló posztókereskedést nyitott Sámuel öccsével a Váci utcában. A hazai ipar pártfogását Kossuth sajátkezű ajánlólevele bizonyítja, és ebben az Országos Védegyelet tagjainak és ügybarátainak figyelmébe ajánlja a Saxlehner-testvérek pesti kereskedőket, akik valóságos magyarhoni készítményeket visznek a Debreczeni Sz. György napi vásárra.

Saxlehner András első felesége korán meghalt. Második házasságából született fiúk: Andor, Árpád, Kálmán és Ödön a vállalkozás segítőitársai lettek.

A „töltőgetéstől” a nemzetközi hírű keserűvíz

A Bayer-féle földterület megvásárlása után az első három kút a Dobogó-hegy lábánál létesült. Az 1,90 m belső átmérőjű kutakat a térszín alatt 7,0 m mélységig tétényi mészkő blokkokkal falazták. Följük 12 x 6 m alap-

területű „töltőgető” helyiséget is magába foglaló kútházak épültek. A töltést közvetlenül a kútba leeresztett üres palackokkal megrakott, önlemezéből készült, zárható, perforált kosárral végezték. A felhúzott kosár tele palackjait kiszedték, lezárták és címkézték. A rövid idő alatt kialakított telepen sikerült 1863-ban belsőföldön az értékesítést elindítani, 1869-ben már exportáltak is. Ezt megismerve, a szomszédos Örmezői-völgyben sokan új, vagy hasonló néven kezdtek kevés eredménnyel keserűvizet termelni és értékesíteni. A különösképpen



A palackozó üzem a XIX. század második felében

megerősödött Saxlehner cég azután egymás után megvásárolta ezeket a kis telepeket, sőt 1888-ban már az egész Örsöd-völgy és a Dobogó-hegy is a saját tulajdona volt. Ezzel együtt állandóan fejlesztette telepét új épületekkel és új kutakkal; korszerűsítette a víztermelést, a palackozást, a csomagolást és a szállítóeszközöket. Már 1863-ban foglalkoztatta Saxlehner Andrást a forrás-só előállításának gondolata, de végül a sűrítményt a víz állandó összetételének biztosítására használta.

1874-ben 10, 1878-ban 21, 1885-ben pedig már 70 kútról olvashattunk a cég kiadványaiban. Arról is tájékozódhattunk, hogy a termelés leginkább az eredeti minőségű vizet adó kutakból történt. A kutak mélysége később már kissé módosult és a felszín fölött körük vizzáro körtöltés készült és erre építették a kútházat. Az első három épület közül a Poprádi út mellett kettőt még 1989-ben is lakóháznak használtak. A folyamatos keserűvíz-ellátás érdekében a föld alatti 3, egyenként 60 m³-es víztárolóból kettőt még ugyanezekben az években is üzemelt, mivel tökéletes vízzárásuk a leghigorúbb higiéniai követelményeket kielégítették.

A fejlesztés hatására a kutakból kézi szivattyúval kitermelt víz azután a föld alatti kőgyagcsövön keresztül jutott a tárolókba, majd innen gőzszivattyú nyomta fel a vizet a viztoronyba, és ugyancsak gravitációsan került a keserűvíz a töltőbe. A kezdetleges töltőgető épület helyett ekkor már minden munkafázisra külön munkatermet jelöltek ki.

A palackozáshoz mindig új, csehországi palackokat használtak, aljukon Saxlehner Bitterquelle és Hunyadi János felirattal. A palackok öblítéséhez gyenge minőségű keserűvizet, a záráshoz parafadugót használtak eleinte felirat nélkül, később Saxlehner Pest beégetéssel. A palackok száját Hunyadi János keserűvíz forrás felirattal és Hunyadi Jánost ábrázoló nyomással ellátott, Ausztriából származó önkupakkal zárták. A dugaszolást egyszerű dugaszoló hengerrel, kézi nyomással végezték, a palackszáját lábbal működtetett tokozóval zárták le az önhüvely összenyomásával. A palacktöltésen kívül a többi művelethez általában mindig női munkaerőt alkalmaztak.

A tulajdonos kezdetől fogva három részre osztott védjeggyel (címkével) hozta forgalomba a keserűvizet. A középső narancsvörös mező felső részén Hunyadi János Budai keserűvízforrás felírás alatt, díszített kör keretben Hunyadi Jánost ábrázoló mellkép látható. Alatta Hunyadi János Bittersalzquelle felirat, majd a forgalmazó neve és címe, valamint a bejegyzett márkavédellel kapcsolatos, német nyelvű leírás és végül a forgalmazó névalírása. A jobb és a bal oldali mezőben a kezdeti vegyelemzés, kémiai és orvosi vélemények és használati javaslat szerepelt. Ezek végleges szövege 1880-ra alakult ki. A címkék hátoldalát ragasztóanyagban forgó hengeren kenték be és kézzel helyezték a palack oldalára. A csomagoláshoz faládákat, a palackok védelméhez szalmatokat használtak. Ezzel a módszerrel már 1863-ban 41 ezer palack keserűvizet tudott Saxlehner értékesíteni.

A palackok mozgatására a padlózatba súlylyesztett síneken 4 kisvasúti kerékre szerelt rekeszeket állítottak be. Vácott már 1874-ben új ládagyárt létesítettek, megszűnt a szalmatok kézi feldolgozása és a gépesítéssel hetente 40-50 ezer szalmatokot készítettek. Az üzemi épületek szaporodása mellett a munkások étkező- és alvóhelyiséget kaptak, a kutak területét kerítéssel vették körül. A telepnek 14 főből álló tűzoltósága volt és az átlagosan 250 munkás legnagyobb része női dolgozóból állt. A szállítást meggyorsítására 2,5 km hosszú iparvasút épült ki a telep és a Kelenföldi pályaudvar között (1888), amely még inkább elősegítette az exportot. Nagy jelentőségű volt, amikor az utódok 1894-ben felszámolták a petróleumlámpás világítást és a telepen megépített áramfejlesztővel biztosították a villanyvilágítást és a –meghajtást.

A gyakran előforduló termelési gondokat Saxlehner András 1886-ban szabadalmaztatott palacktöltő készülékével tudta megoldani. Teljesítményét egy 50–60 csapogó készülékhez lehetne hasonlítani, amely azt jelenti, hogy 0,7 l-es palackból kb. 13 000 db/óra mennyiséget lehetne termelni.

A keserűvíztelep állandó fejlesztése mellett az újabb ingatlan megszerzése is a vagyon gyarapodását jelezte, így a Sas-hegyen

Az export fokozása érdekében New Yorkban és Londonban megnyitott fiókot az utódok újabbakkal gyarapítják. A sok reklám között különösen nagy hatású volt egy óriási plakát New York első felhőkarcolójának egyikén, amelyen a keserűvizet ezzel a szöveggel ajánlotta: *Amikor a kakas a reggelt hirdeti, igyon Hunyadi János keserűvizet!* A cég részvétele kiállításokon, a több nyelven megjelenő újabb kiadású keserűvíz-ismertetőket további piacszerzésre adtak lehetőséget.

Andrást a sikeres kiállításért a Ferencz József-érdemrend lovagkeresztjével tüntették ki. Nagy elismeréssel nyilatkoztak a keserűvíz-telepről 1887-ben a Budapesten ülésezett Közegészségügyi Nemzetközi Orvostudományi Kongresszus, 1909-ben pedig a XVI. Nemzetközi Orvostudományi Kongresszus résztvevői.

A XIX. és a XX. század fordulóján a gátoló körülmények ellenére a cég stabilitása megmaradt, sőt emelkedett is az értékesítés és ennek megfelelően a keserűvíztelep további fejlesztést igényelt. A kutak száma tovább nőtt és 1909-ben már 140 kútról számol be a cég által kiadott emlékalbum. Az újabb kutak közül 23 kút alkotta még



A Hunyadi János keserűvíz meghódította az országot és a világot

több szőlőbirtok és villa került Saxlehner-tulajdonba. Pesten a Sugár út (a mai Andrássy út) kialakításakor a 3. sz. alatti telken 1886-ban felépült a díszes palota, amelyben helyet kapott a lakás, a központi iroda, több bérlakás és üzlet. Az akkori idők legkiválóbb építész (Czigler Győző), művészei (Lotz Károly, Szécsi Antal), a város legjobb iparosai vettek részt a palota kialakításában. 1938-ban a család nehéz gazdasági helyzete miatt megvált a palotától és ezután több tulajdonos váltotta egymást. 1972-től az épületben a Postamúzeum működött, majd 2012-ben a Benczúr utcába költözött. A műemlék jellegű épület jelenlegi tulajdonosa 2004 óta az A3 Expressz Kft.

A belföldi forgalmazás mellett a tulajdonos gondolt az exportálásra is. Már 1869-ben 50 ezer palackot tudott külföldön értékesíteni és jelentős anyagi befektetéssel egy londoni céget bízott meg a gyógyvíz világméretű reklámozásával, amely hamar meghozta a várt eredményt. Ennek alapján azután a telep fejlesztése folytatódott és fiait fokozatosan bevonta vállalkozásába. Saxlehner András halála után (1889. május 24.) a legidősebb fiú, Andor vette át a cég vezetését.

Az aranykor vége

A nagy fejlesztésnek és a szakszerű munkának meglelt azután az eredménye. Saxlehner András céltudatos, kemény és ennek megfelelően jelentős munkát végzett. Kiváló üzleti érzékét bizonyítja, hogy nem sajnálta a reklámra a pénzt és a legkiválóbb belföldi és külföldi orvossal, kémikussal végeztette a keserűvíz vizsgálatát. Az első részletes ismertetést A. Martin müncheni tanár 1871-ben állította össze és abban a keserűvíz élettani hatását írta le és vizsgálatai alapján gyógyjavaslatot adott. A későbbi szakvélemények is mindig a keserűvíz azonos összetételét, így azonos hatását bizonyították. A legjelentősebb hatásnak a hashajtást említették, de az epe-, a cukorbetegséggel kapcsolatban és a fogyókúráknál is jó tapasztalatokról számolnak be az orvosok. Korányi Frigyes 1885-ben készséggel bizonyítja, hogy ezen keserűvíz a kórodámon legújabb időkig is használtatik és mindig ugyanazon kitérő hatályosságának bizonyult.

Az 1885. évi Országos Általános Kiállításon résztvevő S. Duckerts belga konzul szerint a Hunyadi János keserűvíznek világhívatása van. Érthető, hogy Saxlehner

az 1980-as években is a keserűvíz-termelés alapját. Korszerűsítették a ládaüzemet, az egész telepet minden egységénél a gépek gőzüzeműről a robbanómotor meghajtására tértek át.

A sok eredmény mellett gyakran kellett a gyógyvíz védelme érdekében jelentős erőfeszítéseket tenni annak ellenére, hogy már a XX. század elején (1903) Schafarzik Ferenc műegyetemi tanár mind az örsödi, mind az örmezői területre megalkotta védőterületi szakvéleményét, amely jogerőre is emelkedett. Valószínűleg ugyanezekben az években készítette el egy kútkeresztmetszet kicsinyített mását a kutak körülvévi kőzetek bemutatásával, s ezzel a geológiai pavilonban ismerkedhetett meg a keserűvíztelepre látogató. Az épület a II. világháború során sajnos megsemmisült.

A keserűvizet termelő cég 1913-ban érte el forgalmazásának csúcspontját. Ekkor 15 750 000 palack keserűvizet értékesítettek, s abból a 15 országra kiterjedő exporttal, 14 750 000-rel a Hunyadi János gyógyvíz lényegében minden földrészre eljutott. A belföldi forgalmazás lassú mértékben ugyan, de emelkedett és ez is 1913-ban érte el az 1 millió palackkal a legnagyobb fogyasztást.



Palack egykor és ma

Az első világháború hatása

1918-ben azután lezárult a Hunyadi János keserűvíz 50 évig tartó aranykora. A család egyik tagja, aki hadifogságban volt Szibériában, 1915-ben még legnagyobb öröme tudott venni Hunyadi János keserűvizet. A háborús helyzet, később a gyógyszeripar előretörése visszaszorította a keserűvíz-fogyasztást. Trianon után csak nagy nehézségek árán lehetett fenntartani a céget, bár gyógykeserűs előállításával is próbálkoztak és 1935-ben Száhlender Lajos új módszerével Hunyadi János természetes gyógykeserűs néven 10 g-os adagokban hozták forgalomba, de ez sem javított a cég helyzetén. 1936-tól kezdve azután Hunyadi János keserűvíz és gyógykeserűs vállalat, Saxlehner András néven szerepelt. A vállalat romló gazdasági helyzetére jellemző, hogy 1939-ben belföldön az értékesítés mindössze 800 ezer, külföldön is csak megközelítette az 1 millió palackot. Nagy konkurenciát jelentett Örmézón a Ferenc József és a Kocs közeli telepen az Igmándi keserűvíz forgalmazása. A vállalat fokozatos hanyatlása folytatódott az 1940-es években, bár különböző pénzügyi érdekeltségek léptek be a cégbe, és amikor 1944-ben az utolsó Saxlehner családtag is kilépett, akkor a keserűvíztelep és a család között minden kapcsolat megszűnt.

A telep újjászületése

A második világháború súlyos károkat okozott a telepen, kizárólag a felszerelés és a gépek többsége maradt üzemképes. A forgalom rendkívül lecsökkent belföldön és külföldön

egyaránt. A termelés újraindításában jelentős szerepet vállalt Galambos István, aki korábban résztulajdonos volt. 1945-ben már 50 ezer palackot termeltek s abból egy kis rész exportra is került. Az államosítás után a Gyógyvíz-termelő Nemzeti Vállalat, majd az ezt követő vállalatok irányítása alá került a Hunyadi-telep. A régi kutakból 23 kutat felújítottak, a többit megszüntették. Felszámolták 1950-ben az iparvágányt is a kis mennyiség szállítása miatt.

A fejlesztés érdekében 1968-ban az akkori üzemeltető geoelektromos kutatást rendelt meg a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetnél. Ezzel a talajellenállási módszerrel a tároló terület lehatárolását, a résztelepek közötti összefüggések felderítését és a különböző töménységű vízzel telített telepek kimutatását kívánta megismerni. Az 1970-es években a kimutatott eredmények alapján azután néhány új nagytérőjű kutat létesített az üzemeltető, a

Vízkutató és Fűró Vállalat (VIKUV) és emellett megteremtette a korszerű termelés és palackozás feltételeit.

A keserűvíz-igény rendkívül lassan emelkedett, az export is csak 1983-ban lendült meg, amikor megindult a Szovjetunióba az export és 1987-ben már 1 500 ezer 0,7 l-es palackot sikerült szállítani. Korábban is volt ugyan export több nyugati országba, de nem nagy mennyiségben.

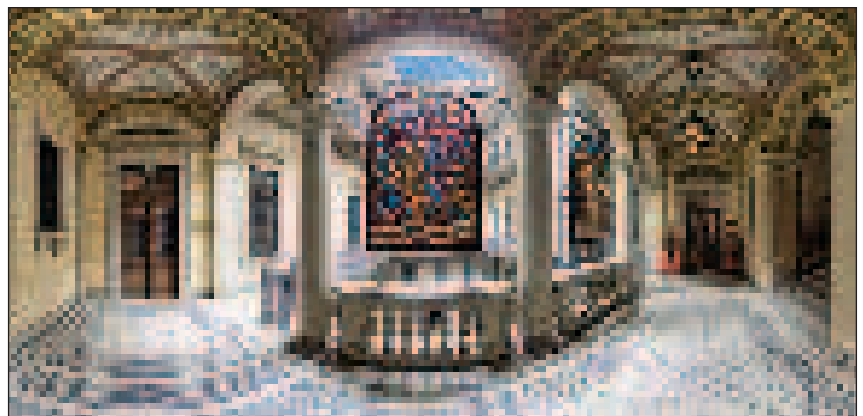
Újabb változás következett be 1992-ben, amikor a VIKUV a gyógyvíz termelését és értékesítését a gyöngyösi Élelmiszeripari és Palackozástechnikai Zrt-nek (ÉLPAK) adta át, s jelenleg a tiszajenői MIRA gyógyvíz-telepen palackozzák a keserűvizet. Tudomásunk szerint nemcsak belföldön, hanem ukrán és olasz piacon is értékesítik a keserűvizet. Az utóbbi időben éves átlagban mintegy 1 M és 800 ezer palack közé tehető a termelés és annak kb. 20%-át exportálják. A néhány termelő kút és környezete kifogástalan kialakítását a XI. kerületi helytörténészek egy csoportja nagy érdeklődéssel tekintette meg 1998 egyik szép őszi napján, ahol előadásom után Marik János vegyész-mémnök mutatta be a kutak kiképzését.

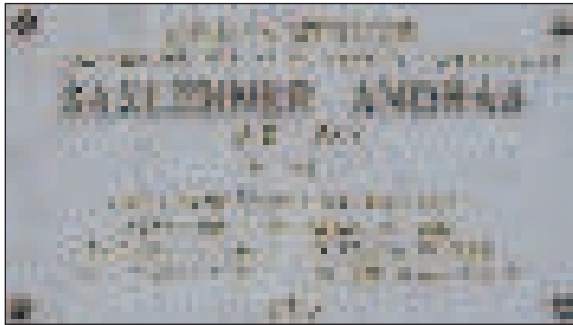
A meglehetősen csekély igény ellenére a jövő útja esetleg a természetes gyógyszerek felé vezet, tehát a gyógyvizek irányába is, ezért remény van arra, hogy megőrizve a jelenlegi keserűvíz területet, lehetőség lenne a termelést és az értékesítést növelni. Ebben sokat segíthetnek balneológusaink, belgyógyászaink, akik a mellékhatás nélküli nagy nátrium-magnézium-szulfátos és ásványi anyagtartalmú keserűvizet javasolják elsősorban az emésztési problémákban szenvedő betegeknek.

Emlékállítás Saxlehner Andrásnak

A keserűvíz-telepek védelmét szolgálta Vadász Elemérnek az OTT elnökség kiadásában az Országos Természetvédelmi Tanács 1951. évi határozata, amely a főváros meleg és langyos gyógyforrásait és gyógyvizű kútjait természetvédelmi értéknek nyilvánította.

Az Andrassy úti Saxlehner-palota 2012-ig a Postamúzeumnak adott helyet





Saxlehner emléktáblája egykori lakóháza falán

Az 1980-as években azután ezt a keserűvízi kutakra vonatkozó védelmet meg kellett erősíteni és ismételni. A védelem szükségességét és indokoltságát támasztotta alá az 1957-ben megjelent kiváló botanikai munka, amely kimutatta a Hunyadi-telepen a nyár végén a szikós kivirágzását kísérő thenardit (NaSO_4) és gipsz (CaSO_4) megjelenését. E két kiválás jól bizonyítja a keserűvíz kevert (nátrium- és kalcium-szulfátos) jellegét. A feldolgozás még a különböző sótűrő növénytársulást is felvázolta.

Az első hivatalos több intézményt, egyesületet megmozgató emlékezést Saxlehner András halálának 100. évfordulóján, 1989-ben az akkori Hunyadi János keserűvizet is termelő és forgalmazó VIKUV Gyógy- és Ásványvíz Üzeme kezdeményezte és abban a Balneológiai Egyesület is részt vett. Erre az alkalomra Saxlehner András-emlékermet alapított a vállalat és azt a kiállítással egybekötött előadói üléseken kapták meg a kiténtetettek. A VIKUV Vízkutatás c. lap külön számában 2 tudománytörténeti munka jelent meg Saxlehner András munkásságáról és a Hunyadi-telep értékéről.

A következő évben a Budapest Főváros Tanács V.B Művelődési és Sport Főosztálya tájékoztatása szerint Saxlehner András születése 175. évfordulójának tiszteletére a Népköztársaság út (ma Andrassy) 3. sz. ház falán a VIKUV emléktáblát kíván állítani és ennek szövegére kért javaslatot a szerzőtől. Nem felejtkezett el a termelő vállalat a szülőhelyről sem, mert ugyancsak 1989-ben Kőszegen is emléktáblát terveztek elhelyezni a kiváló keserűvíz termelő emlékére.

A főváros XI. kerületében, ahol jelentős számú német nemzetiségű lakos él, önkormányzati képviselőjünkkel együtt ápolta és ma is ápolja hagyományait, így többek között az 1998-ban alapított Saxlehner András Közhasznú Egyesületen keresztül.

Saxlehner András 41 éves Kálmán fia 1909-ben a Ménesi út 21. sz. alatt nyaralót épített és a 100 éves villát az évfordulóra az ott lakókkal együtt újjávarázsolták.

A jelenlegi termelő és forgalmazó előtt még az államosítási utáni évtizedekben is folyamatosan olvasható volt a gyógyvíz címkéken a Saxlehner név, de az az utóbbi két évtizedben már nem szerepel rajta.

Emléktáblát találtunk a Neszmélyi út 30. sz. alatt a Weiner Leó Zeneiskola és Zeneművé-

zeti Szakiskola oldalfalán évszám és emléktáblát állító neve nélkül. A hiányzó adatok kiderítése új feladata lehetne a Saxlehner Egyesületnek.

Az Igmándi út melletti Saxlehnerrel elnevezett parkban avatta fel a XI. kerületi önkormányzat, az öt leszármazott család képviselője és a Saxlehner Egyesület 2006-ban a Saxlehner András emlékkövét.

A Saxlehner család kezdeményezésére 2010-ben megvalósult az Andrassy úti palotán az emléktábla-avatás. Megemlékezést a család egyik leszármazottja, Borostyánkőy László és Egervári László hírközlési igazgató mondott.

Megemlékezésünkkel ismét fejet hajtunk és tisztelgünk a 200 évvel ezelőtt született Saxlehner András nagyszerű, sok irányú tudása és munkája előtt, aki hazánk egyik nagy természeti kincsével, a Hunyadi János keserűvízzel ismertette meg a világot és gyógyulást vitt sok millió ember otthonába.

Irodalom

- Dobos I. 1989: Megemlékezés Saxlehner Andrásról, halálának 100. évfordulóján. Hidrológiai Tájékoztató, okt. 6-8.
- Dobos I. 1989: A Hunyadi János keserűvíz származása, jellege és gyógyászati szerepe. -- Vízkiutató, 2. Különszám, 2-4.
- Gálf J.-Korim K.-Liebe P. 1969: Keserűvízkutatás geoelektromos talajellenállás módszerrel. -- Vízügyi Közlemények, 2. 204-217.
- Lorberer Á. F. 2007: Legrégibb hazai gyógyvizünk 2007. évi állapota. -- A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat, 72, 159-166.
- Pócsné Gelencsér I. 1957: A kelenföldi keserűsós rétek vegetációja. -- Botanikai Közlemények, 47/3-4. 333-341.
- Rakoczay Z. 1986: Vadász Elemér és a magyar természetvédelem. -- Földtani Közöny, 116/1, 19-21.
- Surányi E.-Kiss I. (1989): A 125 éves Hunyadi János keserűvíztelep és a telepalapító Saxlehner család története. -- Vízkiutató, 2. Különszám, 5-24.
- Szabó J. 1857: A budai keserűvízforrások földtani viszonyai. -- A Magyar Természettudományi Társulat Évkönyvei III. 1851-1857. 50-76.
- Vadász E. 1951: Budapest meleg és langyos gyógyforrásainak, gyógyvizű kútjainak védetté nyilvánítása. — Az OTT 107/1951. sz. határozata. Kézirat.
- Vendl A. 1948: A budapesti keserűvízes telepek hidrogeológiája. - A Budapesti Központi Gyógy- és Üdülöhelyi Bizottság Rheuma- és Fürdőkutató Intézetének kiadványa, Bp. 96 p.

E számunk szerzői

DR. BABINSZKI EDIT PhD, geológus, tudományos főmunkatárs, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Földtani Kutatási Osztály, Budapest; DR. DOBOS IRMA geológus, Budapest; GROLMUSZ VINCE: matematikus, egyetemi tanár, ELTE Matematikai Intézet PIT Bioinformatikai Csoport, Budapest; DR. HARANGI SZABOLCS geológus, tszv. egyetemi tanár, kutatócsoport-vezető, MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, Budapest, DR. KALOTÁS ZSOLT természetvédelmi tanácsadó, Tolna; KEREPESI CSABA matematikus, PhD, ELTE Matematikai Intézet, PIT Bioinformatikai Csoport, Budapest; DR. KÉRI ANDRÁS főiskolai docens, Budapesti Gazdasági Főiskola, Budapest; KOVÁCS ZOLTÁN radiokémikus, MTA Atommagkutató Intézet, Ciklotron Alkalmazási Osztály, Debrecen; DR. MERKL OTTÓ főmuzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest; MISI DÁVID doktorandusz, SZTE TTK Földtudományok Doktori Iskola, Szeged; PÁTKAI ZSOLT meteorológus, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; DR. SCHEURING ISTVÁN biológus, MTA-ELTE Elméleti Biológiai és Evolúciós Ökológiai Kutatócsoport, Budapest; SZALKAI BALÁZS matematikus, PhD, ELTE Matematikai Intézet, PIT Bioinformatikai Csoport, Budapest; SZELECSÉNYI FERENC tudományos főmunkatárs, osztályvezető-helyettes, MTA Atommagkutató Intézet, Ciklotron Alkalmazási Osztály, Debrecen; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; DR. TÓSZEGI ZSUZSANNA PhD, c. egyetemi docens, ELTE BTK Könyvtár- és Információtudományi Intézet, Budapest; VARGA BÁLINT matematikus, PhD, ELTE Matematikai Intézet, PIT Bioinformatikai Csoport, Budapest.

Januári számunkból

Patkós András: Túl a részecskefizikai Standard Modellel. Fizikai Nobel-díj 2015
Csörgő Bálint: Genom skálájú bakteriális genomműködségi eljárások
Szabó Márton: Cápákról feketén-fehéren
Farkas Csaba: A migrén. Beszélgetés Vécsei László akadémikussal
Venetianer Pál: Az emberiség DNS-e
Vásárhelyi Tamás: Leonardo da Vinci árnyékában, egy milánói múzeumban
Csuták Máté: A Bükkalja természeti értékei
Németh Károly: Japán négy évvel a nagy Tohoku földrengés után
Főzy István: Az év ősmaradványa: a *Nummulites*

SZELECSÉNYI FERENC–KOVÁCS ZOLTÁN

A nukleáris medicina új „svájci bicskája”

Terbium radioizotópok előállítása orvosi alkalmazások céljára

A daganatos megbetegedések nagy szerepet játszanak az életet veszélyeztető kórképek között. Világszerte, így hazánkban is mintegy 20%-ban felelős a rák a korai elhalalozásért. Nem véletlen tehát, hogy jelentős erőket vonultat fel az orvostudomány a malignus folyamatok megelőzésére, illetve visszaszorítására. A jól ismert eljárások (sebészeti, sugárterápiás, valamint kemoterápiás módszerek) szakadatlan fejlődésen mentek keresztül az elmúlt évtizedek során, és jelentős sikereket eredményeztek. Sajnos, jelenleg még messze van az orvostudomány a fenti betegcsoport létrejöttének teljes megértésétől, a végleges gyógyulások elérésétől.

Napjainkban a kezelésekre használt „arzenál” fontos részévé váltak az ún. terápiás proteinek és peptidok (célzott molekuláris daganatterápia: targeted molecular therapy). Ezen biomolekulák döntően csak a rákos sejtekhez kötődnek, és fejtik ki specifikus sejtromboló hatásukat. A legújabb vizsgálatok alapján kiderült, hogy a vegyületek kombinálása bizonyos elemek radioaktív izotópjával (jelzett vagy nyomjelzett molekulák) további terápiás és/vagy diagnosztikai előnyökkel járhat. Egyrészt láthatóvá teszi a bejuttatott terápiás biomolekulák (targeting vector) szervezeten belüli útját, a pusztítási folyamat időbeli lefolyását, másrészt növeli azok sejtpusztító képességét is. A radioizotóp és biomolekula kombinálása, vagyis a jelzés általában úgy történik, hogy a molekula egy külső funkció csoportját „cserélik le” a megfelelő ra-

dioizotóppal. (A jelzett anyagnak ugyanúgy kell viselkednie biokémia szempontból, mint nem jelzett változatának, különben nem fejt ki a szükséges hatást: pl. kisebb mértékben kötődik a daganatos sejthez.)

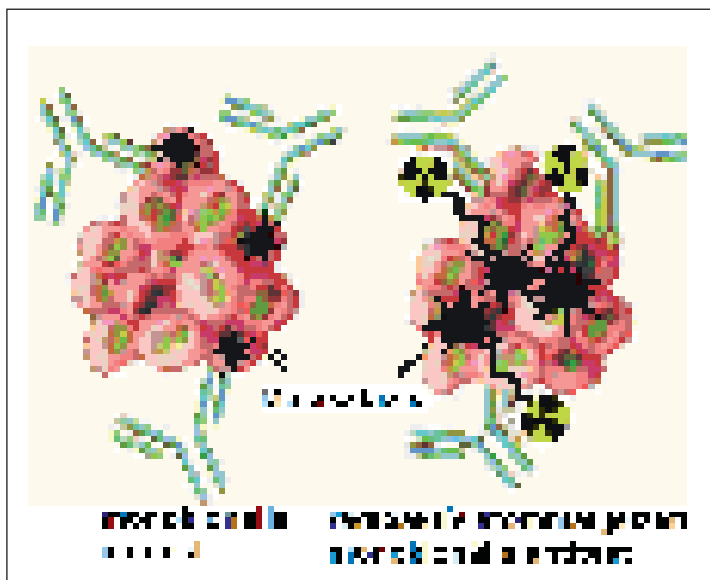
A radioaktív sugárzások terápiás jelentőségét már korán felismerték. Akár

szelektíven kötődő vegyületbe (pl. bizonyos monoklonális antitestek, melyek maguk is sejtromboló hatásúak) beépített radioaktív anyag a sejt elpusztításához szükséges dózist (cytotoxikus dózis) közvetlenül a rákos sejtnél adja le, megkímélve egyúttal a szervezet többi részét a felesleges sugárterheléstől. Természe-

tesen olyan radioaktív izotópot kell használni, amely lehetőleg alacsony energiájú részecske kibocsátással bomlik el. Ezek viszonylag rövid (1–2 mm) távolságra távolodnak el az emberi szervezetben a keletkezésük helyétől, így döntően csak a rákos sejtekbe juttatják el a pusztító energiát. Klinikai vizsgálatok bizonyították, hogy a jelzett antitesteknek nagyobb terápiás hatásuk van, mint a nem jelzett anyagoknak. Ez az ún. „keresztűz effektusnak” (crossfire vagy bystander effect) köszönhető. Az első ábrán szemléltetjük a sugárzás tényleges hatását a sugárzó sejtekre. A sejthez kötődő vegyület radioizotópjának sugárzása nemcsak ezt a sejtet éri el, hanem besugározza a szomszédos sejtek egy részét is. Ezek a hatások összeadódva lényegesen nagyobb pusztítást okoznak.

Az Amerikai Egyesült Államok gyógyszer-engedélyezési hatósága (Food and Drug Administration) által elsőnek engedélyezett terápiás proteinek között volt két monoklonális antitest (Zevalin és Bexxar), melyeket a non-Hodgkin-lymphoma kezelésére használnak. Mindkét antitestbe a kereskedelemben könnyen beszerezhető, béta-sugárzással bomló („standard”) radioizotópokat építenek be (Zevalin esetében: ^{111}In vagy ^{90}Y ; a Bexxar jelzésére pedig: ^{131}I).

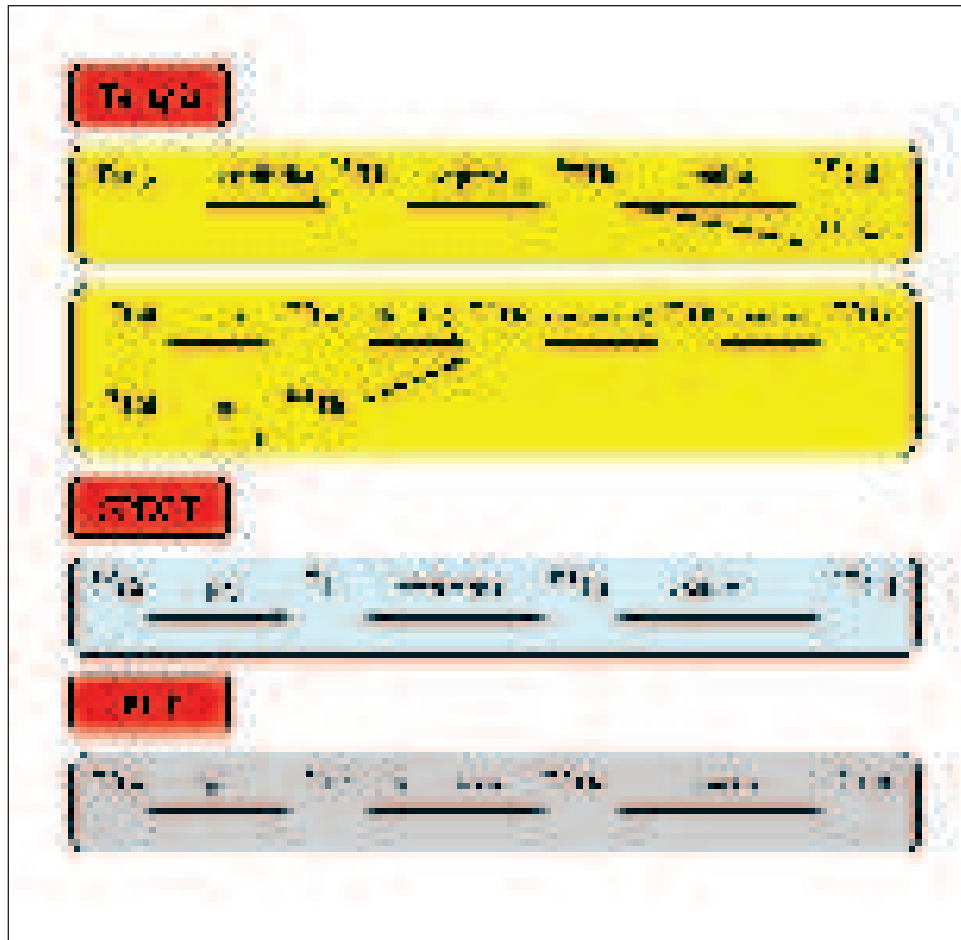
Meg kell azonban említeni, hogy e radioizotópok fizikai, kémiai, illetve



Terápiás radioizotóppal jelzett és jelzetlen antitestek hatása a rákos sejtekre

külső (kobaltterápia, lineáris gyorsítók stb.), akár a testbe (testüregbe, testnyílásba) juttatott zárt sugárforrásokat (Palládium-tű stb.) alkalmazunk is, a rákos terület elhelyezkedésének pontos ismeretére van szükség ahhoz, hogy kellően maximalizálni lehessen a pusztítás mértékét, miközben minimalizálni kell a környező szöveteket érő sugárterhelést. Ezeknek az eljárásoknak jelentős mellékhatásai lehetnek, ronthatják a betegek komfortérzetét, életminőségét és esetlegesen a túlélés esélyét.

Ezzel szemben, a radioizotóppal jelzett vegyületek alkalmazása merőben más megközelítést jelent. A rákos sejtekhez



Az orvosi célú terbium radioizotópok főbb előállítási módjai

farmakológiai tulajdonságai közel sem a legideálisabbak a kezeléshez, ugyanis nagyenergiás gamma és/vagy béta-sugárzásuk is van, a jóid pedig idő előtt kiválhat a vegyületből.

Sok esetben szükség van a kezelések során arra is, hogy nyomon követhessük a bejuttatott nyomjelzett molekulák útját, illetve a kötődésük mértékét is. Erre a célra néhány terápiás célú molekulát olyan radioaktív anyaggal kell jelezni, amelynek sugárzása a testen kívül is észlelhető, ugyanakkor nem okoz számottevő változást a hordozóanyag célba juttatásában sem. Igazából az említett elemek olyan radioaktív izotópjai lennének ideálisak erre a feladatra, melyek vagy pozitron-bomlással (Pozitron Emissziós Tomográfia) vagy alacsonyenergiás gamma-fotonok kibocsátásával szabadulnak meg fölös energiájuktól (SPECT). Sajnos az yttrium, az indium és a jóid elemeknek nincs „optimális” izotópjuk erre a célra. Széleskörű vizsgálatok kezdődtek tehát olyan elemek után, melyeknek van mind terápiára, mind diagnosztikára is alkalmas izotópjuk.

A periódusos rendszerben a ritka-földfémek között található lantanidák elemei (15 elem) az egyik ilyen potenciális jelölt. Nemcsak többféle bomlási móddal rendelkező radioizotópjuk vannak (melyek felezési ideje, bomlási energiája stb. megfelelő lehet a kezelésekhez), hanem kémiai viselkedésük is hasonló. Ezt azt jelenti, hogy egy terápiás célú izotóp (pl. ^{177}Lu), valamint egy diagnosztikai feladatra alkalmas társa (pl. ^{152}Tb) ugyanolyan módon építhető be pl.: ugyanabba a szállító molekulába, miközben mindkét jelzett anyag biokémiai viselkedése is azonos marad. Ezek a tulajdonságok olyan csábítónak tűntek, hogy az Európai Unió az elmúlt évtized közös kutatási projektjei közé is felvette a lantanidák medikális alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatát (COST action D18: „Lanthanide Chemistry for Diagnosis and Therapy”).

A terápiás és diagnosztikai célokra ideális lantanida radioizotópok (továbbiakban radio-lantanidák) kiválogatása komplex, interdiszciplináris megközelítést igényel. A potenciális jelöltnek

ugyanis teljesítenie kell az alábbi kritériumokat:

1. Megfelelő nukleáris (bomlási) paraméterekkel rendelkezzen (beleértve a bomlás során kibocsátott részecske fajtáját, energiáját, a keletkezett végmag nukleáris adatait). Ha a radio-lantanida döntően alacsony energiás (kevésbé áthatoló) részecskék kibocsátásával bomlik (β^- , konverziós vagy Auger elektron, α -részecske), akkor hasznos jelöltnek tűnhet terápiás célokra. Ha jellemzően 70 keV alatti gamma-fotonokkal szabadul meg fölös energiájától, akkor a SPECT-diagnosztika számára lehet megfelelő a radioizotóp. Természetesen, a jelölt radioizotóp, valamint a szállító molekula biológiai felezési idejének is összhangban kell lennie egymással. A radioaktív bomlás döntő részének csak azután szabad végbemenni, miután a szállító közeg elérte a célterületet.

2. Legyen(ek) olyan nukleáris magreakció(k), amivel a gyakorlatban előállítható a radioizotóp. A rendelkezésre álló nukleáris technikák segítségével kétféle eljárással is termelhetünk radio-lantanidákat. Atomreaktorok-

ból származó neutronokkal besugározva a megfelelő kémiai elemeket vagy vegyületeiket (célanyagok), viszonylag nagy mennyiséget lehet előállítani a kívánt radioizotópból, de a termék általában kis fajlagos aktivitású lesz, ami hátrányos a terápiás felhasználásoknál. (Nagy fajlagos aktivitású a végtermék, ha csak elenyésző mértékben fordulnak elő benne a termelt radioizotóp egyéb izotópjai.) Töltéssel rendelkező részecskék (pl.: p, d, ^3He -, alfa-részecske) alkalmazása esetén ugyan elérhető a megfelelő fajlagos aktivitás, de az ilyen, elsősorban ciklotron gyorsítókra alapozott eljárások rendkívül költségesek lehetnek. Vannak olyan esetek is, amikor csak az egyik módszerrel lehet létrehozni az adott radioizotópot.

3. Az előállításra választott nukleáris magreakciónak megfelelő termelési paraméterei legyenek. A magreakció végterméke (a radio-lantanida) kellő hozamú legyen, azaz ésszerű időhatáron belül (<néhány nap besugárzás) a vizsgálatokhoz szükséges mennyiségű atom termelődjön (radioizotóp-hozam),

továbbá megfelelő specifikus aktivitással és radionuklidos tisztasággal is rendelkezzen.

4. Legyen nagy hatásfokú elválasztási és nyomjelzési módszere a használt termelési módnak. A végterméket nagy hatásfokkal (>98%) kell tudni szeparálni a céltárgy anyagától és egyéb kémiai szennyezésektől. A módszernek lehetőleg automatizálhatónak is kell lennie, a megbízhatóság (reprodukálhatóság) és kezelőszemélyzet sugárterhelésének csökkentése érdekében. A szeparálás végén a végtermék olyan kémiai formában álljon rendelkezésre, mely lehetővé teszi a választott biomolekula gyors és nagy hatásfokú jelzését.

5. A jelzett biomolekula a farmakológiai vizsgálatok során bizonyítsa alkalmasságát mind invitro, mind invivo módon.

A szűrési feltételek jelentősen csökkentik a potenciális jelöltek számát. Terápiás célokra többé-kevésbé csak öt radioizotóp tűnik alkalmasnak. [^{143}Pr ($T_{1/2}=13.6$ d, $E_{\beta^-}=315$ keV), ^{149}Pm ($T_{1/2}=2.2$ d, $E_{\beta^-}=366$ keV), ^{161}Tb ($T_{1/2}=6.9$ d, $E_{\beta^-}=155$ keV), ^{166}Ho ($T_{1/2}=1.1$ d, $E_{\beta^-}=711$ keV) és a ^{177}Lu ($T_{1/2}=6.7$ d, $E_{\beta^-}=133$ keV)].

Érdeemes megjegyezni, hogy néhány – a viszonylag könnyen előállítható – ^{177}Lu -mal nyomjelzett peptidet már sikeresen alkalmaztak szomatostatin receptor-pozitív tumorok kezelésére.

A későbbi vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy a terbium elem radioizotópjai között négy olyan is van, melyek bomlási tulajdonságai alkalmassá tehetik azokat orvos-biológiai célokra is. A már említett ^{161}Tb (lásd fenn) kívül a ^{149}Tb ($T_{1/2}=4.1$ h, $E_{\alpha}=17\%$) is megfelelőnek tűnik terápiás célokra, mivel alacsony energiás α -részecskék kibocsátásával bomlik. A ^{152}Tb ($T_{1/2}=17.5$ h, $E_{\beta^+}=17\%$, $E_{\text{mean}}=1.1$ MeV) jelentős pozitron-bomlása okán ideális PET-radioizotóp lehet, míg a ^{155}Tb ($T_{1/2}=5.32$ d $E_{\gamma}=87$ és 105 keV) jól használható a hagyományos SPECT-berendezésekkel végzett diagnosztikai vizsgálatok számára.

Találtunk tehát egy olyan kémia elemet, melynek „minden célra” alkalmas radioizotópjai vannak. Egy svájci együttműködő kollégánk találó nevet is adott neki: ez a nukleáris medicina új „svájci biciskája”. Cikkünk címét is ezért választottuk ezt a meglepő mondatot.

A bemutatott kritériumrendszernek azonban csak az első pontja teljesül a

kedvező nukleáris tulajdonságokkal. Az orvosi gyakorlat számára való hasznosításig még sokéves kutatómunka szükséges. A radioizotópok előállításai módjai ábrán a fenti radioizotópok néhány eddig javasolt előállítási útja látható.

A 2. ábrán felsorolt termelési módok közül eddig csak az ún. „spallációs” reakcióval állítottak elő alkalmazási célra ^{149}Tb , ^{152}Tb , és ^{155}Tb radioizotópokat. A svájci CERN-ben található berendezésben 1.4 GeV protonokkal bombázták tantál céltárgyat, és a tantál „szétesése” során keletkezett fragmentumokat (különböző kémiai elemeket és azok radioizotópjait, köztük a három terbium radioizotópot is) tömegük alapján nagy hatásfokkal különválasztották az ISOLDE on-line szeparátor segítségével. Két másik svájci kutatóintézetben pedig (ILL és PSI intézetek) az ottani neutronforrások segítségével a ^{161}Tb termelése vált lehetővé. A ^{160}Gd céltárgyban neutronok hatására keletkezett ^{161}Tb -t itt kation-cserével nyerték ki a további vizsgálatok számára.

Az előállítási módok kidolgozásával egyidejűleg az orvoskollégák kiválasztottak egy olyan szállító vegyületet, amely a szervezetben található folsav-receptorokhoz

Kislexikon

Malignus: Latin eredetű szó, rosszindulatút jelent. A szervezetre veszélyes, az állapot rosszabbodásához, gyakran halálhoz vezető folyamat jellemzésére használt jelző. Gyakorta használják azon rákfélésegek jellemzésére, amelyek behatolnak a környező szövetekbe, és áttétet képeznek más szervekben.

Monoklonális antitest: Monoklonális antitestnek nevezik azokat az immunfehérjéket (ellenanyagok vagy antitestek), melyek egyazon immunsejt-telepben (klónban) termelődtek. (Az antitestek az immunválasz részei, speciális fehérjék, amelyeket B-limfociták és a belőlük átalakult plazmasejtek termelnek, és a vérrel, nyirokkal keringenek.

Non-Hodgkin-lymphoma: A limfóma a nyirokrendszerben kialakuló, magukból a nyiroksejtekből kiinduló rosszindulatú daganatos megbetegedés. A limfómák egyik fajtája a Hodgkin-kór, és minden olyan limfómás megbetegedést, amely nem Hodgkin-kór, a Non-Hodgkin-limfómák közé sorolnak. Non-Hodgkin limfómák esetén a nyirokrendszer sejtjei rendellenesen szaporodnak, a rosszindulatú daganatos sejtek pedig más szervekbe is áttérhetnek.

PET-diagnosztika: A PET a pozitron emissziós tomográfia rövidítése. A funkcionális orvosi képalkotó eljárások körébe tartozik, vagyis nem az anatómiai viszonyokat, hanem a szervek, szövetek különböző funkcionális jellemzőjét (pl. véráramlás) jeleníti meg egy adott időintervallumban. Lényege, hogy bizonyos anyagokat pozitronbomló radioizotóppal jelölnek meg (pl.: fluoro-dezoxi glükóz: ^{18}FDG), majd azokat a betegbe juttatják, és a pozitron megsemmisülését követő (511 keV-es) gamma-fotonpárt detektálják gyűrű alakban elhelyezett detektorokkal. A képek létrehozása számítógép segítségével történik (tomográfias rekonstrukció).

Radionuklidos tisztaság: Adott radionuklid radioaktivitásának százalékban kifejezett aránya a radioaktív (gyógyszer)készítmény összes radioaktivitásához viszonyítva. A radionuklidos tisztaság időben is változhat, ahogy a rövidebb felezési idejű komponensek aránya egyre csökken.

SPECT-diagnosztika: A SPECT vagy SPET (Single Photon Emission Computed Tomography) gamma-sugarakat kibocsátó radioizotópokat használó orvosi

képalkotó eljárás (pl.: ^{99m}Tc). A PET-hez hasonlóan ez is funkcionális képalkotó eljárás. A SPECT gamma-kamerát használ a képalkotáshoz, amely többféle szögéből sokrétű kétdimenziós képeket készít majd ezeket a kétdimenziós vetületeket számítógépes eljárással (tomográfias rekonstrukció) alakítja háromdimenziós adathalmazzá.

Szomatostatin receptor-pozitív tumorok: Olyan daganattípus (első-sorban gyermekkori agydaganatok) amely szomatostatin-receptorokat expresszál. A szomatostatin egy gátló neuropeptid, az idegsejtekben és az endokrin sejtekben egyaránt jelen van, nagy sűrűséggel fordul elő az agyban, perifériás neuronokban, a hasnyálmirigy endokrin sejtjeiben és a gyomor-bél traktusban. Általános endokrin és exokrin gátló hatása mellett a szomatostatin a daganatos sejtosztódást közvetve és közvetlenül is gátolja.

Xenograft: Transzplantációra (átültetésre) használt sejt, szövet vagy szerv, amely más fajból (pl. sertés) származik.

kötődik. A folsavreceptorok ugyanis nagy mennyiségben találhatóak számos agyszív tumorban (petefészek- és egyéb nőgyógyászati rákok, bizonyos fajta mell-, vese-, tüdő- és agytumorok), ugyanakkor csak limitált mértékben fordulnak elő a normál szöveti területeken és szervekben. A folsav viszonylag gyorsan megkötődik az emberi szervezetben, de túl hamar lebomlik ahhoz, hogy minden rákos sejthez eljuthasson. A kutatók ezért egy albumin-kötő ágenszt fejlesztettek ki (DOTA-folate conjugate cm09), amely megnöveli a folsav szervezetben belüli keringési idejét, növelve ezzel az összes rákos terület elérésének esélyét.

Már az első állatkísérletek jelentős eredményeket hoztak. Emberi ráksejtekkel „kezelt” egerekbe juttatták be a fenti hordozóanyagokat, megjelölve azokat mindkét diagnosztikai terbium radioizotóppal. A beadást követő jelentős tumor/háttér aktívás-arányok 24 óra eltelte után lehetővé tették a beültetett xenograftok nyomon követését mind kisállat-SPECT (^{152}Tb -cm09), mind kisállat-PET (^{155}Tb -cm09) segítségével. Az in vivo terápiás kísérletek eredményei ^{149}Tb -cm09 (α -terápia) és ^{161}Tb -cm09 (β -terápia) pedig markáns tumornövekedésslussulást (vagy megállást) jeleztek. A túlélési adatok is szignifikáns különbséget mutattak a kezelt és kezeletlen egerek között az előbbiekre javára (Müller és mtsai, 2012) [1].

A jelentős eredmények ellenére a humán alkalmazások széleskörű bevezetése előtt komoly akadályok tornyosulnak. A bemutatott izotópelőállítás módszerek csak olyan országokban lehetségesek, amelyek nagyenergiás gyorsítókkal és izotóp-szeparátorokkal rendelkeznek. (pl. USA, Japán). A kezelési mód világméretű elterjedéshez meg kell oldani tehát az ún. kisenergiás részecskegyorsítókkal történő terbium-előállítás problémáját. Természetesen, a terbium-terápia fontossága miatt számos országban elindultak már az elmúlt években az ilyen jellegű alap kutatások.

Kutatócsoportunk az Atomki hosszú távú külső kapcsolataira építve, nemzetközi együttműködésben (Japán és Dél-Afrika) 2011-óta folytat vizsgálatokat az említett radioizotópok kis energiájú ($E_p < 20$ MeV), többrészecskes ciklotronnal történő előállíthatóságával kapcsolatban. Két éve sikerült felgyorsítani a kutatásokat az OTKA anyagi támogatásának segítségével. (K108669: 2013-2017). Kutatásaink alapján meghatároztuk az alacsony-energiás termelésekhez használható magreakciók körét, és egy részüknek megmérjük a termelésekhez szükséges nukleáris adatait is (Vermeulen és mtsai, (2012) [2], Steyn és mtsai (2014) [3], Kovács és

mtsai (2015) [4]) (gerjesztési függvények, várható hozamok, szennyezők hozamai stb.) Az eddigi eredmények alapján megállapítottuk, hogy csak nagy izotópdúsítású ($^{152}\text{Gd} > 98\%$, $^{153}\text{Gd} > 98\%$, $^{160}\text{Tb} > 90\%$) és elemtisztaságú céltárgy-anyagok alkalmazása esetén lehet majd gazdaságos termeléseket folytatni. Az általunk vizsgált magreakciók a következők: $^{152}\text{Gd}(p,n)^{152}\text{Tb}$, $^{155}\text{Tb}(p,n)^{155}\text{Tb}$, $^{160}\text{Gd}(n, \gamma)^{161}\text{Gd} \rightarrow ^{161}\text{Tb}$, valamint a $^{149}\text{Gd}(p,4n)^{149}\text{Tb}$. (A ^{149}Tb esetén a magyarországi előállításához közepes energiájú gyorsítóra lesz szükség.) A magas alapanyagköltségek miatt azonban olyan céltárgy-készítési és terbium-elválasztási eljárásokat is fejlesztenünk kell, melyek lehetővé teszik az alapanyagok termelések utáni visszanyerését, és újra felhasználhatóságát is.

Jelenlegi biztató eredményeink alapján, a bemutatott magreakciókon alapuló termelési eljárások megvalósíthatóak lesznek és a kutatások lezárása után hazánkban is elkezdődhetnek a terbium-jelzett vegyületek orvos-biológiai alkalmazásai. ✕

Irodalom

- [1.] Müller C., Zhernosekov K., Köster U., Johnston K., Dorrer H., Hohn A., van der Walt N. T., Türler A., Schibli R.: A unique matched quadruplet of Terbium radioisotopes for PET and SPECT and for α - and β -radionuclide therapy: An in vivo proof-of-concept study with a new receptor-targeted folate derivative) *Journal of Nuclear Medicine* 53 (2012) 1951.
- [2.] Vermeulen Ch., Steyn G. F., Szelecsényi F., Kovács Z., Suzuki K., Nagatsu K., Fukumura T., Hohn A., van der Walt T. N.: Cross sections of proton-induced reactions on ^{152}Gd with special emphasis on the production possibilities of ^{152}Tb and ^{155}Tb . *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 275 (2012) 24.
- [3.] Steyn G. F., Vermeulen Ch., Szelecsényi F., Kovács Z., Hohn A., van der Meulen N. P., Schibli R., van der Walt T. N.: Cross sections of proton-induced reactions on ^{152}Gd , ^{155}Gd and ^{159}Tb with emphasis on the production of selected Tb radionuclides. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 319 (2014) 128.
- [4.] Kovács Z., Szelecsényi F., Brezovszky K.: Preparation of thin Gadolinium samples via electrodeposition for excitation function studies. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, megjelenés alatt: DOI: 10.1007/s10967-015-4399-4.

AKIK 2014-BEN LEMONDTAK A HONORÁRIUMUKRÓL

Ebben az évben is sok kiváló szerző tisztelte meg folyóiratunkat írásával. A lapunk színvonalát adják, ezért hálaadás vagyunk nekik. Külön köszönet illeti azokat, akik szellemi munkájuk ellenértékét 2015-ben felajánlották a Természet Világa megjelenésének segítésére. Nevüket, az elmúlt évekhez hasonlóan, most is közzé tesszük.

Ács Tibor	15 000 Ft
Bacsárdi László	25 000 Ft
Barabási Albert-László	35 000 Ft
Bencze Gyula	31 000 Ft
Bélafiné Bakó Katalin	18 000 Ft
Both Előd	80 000 Ft
Csermely Péter	30 000 Ft
Drexler András	10 000 Ft
Gaál Botond	10 000 Ft
Gáborjani Szabó Botond	9 000 Ft
Gódor Ernő	22 000 Ft
Gömöri András	24 000 Ft
Gulyás László	20 000 Ft
Horváth Gábor	30 000 Ft
Jankó Ferenc	20 000 Ft
Kis Zoltán	10 000 Ft
Lente Gábor	35 000 Ft
Lovas Rezső	9 000 Ft
Major István	26 000 Ft
Módis László	10 000 Ft
Patkós András	24 000 Ft
Pályi Bernadett	10 000 Ft
Radnai Gyula	27 000 Ft
Rosivall László	28 000 Ft
Rybach László	15 000 Ft
Scheuring István	22 000 Ft
Schiller Róbert	27 000 Ft
Simonovits András	12 000 Ft
Solt György	26 000 Ft
Staar Gyula	51 000 Ft
Sümegei Pál	20 000 Ft
Szaller Zsuzsanna	8 000 Ft
Tomasz Jenő	3 000 Ft
Venetianer Pál	16 000 Ft
Vizi E. Szilveszter	20 000 Ft

Kellemes ünnepeket és boldog új évet kíván Olvasóinak a Természet Világa Szerkesztősége

MISI DÁVID

Az évgyűrűk mint éghajlati adattárak

Sokan tudják, hogy a mérsékelt égvő erdeit alkotó fák kora pontosan, de legalábbis jó közelítéssel megállapítható törzsük alsó részében lévő évgyűrűk megszámlálásával. Az már kevésbé ismert, hogy a széles és a keskeny évgyűrűk váltakozásával kirajzolódó minta összehasonlítható egy adott erdőn belül növekvő populáció különböző egyedei között, így pontos információt kaphatunk egy az erdő avarjában heverő kidőlt fa koráról, és arról is, hogy melyik évben dőlt ki. Ezt az analógiát követve eljuthatunk oda, hogy nemcsak az erdő bizonyos egyedeinek korát határozzuk meg, hanem olyan épületeket is, melyek faanyagát jó eséllyel a környezetében lévő erdők szolgáltatták.

Ezt a pontos datálási technikát annak köszönhetjük, hogy az évgyűrűk növekedését nagyban befolyásolják a klimatikus viszonyok, a kedvező és a kedvezőtlen feltételek évenkénti váltakozása. A növekedés szempontjából kedvező és kedvezőtlen körülményeket a csapadék és a hőmérséklet szabályozza: optimális viszonyok között vastag, míg ellenkező esetben vékony évgyűrűk keletkeznek. Mivel klimatikus szempontból nincs két egyforma év, így az évgyűrűszélességek is váltakozni fognak. A technikát, melynek segítségével az évgyűrűkben található mintákat összevethetjük a különböző fák között, keresztadatálásnak nevezzük. Alaptétele, hogy ha két vagy több fa életének valamely szakasza egybeesik, akkor évgyűrűgörbéik lefutása is nagyon hasonló lesz az átfedő periódusban. A sokszor hosszadalmas és nagy precizitást igénylő folyamat eredményeként pontos naptári dátumok társíthatók az évgyűrűszélességekhez, így az idősor kezdő időpontjának ismeretében (pl. ha az első minta élő fából származik) és a felhasznált fák korának, mennyiségének függvényében akár ezer évekre visszanyúló abszolút kronológia készíthető, mely a későbbi kormeghatározások alapja lehet a területen.

Természetesen nem minden esetben hozható létre ismert kezdőpontú kronológia. Az ilyen esetekben ún. lebegő kronológiákról beszélünk, melyek korolásához elengedhetetlen egy, az

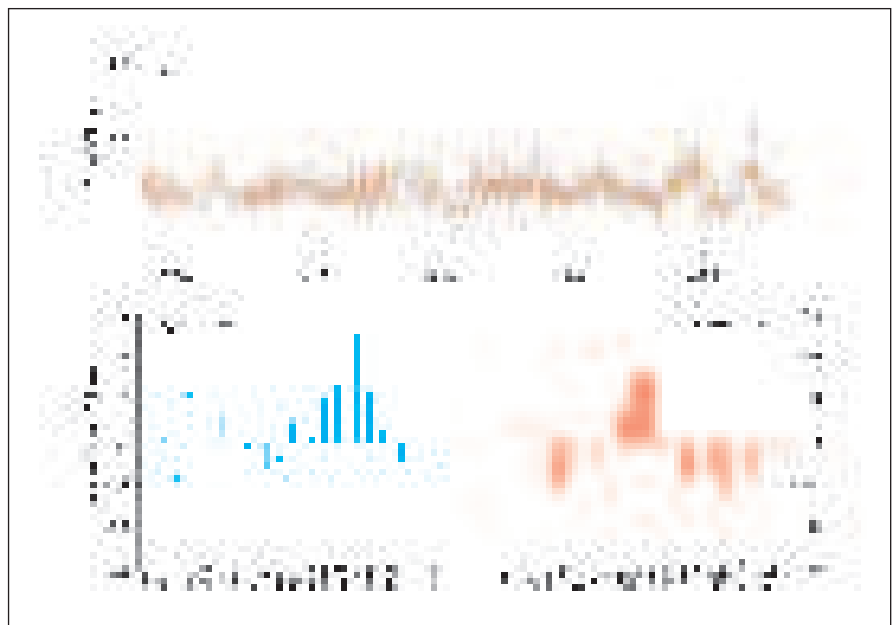
adott területre érvényes abszolút kronológia.

A fák (*dendron*, görög) és az idő (*chronos*, görög) tudományát, mely az évgyűrűk kormeghatározásával foglalkozik, dendrokronológiának nevezzük. Első alkalmazása az Arizona állambeli Lowell Astronomical Observatory egyik munkatársa, Andrew E. Douglass nevéhez köthető. A csillagász egyik fő kutatási területe a napfolttevékenység, valamint annak a földi klímára, elsősorban a csapadék mennyiségére gyakorolt hatása volt. Douglass munkáját nehezítette, hogy az 1900-as évek elején az éghajlati adatsorok nagyon ritkák, és elég hiányosak voltak ahhoz, hogy egyértelmű kapcsolatot állapíthasson meg a napfolttevékenység ciklikus változása és az időjárás ingadozása között. Egy észak-arizonai útja során megfigyelte, hogy a kivágott fenyők évgyűrűinek szélessége folyamatos változásban van a törzsben, valamint hogy az általuk kirajzolt minta erősen különbözik attól, amit New England zárt erdeiben korábban megfigyelt, ahol a fák növekedését elsősorban az erdő sűrűsége

miatti fényért való harc befolyásolta. Douglass arra a hipotézisére alapozva kezdte el vizsgálni az évgyűrűszélességeket, miszerint az arizonai erdők fájának növekedésében fő stresszfaktor a csapadék mennyisége, remélve, hogy a csapadékosabb és szárazabb periódusok egyértelműen követhetők lesznek az évgyűrűk szélességeinek segítségével (FRITTS, 1976). Több száz mintát analizálva megalkotta a már említett keresztadatálás technikáját. Eredményeit könyvekben, publikációkban közölte, majd 1937-ben az Arizonai Egyetemen (Tucson) megalapította az Évgyűrűkutatási Laboratóriumot, mely az első, kifejezetten az évgyűrűkutatásnak szentelt intézmény lett. A század második felére az új tudományterület elért Európába is, ahol elsőként Bruno Hubert német kutató alkalmazta, majd őt követték más nemzetbeli kollégái is, így mára a Föld minden pontján alkalmazott diszciplína lett.

A magyarországi kormeghatározással kapcsolatos évgyűrűkutatás Szabó Zoltán (1940–2003) munkásságával kezdődött. Az általa írt 22 oldalas „A

1. ábra. (A) Az évgyűrűindex és (B) a csapadék- valamint (C) hőmérsékletadatok korrelációs szintjei az 1914–2013-as periódusban. A telített oszlopok a szignifikáns korrelációs értékeket jelölik (B, C)



dendrokronológiáról” című összefoglalás (Szabó, 1975), melyben kitér a módszerre, a fa felépítésére, az évgűrű-növekedést meghatározó tényezőkre, a dendroklimatológiára, a mintavételre és a minták feldolgozására, alapműnek számít a hazai szakirodalomban. Őt követően Horváth Emil hidrológus használta a fák évgűrűit a Vértesben végzett kutatásaihoz. Módszerei lényegét 1981-ben publikálta a Magyar Hidrológiai Társaság Vándorgyűlésén Pécsen (Horváth, 1981). 2004-ben egy cikk keretében összefoglalta 25 éves kutatómunkájának eredményeit, mely 24 darab, főként a Vértes területéről, valamint 17 darab Debrecenből származó mintán alapult (Horváth, 2004). Horváth Emil a Bakony-Vértes-Székesfehérvár háromszögére 1559–1993-ig terjedő idősort állított össze. A dendrokronológia régészeti alkalmazásának első magyarországi eredményeit Grynæus András kandidátusi munkája foglalta össze (Grynæus, 1997). Legfontosabb eredményeként megalkotta a 2004-ben publikált közép-magyarországi tölgy alapkronológiát, mely 13 mintaterület mintegy 90 recens mintájának vizsgálatából készült el (Grynæus, 2004). Fontos megemlíteni Morgós András is, aki a Magyar Nemzeti Múzeumban végezte és végzi dendrokronológiai kutatásait. Több hazai és külföldi, elsősorban kormeghatározással és állagmegőrzéssel kapcsolatos projekt résztvevője volt. 2001-ben Hovászky Györggyel megalkották a DenScan nevű számítógépes programot, mely képes volt a mérési adatok rögzítésére, az évgűrűsorok szinkronizálására, az adatok grafikus megjelenítésére, valamint .raw és .raw kiterjesztésű fájlok konvertálására. Napjaink honi évgűrűkutatásának egyik legkiemelkedőbb alakja Kern Zoltán, akinek nevéhez több szakkikk is fűződik, érintve a terület több szegmensét is, például csapadék- és hőmérséklet-rekonstrukció, izotópos vizsgálatok és klíma-növekedés kapcsolatalemzés.

A dendrokronológia térhódításával több, az évgűrűk általi kormeghatározásra épülő társtudomány is terjedni kezdett. Napjainkban számos kutató dolgozik a múltbéli ökológiai, geomorfológiai vagy éppen a hidrológiai változások évgűrűk vizsgálatán alapuló elemzésével, azonban a szakterület húzóágává a klimatikus szempontok alapján elemző dendroklimatológia vált. Ez nem meglepő, hiszen manapság a globális felmelegedés és az ahhoz köthető folyamatok tanulmányozása a természettudományok legnagyobb figyelmet kapó területe.

Az egyre frissülő tudományos eredmények és az egymásnak sokszor el-

lentmondó forgatókönyvek világában a kutatók talán abban értenek egyet leginkább, hogy a jövőben esetlegesen bekövetkező változások kimenetele a múltban keresendő. Ez az első paradoxonnak tűnő megközelítés az alapja az összes paleoklimatológiai kutatásnak: minél pontosabban megismerjük Földünk éghajlattörténetét és az abban lejátszódott folyamatokat, valamint az azok által generált természeti (és esetleges társadalmi) válaszokat, annál jobb becsléseket tudunk elkészíteni a jelenben gerjesztett és a jövőben bekövetkező változások kimenetelére. A dendroklimatológia széleskörű elterjedése mellett szól az is, hogy jól alkalmazható együtt a többi, már említett évgűrűkutatási módszerrel, így komplex rekonstrukciók készíthetők el, de meg kell jegyezni, hogy mivel a fák élő organizmusok, haláluk után az őket érő külső környezeti hatások függvényében gyorsabb vagy lassabb ütemben amortizálódni kezdenek, ami erősen megrongálja évgűrűszerkezetüket. Ennek a természetes folyamat miatt mind a dendroklimatológia, mind pedig a többi évgűrűelemzésen alapuló tudományág alkalmazhatósága az elmúlt 10 000 évre, a holocénre korlátozódik, azonban ez a periódus is elegendő ahhoz, hogy a különböző trendek lefutása, és azok következményei tanulmányozhatók legyenek.

Az eddigi hazai kutatások főként tölgyek évgűrűvizsgálataira fókuszáltak, ami nem meglepő, tekintve azok hosszú élettartamát és azt, hogy korábban kedvelt építészeti alapanyag volt, így viszonylag nagy mennyiségben található meg akár több száz évvel ez előtről származó egyedek darabjai is különböző épületekben. Az általunk elvégzett kutatásban erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) évgűrűszélességeket vizsgáltunk, mely faj élettartama ugyan rövidebb a tölgyénél, de a Bakony északnyugati részén lévő Fenyőfői Ósfenyvesben több, 130–150 éves, vagy akár idősebb példány is található. A fenyves a közel 30 km² területű fenyőfői homokvidéken, Fenyőfő és Bakonyszentlászló között helyezkedik el. A terület maximális szélessége 3–4 km, hosszúsága 10–15 km. Tengerszint feletti magassága nem haladja meg a 300 métert, de sehol nem csökken 250 méter alá. Az évi csapadék (679 mm) zöme a tenyészidőszakban (360–380 mm) hullik le. Ennek jelentős része (209 mm) a június-július-augusztus időszakra tehető. Legcsapadékosabb hónap a július (MAJER, 1988).

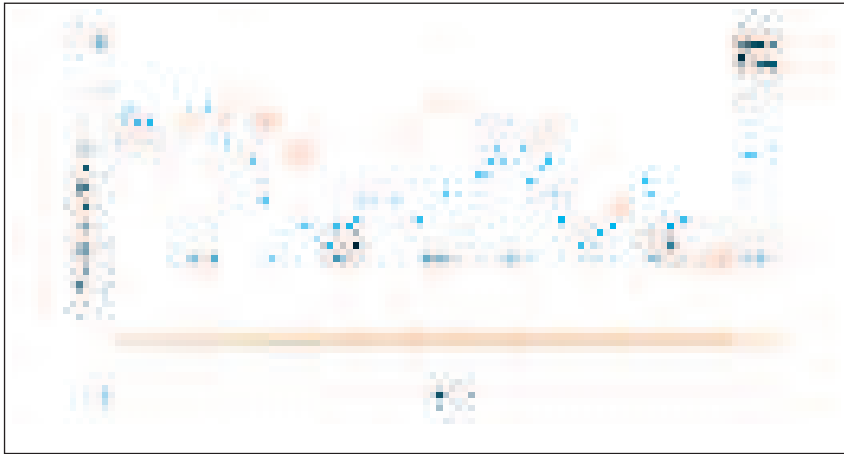
A terület klimatikus adottságai, a külföldi kutatási eredmények és a korábbi magyarországi dendroklimatológiai vizsgálatok (KERN ET AL. 1999) alap-

ján azt a null hipotézist állítottuk fel, hogy a csapadék az a meteorológiai elem, amely az ósfenyves faállományának évgűrűnövekedését a leginkább befolyásolja, de a hőmérséklet hatását is minden elemzés során figyelemmel kísértük.

A jelen cikkben bemutatott vizsgálat-hoz szükséges mintákat két alkalommal, 48 erdeifenyőből gyűjtöttük be. A furatok elemzése során 3883 évgűrűt mértünk le, melyekből egy 100 év hosszúságú kronológia készült. Bár az évgűrűnövekedést döntő mértékben a fát érő külső hatások befolyásolják, léteznek ún. belső tényezők is, melyek fajonként eltérően, de hatással vannak az évgűrűk vastagságára. A leginkább domináns hatás a fa korai éveiben jelentkezik, amikor minden faj nagyobb ütemben nő és vastagabb évgűrűket növeszt, függetlenül a külső tényezőktől. A fiatal farészben található évgűrűk ezért korlátozottan alkalmasak a további vizsgálatokra. Ennek a nem-klimatikus hatásnak a kiszűrése a dendroklimatológiai analízisek fontos lépése, mely speciális matematikai egyenletekkel történik, és eredménye egy dimenzió nélküli évgűrűindex (**1/A. ábra**).

A klimatikus adatok és az évgűrűindex kapcsolatának vizsgálata statisztikai úton valósul meg. Az első lépés az adatgyűjtés: a minél pontosabb eredmények érdekében célszerű a meteorológiai adatokat a mintaterülethez legközelebbi mérőállomásról beszerezni, a lehető legnagyobb hosszúságban. Jelen esetben a nemzetközi CRU TS 3.22 adatbázis (HARRIS - JONES 2014) hőmérséklet- és csapadékadatát használtuk fel az 1914–2013-as időszakban. A klimatikus adatbázis a csapadék esetében havi összegeket, míg a hőmérséklet esetében havi átlagokat tartalmaz. Ezek az adatok kerültek összehasonlításra a korábban elkészített indexszel: egy statisztikai mutatószám, a korrelációs koefficiens segítségével megállapítottuk, hogy a két adathalmazban (évgűrűindex – csapadék adatok, évgűrűindex – hőmérséklet adatok) történő változások kapcsolatban állnak-e egymással, és ha igen, ez a kapcsolat milyen erős. A korrelációs koefficiens 1 és -1 között változhat, a kapcsolat erőssége és típusa függvényében. Ha az érték 1, azt jelenti, hogy a két adatbázisban történő változások ugyanazt a trendet követik, ha pedig -1, az éppen ellentétes folyamatokat jelöl, ami szintén erős kapcsolatnak tekinthető. Nulla esetében a két adatbázis nincs statisztikai kapcsolatban egymással.

A korrelációelemzés a null hipotézisnek megfelelő eredményekkel zárult. A **1/B. ábrán** látható, hogy az évgűrűin-



2. ábra. Az évgyűrűindex és a késő tél-kora tavaszi időszak csúszókorrelációs értékei 25 éves periódusokban az elmúlt 100 évben. A vízszintes szaggatott vonalak a 95%-os szignifikancia szintet jelölik

dex és a csapadékatatok között a legerősebb kapcsolat az aktuális év júliusában tapasztalható, és az is, hogy a korreláció elemzés nem kizárólag az évgyűrűk kialakulásának évében lett elvégezve (január-december), hanem az azt megelőző tenyészidőszak nagy részében is (május-december). Erre azért van szükség, mert egy adott év évgyűrűszélességeire hatással vannak a növekedést megelőző esztendő klimatikus viszonyai is. Ez a hatás az ábrán is nyomon követhető: a fenyőfői térség erdeifenyő-állományának évgyűrűnövekedésére nemcsak a növekedési év júliusi (és kisebb mértékben májusi, júniusi, augusztusi) csapadékvizonyai vannak szignifikáns hatással, hanem a megelőző év szeptemberének termikus és hidrológiai jellemzői is.

A hőmérsékleti adatokat vizsgálva szintén a korábban előre jelzett tendenciák rajzolódnak ki (1/C. ábra). A korrelációs értékekből két dolog olvasható ki: (a) az értékek alacsonyabbak, a statisztikai elfogadhatóság küszöbe környékén mozognak, és (b) az eredmények a nyári időszakban szignifikáns negatív értékűek. Az első észrevételből látható, hogy a hőmérséklet valóban kisebb hatással van az évgyűrűk növekedésére, de az is, hogy a nyári hónapokban némi negatív hatása van. Ez a következővel magyarázható: ahogy az korábban látható volt, a nyári csapadékbevitel döntő az évgyűrű-növekedésben – minél több a csapadék, annál szélesebb az adott évi növekmény. Azonban a csapadék mennyiségét (ez vonatkozik a lehulló csapadék mennyiségére, és a párolgás mértékére is) nagyban befolyásolja a hőmérséklet. A kettő közötti kapcsolatot legegyszerűbben úgy lehet leírni, hogy ha tartósan magas a hőmérséklet,

akkor kevesebb a csapadék, és az is gyorsabban párolog (vagy adott esetben szivárog) el, így a növények számára kisebb mennyiség lesz hasznosítható. Ez a felhasználható csapadékmennyiséget kontrolláló közvetett hatás jelentkezik a negatív korrelációs értékekben.

A teljes vizsgálati ciklusra (1914–2013) elkészített korrelációelemzés után érdemes megvizsgálni, hogy a megkapott értékek hogyan változtak az elmúlt 100 évben. Ezt egy ún. csúszókorrelációs számítás segítségével tehetjük meg, melynek során (jelen esetben) 25 éves periódusokban, a vizsgálati ciklus első évétől kezdve évenkénti csúsztatásokkal (Pl.: 1914–1938, 1915–1939 és így tovább) megállapítjuk a klimatikus paraméterek és az évgyűrűindex kapcsolatának erősségét. Az így kapott adathalmazból jól kirajzolhatók a közep-távú időskálán bekövetkező változások. Jelen cikkben az év egyik legérdekesebb időszakának, a késő tél-kora tavaszi periódus hőmérsékleti viszonyait hasonlítottuk az évgyűrűnövekedés dinamikájához. Azért a február-márciusi időszakot választottuk, mert ahogy az a korrelációs adatokból is látszik, termikus viszonyai nagyban befolyásolják az évgyűrűk szélességét, valamint a vegetációs időszak kezdetét. A 2. ábrán látható, hogyan változott a késő tél-kora tavaszi hőmérséklet évgyűrűszélességet befolyásoló hatása az elmúlt 100 év során.

Bár februárban is lényeges változások történtek, a legszembetűnőbb a múlt század második felében történő rendkívül erős visszaesés a márciusi hőmérséklet és az évgyűrűszélesség kapcsolatában. Az addig 0,4 és 0,6 között mozgó korrelációs együttható hirtelen nemcsak, hogy a szignifikancia szint alá esett, hanem

0 körül mozgott, tehát a kapcsolat statisztikailag megszűnt. Ezt a csökkenést minden bizonnyal a hőmérséklet hirtelen és nagyarányú emelkedése okozta. Bár emberi léptékben talán még nem annyira érezhető, hogy márciusaink egyre melegebbek (az elmúlt 100 év második 50 évének márciusai 1,4°C-al voltak melegebbek, mint az első felének ugyan-ezen hónapjai), a fák már reagálnak rá. Ironikus, de ha a rügyfakadás számára oly fontos késő tél-kora tavaszi időszak hőmérséklete túl magas, negatívan befolyásolja az évgyűrűk növekedését. Jól látható, hogy ez a pozitívól negatívba forduló tendencia a szemünk előtt zajlik.

Eredményeinkből (és más, nemzetközi cikkekből is) az a következtetés vonható le, hogy a február és márciust érintő, és az egész kontinentst sújtó agresszív felmelegedés az elmúlt néhány évtizedben jutott el arra a pontra, ahol már nemcsak a nyári aszályokkal, de a vegetációs időszak kezdetének átalakításával is nagymértékben befolyásolja a fás vegetáció életciklusát. Δ

Irodalom

- FRITTS, H. C. 1976. Tree Rings and Climate. The Blackburn Press, New Jersey, USA.
- GRYNAEUS, A. 1997. Dendrokronológiai kutatások Magyarországon. Kandidátusi értekezés, Budapest, HU
- GRYNAEUS, A. 2004. A magyarországi dendrokronológiai kutatás eredményei és új kérdései. In: Monumenta Historica Budapestensis XIII. „Es tu scholaris” Ünnepi tanulmányok Kubinyi András 75. születésnapjára, pp. 87-102. Budapesti Történeti Múzeum, HU
- HARRIS, I. - JONES, P.D. 2014. CRU TS3.22: Climatic Research Unit (CRU) Time-Series (TS) Version 3.22 of High Resolution Gridded Data of Month-by-month Variation in Climate (Jan. 1901- Dec. 2013). NCAS British Atmospheric Data Centre, 24th September 2014.
- HORVÁTH E. 2004. Az évgyűrűs kormeghatározás hidrológiai vonatkozásai. In: Hidrológiai Közlemény, Vol. 84, No. 2, pp. 37-57.
- HORVÁTH, E. 1981. Az évgyűrű kronológia készítés hidrometeorológiai vonatkozása. In: Magyar Hidrológiai Társaság II. Országos Vándorgyűlése Pécs, 1981. július 1-2. pp. 129-134
- KERN, Z. - GRYNAEUS, A. – MORGÓS, A. 1999. Reconstructed precipitation for southern Bakony Mountains (Transdanubia, Hungary) back to 1746 AD based on ring widths of oak trees. In: Időjárás, Vol. 113, No. 4, pp. 299-314.
- MAJER, A. 1988. Fenyves a Bakonyalján. Akadémiai Kiadó, Budapest, HU
- SZABÓ, Z. 1975. Dendrokronológia. Gépelte kézirat.

EGY CSILLAG REJTÉLYES ELHALVÁNYODÁSAI

A Kepler-űrtávcső már évek óta nem működik, de adatainak feldolgozása még izgalmas meglepetéseket rejtget. A műszer fő feladata a Naprendszeren kívüli bolygók (exobolygók) keresése volt, amelyek csillaguk előtt elhaladva szabályos időközönként a csillag fényének néhány óra hosszát tartó elhalványodását okozzák. Ezeket a fényességcsökkenéseket számítógépes algoritmusok keresik (és találják) a gyűjtött adatokban, de emellett a feldolgozásba bevonták az amatőröket is, akik a Planet Hunters program keretében olyan elhalványodásokat keressenek, amelyek az számítógépek figyelmét elkerülték. Az egyik csillag, a 12 magnitúdós, 1480 fényév távolságban lévő, a Hattyú csillagkép keleti részén fekvő KIC 8462852 esetében az önkéntesek olyan elhalványodásokat találtak, amelyek egyáltalán nem illenek a bolygóátvonulások okozta képbe. Az első fényességcsökkenés mindössze 0,5%-os volt, és szokatlanul hosszú ideig, 4 napig tartott. Később a gyanús csillag viselkedése egyre bizarrabb lett. Az elhalványodások szabálytalan alakúak voltak, néha sekélyek, máskor a 20%-ot is elérték, továbbá szabálytalan időközönként jelentkeztek. A különös jelenség lehetséges okait a Yale Egyetem kutatói vizsgálják. A csillag közönséges, F színképtípusú égitest, bár meglehetősen gyorsan (21,1 órás periódussal) forog a tengelye körül. Földi megfigyelésekkel találtak mellette egy M típusú törpét, de egyelőre azt sem sikerült megállapítani, hogy a két csillag egy rendszert alkot-e. Kizárták annak a lehetőségét, hogy az elhalványodásokat hatalmas csillagfoltok vagy pulzációk okozzák. Megállapították, hogy bármi okozza is a jelenséget, igen nagy objektumnak kell lennie, sokkal nagyobbak a Kepler által más csillagok körül talált exobolygóknál. Az infravörös tartományban annak az árulkodó jeleit keresték, hogy a csillagot esetleg kiterjedt porfelhő vagy ütköző bolygók törmelékéből álló felhő veszi körül, de ilyen sem találtak. A hirtelen fényességváltozások inkább a fiatal csillagokat jellemzik, de ennek a csillagnak a mozgása arra enged következtetni, hogy a csillag már nem fiatal. Felvetették, hogy esetleg egy, vagy inkább több, a csillaghoz közel kerülő üstökös szétszakadásának lehetünk tanúi, de a modellek csak nehezen illeszthetők a megfigyelésekhez, és a jelenségnek amúgy is kicsi a valószínűsége. Ha az ésszerű magyarázatok kudarcot vallanak, akkor hamar felbukkannak a fantasztikus ötletek. Bár cikkünkben nem említik, maguk a kutatók is elgondolkoztak azon, hogy esetleg egy félkész Dyson-gömböt látunk (ez egy

olyan, hipotetikus mega-szerkezet, amelyet a földönkívüliek építenének csillaguk sugárzó energiájának hasznosítására). A napisajtó felkapta az ötletet, de a kutatók sem vetették el teljesen, mert fontolgatják, hogy egy nagy teljesítményű rádiótávcsővel „odafülnének”, hátha a földönkívüliek építkezését rádiójelek is kísérik. Az amerikai változócsillag-észlelők szövetsége – jobb ötlet híján – arra kérte tagjait, gyűjtsenek minél több észlelést a csillagról. Emellett infravörös észleléseket is terveznek, hátha sikerül tisztázni a különös jelenség okát. Egy bizonyos, az eddig felmerült lehetséges – tudományos – magyarázatok mindegyike csődöt mondott.

(www.skyandtelescope.com,
2015. október 20.)

ÖSSZEOMOLHAT AZ ÓCEÁNI TÁPLÁLÉKLÁNC

A jövő halászterületeiről és az óceáni ökológiai rendszerekről meglehetősen sötét képet festett az első globális elemzés, mely az emberi tevékenységből származó növekvő szén-dioxid-kibocsátás tengerekre kifejtett hatását elemzi. Adelaide-i kutatók szerint az óceánok várható további elsavasodása és felmelegedése a világ tengereinek ökológiai rendszereit alkotó kulcsfontosságú fajok változatosságában és számában csökkenést fog okozni. Az óceánok elsavasodása közvetlenül fogja érinteni jelenlegi életmódunkat különösen a part menti területeken élő népeket, akik megélhetése a tengerből származó élelmiszerektől függ. Az ausztrál kutatók 632 publikált tanulmány adatainak metaanalízisét végezték el. A cikkben a trópusoktól a sarkvidékekig vizsgálták a vizet. Számos rendszert tanulmányoztak a korallzátonyoktól a tengeri hinár erdőkön keresztül a nyílt óceánvizig. A jelen elemzésben összevetették a nagyszámú kísérleti eredményt, hogy a többszörös stresszor egész közösségre kifejtett együttes hatását tanulmányozhassák, többek között a fajok közötti kölcsönhatásokat valamint a klímaváltozásra adott válaszok mértékét.

A tanulmány szerint az élőlények korlátozott mértékben fognak tudni alkalmazkodni a melegedő vízhez és az elsavasodáshoz. Csupán néhány faj menekül meg az egyre emelkedő szén-dioxid szint negatív hatásaitól, mely várhatóan az egész világon a fajok nagymértékű diverzitás- és egyedszám-beli csökkenését fogja okozni. Ez alól csak a mikroorganizmusok kivételek, melyek száma és változatossága növekedni fog.

A teljes táplálékhálózatot vizsgálva a legkisebb plankton primer produkciója

várhatóan nőni fog a melegedő vízben, ez azonban a másodlagos produkcióban (zooplankton és kisebb halak) gyakran nem jelenik meg, mert ez a savasodó vízben csökkenő produktivitást mutat.

A melegedő vízben felgyorsul az anyagcsere, így nagyobb a táplálékigény, az állatok növekedési sebessége csökken, emiatt a halászat fő termékül szolgáló húsevők számára kevesebb lesz a zsákmány. Várható, hogy az élelmlánc csúcsáról megindul a fajok összeomlása.

További megállapítás, hogy az elsavasodás miatt az óceáni plankton kevesebb dimetilszulfid gázt fog termelni. Ez a gáz a felhőképződésben és a Föld hőkeresélődésének szabályozásában játszik szerepet.

(sciencedaily.com, 2015. október 12.)

CSILLAGOT SZÉTTÉPŐ FEKETE LYUK

Ha egy csillag túlságosan közel kerül egy szupernagy fekete lyukhoz (a legutóbbi évtizedek felfedezései bebizonyították, hogy ilyenek lakoznak minden komolyabb galaxis magjában), akkor az árapályerők széttépik. Ez a közelség ebben az esetben néhány csillagászati egységet jelent. A rendkívüli eseményre a galaxisok középpontja közelében az erős röntgensugárzás mellett az optikai és ibolyántúli felfelvilanások utalnak. A csillagászok már több ilyen esetnek is tanúi voltak, most a Michigani Egyetem kutatói Jon Miller vezetésével a *Nature*-ben számoltak be legújabb felfedezésükről. A PGC 043234 jelű, viszonylag közeli, „csak” 290 millió fényévre lévő, mindössze 0,02 vöröselölődésű galaxis központi vidékét figyelték. Ilyen közlelől még soha nem sikerült a jelenséget észlelni. Amikor a gáz a fekete lyuk felé zuhan, a súrlódástól annyira felforrósodik, hogy (hőmérsékleti) röntgensugárzást bocsát ki. A most megfigyelt esetben az objektum fényváltozásokat mutatott, amiből következtetni lehetett a kibocsátó objektum méretére. (A fényváltozás nem lehet gyorsabb annál, mint amennyi idő alatt a fény az objektum egyik szélétől a másikig ér, ellenkező esetben az ingadozások kiegyenlítének egymást, elmosódottá válnának.) A megfigyelt periódusból arra következtettek, hogy a röntgensugárzó gáz a néhány millió naptömegű fekete lyuk eseményhorizontja közvetlen közelében helyezkedett el. A spektrum vonalai keskenyek, ami arra utal, hogy a gáz koncentráltan helyezkedik el, sugárirányban kicsi a kiterjedése. A röntgenspektrum *kékelölődés* jeleit mutatta, tehát a sugárzó anyag felénk közeledik. A közeledés mértéke időben változott, vagyis a gázcsomó a csillag

pályája és a fekete lyuk között keringett. Az áramlás megfigyelt sebessége mérsékelt, csak néhány száz km/s, eszerint a gáz nem éri el a szökési sebességet (amelyet a fényváltozás alapján kapott sugárból számítottak). Ha pedig nem éri el a szökési sebességet, akkor hamarosan belezuhan a fekete lyukba. A megfigyelés illeszkedik azokhoz a modellszámításokhoz, amelyek leírják, milyen módon nyeli el a fekete lyuk a körülötte áramló gázt, vagyis a kialakuló anyagbefogási korong jellemzőivel.

(www.skyandtelescope.com, 2015. október 22.)

PESTISNYOMOK A BRONZKORBÓL

A pestis kórokozója, a *Yersinia pestis* a legújabb kutatások szerint 3300 évvel korábban, mint a történelmi dokumentumok eddig állították, vagyis már 4800 éve fertőzi az embert.

Európa történetében a pestist okozó baktérium egyedül kétszer okozott pusztító világjárványt, amely hatalmas területeket néptelenített el. Az úgynevezett Justinianus-féle pestis a VI. században körülbelül 100 millió ember halálát okozta. A középkorban újra föltűnt a járvány. A fekete halál az európai népesség 30-50%-ának életét oltotta ki. Az 1850-es években Kínában kitört világjárvány ugyancsak a *Yersinia pestis* számlájára írható.

Korábbi lehetséges pestisjárványok okozóját nem olyan egyszerű a kórokozóval azonosítani. Emberi csontvázak, melyekben a pestis baktériumát eddig ki tudták mutatni, csupán 1500 évesek. Ezért vitatott, hogy a *Yersinia pestis* okozta-e a 2500 évvel ezelőtti athéni járványt. Ugyancsak nem tisztázott a II. században szinte az egész Római Birodalomban pusztító járvány okozója. Szakértők szerint valószínűbb, hogy a himlő vagy a kanyaró agresszívabb fajtájáról volt inkább szó.

Vagy lehetséges, hogy a pestis kórokozója akkoriban már elterjedt volt a lakosság körében? Ezt a kérdést tették fel dán kutatók, miután egy tanulmányhoz bronzkori európai és ázsiai emberek genomját szekvenálták. Az örökítő anyagba való betekintés feltárta, hogy akkoriban jelentős migrációs mozgások lehettek jellemzőek. De mi lehetett ennek az oka? A kutatók szerint lehetséges, hogy éppen járvány, adott esetben a pestis elől menekültek.

Ennek a feltevésnek a megvizsgálására összesen 101, Euráziából származó ember örökítő anyagát elemezték, melyek bronzkori fogmintákból származtak. A kutatók végül a *Yersinia pestis* DNS-ét találták meg 7, i. e. 2794 és 951 között élt ember fogmaradványában. A legkésőbbi, pestisnyomokat hordozó mintát a kutatócsoport

már nem a bronzkorhoz, hanem a korai vaskorhoz rendeli.

Az őskori pestisbaktérium DNS-e lehetővé teszi, hogy betekintést nyerjünk a kórokozó fejlődésébe. A legújabb ismeretek szerint az összes *Yersinia pestis* törzs utolsó közös őse 5783 éves, tehát 2000 évvel idősebb, mint eddig feltételezték. Az elemzések rámutatnak, hogy a pestis kórokozója a bronzkorban ugyan már fertőzött meg embereket, de még messze állt attól, hogy agresszív gyilkos és kegyetlen járvány kiváltója legyen. Ehhez hiányzott belőle ugyanis egy döntő enzimhez, a *Yersinia murine* toxinhoz szükséges gén. Ez teszi lehetővé, hogy a baktérium a bolhák emésztőrendszerében életben maradjon, és ott szaporodjon. Csak ennek a tulajdonságnak a birtokában képes a kórokozó a rovarokat gyors és hatékony átvivőként használni, s ezzel a középkori fekete halál méretű robbanásszerű járványokat kiváltani.

(wissenschaft.de 2015. október 23.)

MAGZATOK IS FOSSZILIZÁLÓDTAK A MESSELI ŐSLOVAKBAN

Az emlősmaradványok nem ritkák a fosszilis anyagban, de többnyire csak csonttöredékek és fogak kerülnek elő. Az egyik legismertebb lelőhely, ahol gyakran találunk kiváló megtartású, ép csontvázakat is, a németországi Messel vékonyan rétegzett középső-eocén palája. A változatos faunában viszonylag gyakoriak egy ko-



Eurohippus

rai lónak, az *Eurohippus messelensis*nek a maradványai. Eddig mintegy tucatnyi olyan nőstény példány került elő, melyben meg nem született magzat is megfigyelhető. A most leírt új példány marmagassága körülbelül 30 cm volt, és mintegy 2 millió évvel idősebb, mint a korábbiak. A csontváz csontjai kissé elmozdultak egymástól, és a koponya össze van nyomódva, a magzat azonban a legjobb megtartásúak közé tartozik. Nagyfelbontású röntgensugaras vizsgálatokkal a magzat számos csontját azonosították.

A kihalt állatok szaporodásbiológiáját többnyire nem könnyű értelmezni. A vemhesség ideje az emlősoknál általában inkább a mérethez kötődik, mint a rendszertani helyhez, de ez is csak durva közelítésben igaz. A mai lovak vemhessége például nagyjából 11 hónapos, míg a hasonló méretű tehéneké csak 9 hónap körül van. A közép- és dél-afrikai esőerdőkben élő kék bóbitásantilop hasonló méretű, és hasonló környezetben él, mint a messeli ősló. Ennek a vemhessége 201-213 napig tart, és évente egy utódot hoz a világra. Az Eurohippus messelensis vemhes nőstényeinek a kimagasló aránya hasonló életmódot és szaporodást sugall: a felnőtt nőstények életük nagyobb részében vemhesek lehettek.

(*PLoS One*, 2015. október 7.)

AZ AUSZTRÁLIAI ÉS DÉL-AMERIKAI MADARAK KÖZÖS ŐSE

Napjainkban a parti madarak számos különböző környezetben fordulnak elő világszerte. A hosszú lábú madarak régóta az evolúciós kutatások célkeresztjében állnak: hol alakultak ki és hogyan terjedtek el ennyi különböző élőhelyen világszerte? A szegényes ősmaradvány-anyag miatt ezek a kérdések nagyrészt megválaszolatlanok maradtak. Egy most megjelent cikk azonban érdekes új eredményeket szolgáltatott. Új-zélandi és ausztrál kutatók kimutatták, hogy a körülbelül 19 millió éves parti madár, amelyet Új-Zélandon, Otago közepső részén fedeztek fel, egy olyan madárcsoportba tartozik, amely magába foglalja az ausztráliai sztyeppefutót és a dél-amerikai homokjáróféléket is. Az új faj (*Hakawai melvillei*) kistermetű parti madár volt, amely a miocén korszakban élt egy ősi szubtrópusi tó partján, számos egyéb vízimadarral, krokodillal és denevérral együtt. A frissen kikelt és fiatal egyedek arra utalnak, hogy a *Hakawai melvillei* Új-Zélandon költött, és nem vándorolt, mint a csoport számos mai tagja. Habár ez a faj mára kihalt, a közeli rokonsága az ausztrál sztyeppefutóval és a dél-amerikai homokjárófélékkel azt mutatja, hogy a közös őseik Gondwana keleti részén éltek, mielőtt még az egyes földrészek szétváltak, és Új-Zéland izolált szigetté vált. A 19 millió éves *Hakawai* hosszú lábai egyértelműen jelzik, hogy parti madár volt. Bár az ausztrál és dél-amerikai rokonok azóta egymástól függetlenül alkalmazkodtak a szárazföldi környezetekhez, az őseik még a sekély parti vizekben keresték a mindennapi betevőjüket.

(*Journal of Systematic Palaeontology*, 2015. október 20)

DAVID WOOTTON: Az eget kémlelője. Galileo Galilei élete. Fordította Kiss Annamária (General Press Könyvkiadó, Budapest, 2014)

A csillagásztörténet iránt érdeklődő olvasóközönség bizonyára elégedetten nyugtázza, hogy a Galileiről szóló kötetek szinte menetrendszerűen érkeznek a könyvesboltokba.



Sőt, ezek a kiadványok vélhetően szélesebb vásárlói réteget is elének, hiszen gyakorlott szerzőként tudom, a kiadók (tiszelet a kivételnek) a tudománytörténeti művekkel is komoly eladási példányszámokra és jelentős profitra törekednek. Több könyvismertetőmben is említést tettem már *A csillagászat magyar nyelvű bibliográfiája* munkatársaként végzett statisztikai elemzésről, mely a csillagásztörténet kiemelkedő személyiségei által jegyzett, illetve róluk szóló magyar nyelvű kötetek számosságát vizsgálta. Ennek alapján az elmúlt években nem változott a győztes személye: Galilei volt az, akitől/akiról a legtöbb magyar nyelvű könyv megjelent. Épp ezért megmosolyogtató, hogy e kötet fülszövegében olvasható „sok szempontból hiánypótló munka” kitétel. A szokásos PR fogás mellett erre magyarázatot találni a könyvvégi bibliográfiái összeállításban: a fordító nem tudott (a lapunkban is ismertetett) legutolsó hazai Galilei-kötetről, a 2011-es kiadású *Galilei, az antikrisztus* magyar kiadásáról, hogy Galilei alapművének, a *Sidereus Nuncius*nak a *Meteor csillagászati évkönyv* 2009-es kötetében megjelent kiváló fordítását ne is említsük. De a kritikai hang inentől megszűnik! A fordítás szakmailag korrekt, a csillagászati tartalom magyarításában nincs hiba. Nagy dolog, hiszen a fordító, Kiss Annamária nevével *A csillagászat magyar nyelvű bibliográfiája* eddig nem találkozott, és a kor „vívmányaként” a kötetnek nem volt szakmai lektora. Pozitívum az is, hogy az utóbbi időszak töméntelen, gyatrán magyartított ismeretterjesztő kötetével ellentétben itt nincsenek stilisztikai, nyelvvellyességi hibák.

A szerző, David Wootton a Yorki Egyetem történelemszaktanársága professzora. Több, Galileivel foglalkozó tanulmány szerzője, de nem a természet-tudományok felől érkező csillagásztörté-

nész. S hogy a tartalomról is essen szó: műve részletes, szakmailag korrekt, olvasmányos életrajz. Előkerül minden elem, amit egy Galilei-biográfia megkíván. Apja, anyja, Vincenzo fia, lányainak személye és sorsuknak alakulása. A csillagászat: kopernikanizmus, a „ki használt először távcsövet?” és a „ki látta először a napfoltokat?” mindig izgalmas kérdéskör. A szakrális vonatkozások: a hit és hitetlenség, a katolikus egyházzal, a jezsuitákkal való viszonya. Kinek ajánljuk a könyvet? A Galilei-fanatikusoknak, mindenképp, az asztrológia története iránt érdeklődőknek, illetve azoknak a tudománytörténet iránt fogékony olvasóknak, akik legalább egy részletes, stílusos, háttérinformációban gazdag Galilei-életrajzot a polcukra tennének.

REZSABEK NÁNDOR

JEREMIAH P. OSTRIKER – SIMON MITTON: Sötét hatalom (Geobook Kiadó, Szentendre, 2014)

A cím alapján akár krimi vagy kalandregényt is feltételezhetnénk, de lehetne valamilyen politikai tényfeltáró kötet is bármely korszak dokumentumai alapján. Az alcím nagyjából helyére teszi a dolgokat, kutatás a láthatatlan Univerzum titkai után. De ha nagyon akarjuk, a fenti kategóriák mindegyikéből találunk a könyvben egy csipetnyit. A tudományos kutatás ugyanis egyfajta kaland, nyomozás az elhivatott tudósok számára, akiknek néha még (tudomány) politikával is foglalkozniuk kell. Szerencsére ebben a kötetben az utóbbiról esik a legkevesebb szó. Sokkal inkább az Univerzum felfedezésének legizgalmasabb problémáiról, méghozzá két avatott szerző tollából. Jeremiah Ostriker amerikai asztrofizikus, aki a sötét anyag kutatásának egyik úttörője volt. Simon Mitton angol csillagász nevével pedig sokan ismerhetik, hiszen számos kötetet jelent meg magyarul.

A „sötét” jelző ezúttal a tudásunkban lévő hiányosságra utal. Azt ugyan régóta tudják a szakemberek, hogy a galaxisokban jóval több anyagnak kellene lennie, mint amennyit közvetlenül látunk, de csak az elmúlt évtizedekben derült ki, hogy rosszabb a helyzet, mint gondolnánk. Az ismert Világegyetem összömege csak alig 4%-át alkotja az ún. „látható” anyag és ez a mennyiség minden fajta földi és világűrbe telepített eszközzel és minden tartományban végzett észlelések összeadása után jött ki. Az Univerzum tágulásának gyorsulását, az észlelt struktúrák kialakulását is csak úgy lehetett megmagyarázni, ha új tényezőket építettek az elméletekbe. Az ún. sötét anyag és a sötét energia bevezetésével szerencsére helyre állt a rend. Hátránya viszont, hogy nem tudjuk, mi rejtezik a sötétség leple alatt. Ke-

vésbé költőien szólva, attól, hogy nevet adtak ezeknek az „erőknek”, a probléma még nem megoldott.

Ennek a láthatatlan Univerzumnak a kutatásáról szól tehát a könyv. A történeti részben eljutunk a mítosztól a valóságig. A Föld naprendszerbeli helyének meghatározásától a Tejútrendszer és az azon túli világ felfedezésén át az ősrobbanás környékén feltételezett energiafluktuációk detektálásáig. Ha ez a valóság kissé misztikusnak tűnik valakinek, az nem feltétlenül az ő hibája. Első hallásra valóban annak tűnik, szerencsére a könyv végigvezet bennünket annak történetén, hogyan és miért építették fel a tudósok – köztük az egyik szerző, Ostriker – a Világegyetem ma elfogadott modelljét. Első kézből kapjuk tehát azokat az információkat, hogyan jutottak a sötét anyag és a sötét energia „nyomára”, milyen kérdésekre adnak választ és merre érdemes folytatni a kutatásokat.

A modern kozmológia legizgalmasabb és legfrissebb kutatásairól van szó a könyvben, olvasmányosan és szakmailag is hitelesen. Ebben nagyon nagy szerepe van a fordítónak, Kovács Józsefnek, aki az ELTE Gothard Obszervatóriumának munkatársa. A szaklektor Szabados László csillagász (MTA CSFK) volt, aki szerint a magyar nyelvű verzió jobb lett, mint az eredeti angol.



A függelékben megjelennek azok a képletek, amelyeket éppen Simon Mitton javaslatára Stephen Hawking hagyott ki annak idején. Az idő rövid történetéből. De ez itt aligha retent el bárkit, hiszen a kötet végén van, másrészt az egész könyv megértésében kislekikon is segíti az olvasót.

A történetnek távolról sincs vége. A kutatások folynak és – kis túlzással – a tudományos eredmények hagyományai szerint egy megtalált válasz két új kérdést vet fel. Valószínű tehát, hogy találkozzunk még hasonló könyvekkel e témában, talán magyar nyelven is. Mindenesre a Geobook tervei szerint hasonlóan friss és színvonalas köteteket ad ki a közeljövőben, évente akár többet is. A Sötétség hatalma mind szakmailag, mind könyvészetileg magasra tette a mércét.

TRUPKA ZOLTÁN

A bogarász, aki megdolgoztatta a világot

Száz éve született Kaszab Zoltán (1915–1986)

MERKL OTTÓ

Ez év szeptemberében múlt száz évé annak, hogy megszületett *Kaszab Zoltán*, a Magyar Természettudományi Múzeum (MTM) egykori főigazgatója, a koleopterológia – a bogarak (Coleoptera) rendjével foglalkozó tudomány – legnagyobb magyar alakja. A kultúra és a tudomány – és e két szféra legfontosabb átfedési pontjai, a múzeumok – világában sokan tevékenykedtek, kiknek élete alkonyán udvariásan mindig megjegyezzük: művük ki fogja állni az idők próbáját. Lássuk hát, hogy Kaszab Zoltán halála után majdnem három évtizeddel, munkásságának milyen hatása van a mai koleopterológiára, illetve általában a zoológiára.

A gyászbogarak gyűjteménye

A Föld nagy természettudományi múzeumainak csaknem mindegyikében van bogárgyűjtemény is. Ezekben általában nagyon sok példányt őriznek, de a történeti előzmények, az ország, ahol található, a helyek, ahová gyűjtőexpedíciók indultak, és a kurátorok, akik benne dolgoztak, mind-mind meghatározzák, hogy az adott gyűjtemény melyik régió és melyik bogárcsoport fajegyűttesében kiemelkedő.

Amikor Kaszab Zoltán a múzeum munkatársa lett, azt tette, mint minden lelkes kezdő bogarász: mindent gyűjtött, és az egész hazai bogárfauna érdekelte; kézirásos lelőhelycédulákkal ellátott gyűjteménye később beolvadt a múzeum gyűjteményébe, és ma is megtekinthető. Hamarosan azonban – a teljes magyarországi bogárfauna átfogó megismerésével párhuzamosan – választania kellett egy olyan csoportot, amelyben alapsabban elmélyedhet, és nemzetközi szaktekintélyé válhat. *Dudich Endre* akadémikus (1895–1971), a Pázmány Péter Tudományegyetem Állatrendszertani és Állatföldrajzi Intézetének megalapítója – Kaszab Zoltán zoológusnemzedékének tanítómestere – javasolta, hogy ez a csoport a gyászbogarak családja legyen.

A ma ismert nagyjából 400 ezer bogárfajt mintegy 150 családba sorolják. A fajszámot tekintve a gyászbogaraké a nyolcadik legnagyobb, mintegy 20 ezer fajjal. Az egyes fajok életmódját, testalkatát, színezetét tekintve minden más családnál változatosabb, és ismereteink a családon belüli csoportok törzsfajlódási viszonyait illetően a legkevésbé kiforrottak (a mitokondriális DNS elemzésén alapuló molekuláris módszerek alapján ma



Kaszab Zoltán 1985-ben

is folyamatosan változnak). Gyászbogarak mindenütt találhatók, ahol szárazföldi rovarok élhetnek, de az arid (sivatagos-félsivatagos) területeken különösen sok fajuk honos, sőt néhol (például a Namib-sivatagban) szinte egyeduralkodók.

Kaszab Zoltán maradéktalanul teljesítette a maga elé kitűzött célokat. Vitán felül ő lett a gyászbogarak legnagyobb szaktekintélye. Minden kontinens kutatói között vannak, akiknek regionális ismeretei – és az általuk írt publikációk – kiemelkedők, de Kaszab



Kaszab Zoltán Kelet-Mongóliában, Cagan Nuur falu közelében, 1968 júniusában

Zoltánnak az egész Föld gyászbogár-faunájáról átfogó tudása volt. Számos genusról, nemzetségről, alcsaládról az összes (sok) fajt átfogó, felhasználóbarát határozókulcsokkal ellátott revíziókat közölt; ezek esetében az egyedüli határozók, melyek alapján az adott csoport fajai azonosíthatók. Na-

gyon fontosak egy-egy földrajzi terület monografikus feldolgozásai; ilyen például az Arab-félsziget, Új-Kaledónia, Sri Lanka, a Fidzsi-szigetek és Szamoa, valamint Afganisztán gyászbogarainak teljességre törekvő leírása. E munkáit ma is folyamatosan idézi (és ami lényegesebb: használja) minden gyászbogárkutató.

Közben felépítette azt a kollekción, amely az MTM Bogárgyűjteményének máig legnagyobb erőssége, és minden szakember szerint a világ legjobb gyászbogár-gyűjteménye. Ezt a minősítést nem a példányszám miatt érdemelte ki: a 90 ezer példány nem különösebben sok, hiszen biztos, hogy London, Párizs vagy a nagy amerikai múzeumok több gyászbogarat halmoztak fel (egyes helyeken a gyászbogarak nagyon gyakoriak, így a példányszám növelésének csak a helyszűke szabott határt). Tudományos értéke világviszonylatban is a következőknek köszönhető:

– a példányok 90 százaléka faji szinten azonosított;

– minden állatföldrajzi régió fajokkal gazdagon képviselt; az óvilági mérsékelt öv (a Palearktis) esetében a fajszintű reprezentáltság 90 százalékos, de Délkelet-Ázsiából és Új-Guineából is kiemelkedően sok fajunk van (ezek a magyar zoológusok hagyományos célterületei voltak a XIX. század óta);

– nagyon sok a típuspéldány: közel 6000 fajtól és faj alatti kategóriákból vannak típusaink. A típusok az egyes fajok olyan példányai, amelyek alapján az adott fajt a tudomány számára érvényes módon leírták. Ezek tehát az adott faj „etalonjai”: egy faj elénk kerülő példányai akkor nevezhetők az adott fajhoz tartozónak, ha a típusokkal mindenben megegyeznek. A típuspéldányok emiatt egyediek, megismételhetetlenek és nem pótolhatók. Az állattani gyűjtemények értékének talán legfontosabb fokmérője a bennük őrzött típusok száma.

Gyászbogárgyűjteményünk éppen azért olyan gazdag, mert Kaszab Zoltán nagyon értett e családhoz. Természetesen meghatározta a korabeli és a korábbi zoológiai expedíciók gyászbogarait, és igen sok fajt írt le belőlük. Mivel azonban világelső szaktekintély volt, áradtak felé a külföldi expedíciók gyűjtései is. A múzeumi zoológia szabályai szerint minden meghatározott fajtól a példányok ötödét (új fajok esetén harmadát) megtarthatta a mi gyűjteményünk számára, ugyanakkor



A térképen zöld szín jelöli azokat az országokat, ahonnan Kaszab Zoltán új fajokat írt le. A pirossal jelölt területek gyászbogárfaunáját teljes egészében, monográfiák formájában feldolgozta

cserélt is más múzeumokkal. Magától értetődően, az ilyen módokon felhalmozott anyag igen „tömény” lett: a nem túl magas példányszám mellett alaposan nőtt a fajok száma.

Kaszab Zoltán a hólyaghúzóbogarak (Meloidae) családjának is vezető szakértője volt. E család fajszáma jóval kisebb (2500 körüli), de a gyászbogarakéhoz hasonlóan belőlük is rendkívül jó gyűjteményt állított össze, és hasonlóképpen alapvetőnek számító publikációkat közölt.

A külföldről irányuló megkeresések és a külföldi vendégkutatók többsége a mai napig e két bogárcsalád miatt érkezik az MTM Bogárgyűjteményébe.

Mongólia bogarai

Kaszab Zoltán 1963 és 1968 között hat expedíció során bejárta Mongólia minden nagyobb tájegységét, és ott hatalmas mennyiségű állattani anyagot gyűjtött. Az expedíciók egyszemélyesek voltak abban az értelemben, hogy szakemberként egyedül vett részt rajtuk, csak a terepjáró vezetője és egy helybeli kísérő voltak az útítársai. Összesen csaknem 500 ezer állatpéldányt hozott haza az állattani szempontból addig alig feltárt országból – természetesen főleg bogarakat, de ezek mellett minden más rovarrendet, nagyon sok más gerinctelen csoportot és gerinceseket is, főleg hüllőket, kétéltűeket és emlősöket. A gyűjtött anyagot aprólékos precizitással katalogizálta, a pontos lelőhelyadatokat hazatérése után hamarosan részletes (német és magyar nyelvű) úti beszámolókkal együtt publikálta.

Ekkora állatmennyiséget összegyűjteni és épségben hazaszállítani önmagában is jelentős teljesítmény, ám Kaszab Zoltán nem hagyta, hogy az anyag a gyűjtemények fiókaiban ismeretlenül heverjen. A gyászbogarakat és a hólyaghúzókat ő maga határozta meg, az összes többi állat

esetében a szakirodalom figyelése útján felkutatta a megfelelő szakembereket, és rábeszélte őket a nekik megfelelő csoport tudományos feldolgozására – megdolgoztatta tehát a világot. Ha valaki igent mondott, nem hagyta elkényelmesedni: szívesen hajtottá, hogy megszülessenek a szakcikkek, bennük az új fajok leírásával. A közleményeket megjelenésük sorrendjében sorszámoztta, így azok egy sorozatba rendeződtek („*Ergebnisse der zoologischen Forschungen von Dr. Z. Kaszab in der Mongolei*”). A hazai és külföldi folyóiratokban megjelent közlemények száma jóval meghaladja az 500-at, terjedelme pedig a 8000 oldalt; a szerzők között 20 ország több mint 200 szakemberét találjuk.

Azóta természetesen sokan mások is gyűjtöttek Mongóliában, és számos



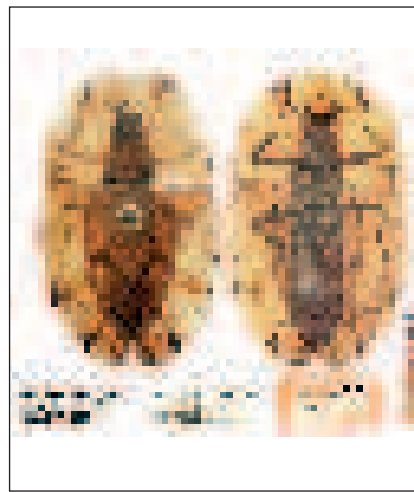
Az indiai Kerala államból leírt gyászbogár (*Toxicum mussardi*) hím (balra) és nőstény (jobbra) típuspéldánya

publikáció jelent meg az ország állatvilágáról, de ezek fundamentumában mindig ott vannak Kaszab Zoltán gyűjtései; a hivatkozásokban pedig megkerülhetetlenek a mongóliai sorozat cikkei. Az MTM-ben található mongóliai anyag a mai napig a legfontosabb referenciagyűjteménye az ázsiai ország állatvilágának, melyet jól kiegészítenek az újabb gyűjtések, például az 1990-es évek lepkészeti expedícióinak példányai.

A magyar bogárgyűjtemény

Az MTM bogárgyűjteményében őrzött hárommillió példányból kétmillió Magyarországról (pontosabban a Kárpát-medencéből) származik. Minden Magyarországról kimutatott (összesen 6300) bogárfajból vannak benne referenciapéldányok, amelyeket mindenki használhat, akinek a hazai bogarak azonosításával, elterjedésével (újabbán megjelent fajok esetében időbeli terjedésével is), morfológiájával és változékonyságával kapcsolatos kérdéseket kell megválaszolni.

E gyűjtemény létrehozásában Kaszab Zoltán szerepe óriási. Azzal kezdte – még az 1940-es évek végén *Szélessy Vilmos* kollégájával együtt –, hogy rendszertani alapon átrendezte az egész anyagot. Addig ugyanis a különféle megvásárolt, örökölt és más módon megszerzett gyűjtemények úgy álltak a múzeumban, ahogy beérkeztek, többnyire a saját (nemegyszer igen viharvert) szekrényeikben. Kaszab Zoltánék az összes anyagot egységesítették olyan módon, hogy a régi gyűjteményeket szétbontották, és az azonos családba tartozó példányokat új, por- és múzeumbogár-mentes tárolóeszköz-



Kongói gyászbogárfaj (*Endostomus baloghi*) típusa felülről (balra) és alulról (balra)

zökbe helyezték. Ha tehát valaki például a hazai ormányosbogarakat akarta tanulmányozni, nem kellett sok helyen kutakodnia, minden fajt egy helyen megtalálhattott.

Nyilvánvaló, hogy az ilyen gyűjtemény sokkal áttekinthetőbb – és emiatt hamar kiderült, hogy Magyarország bizonyos helyeinek bogárfaunája igen hiányosan ismert. Kaszab Zoltán vezetésével ezért az 1950-es és '60-as években belföldi gyűjtőexpedíciók indultak az ország feltáratlan területeire, például a Zempléni-hegységbe,



Bíró Lajos által Új-Guineában gyűjtött gyászbogárfaj (Tabarus biroii)

a Velencei-tó és a Velencei-hegység környékére, a Homokhátságba vagy a Mecsekbe. Természetesen nemcsak bogarakat gyűjtöttek, hanem minden más állatot is, ezért a múzeum sok preparátora és kurátora részt vett a munkában. Közülük ma már szinte senki sem él, de e sorok írója még hallhatott visszaemlékezéseket e hangulatos és eredményes kiszállásokról, melyek során a kijelölt helyszíneket meg a szállásként szolgáló erdészházakat vonattal, lovas kocsival és gyalog közelítették meg, s a méretes gyűjtőeszközöket mindenki maga cipelte a hátizsákjában.

Az ilyen módon gyűjtött bogáryanag tisztelget parancsoló: több százezerre rüg, és alaposan kiszínezte az ország korábbi fehér foltjait. Már „csak” publikálni kellett az eredményeket. Sajnos, ez vonatottan haladt: önálló, teljességre törekvő kötet csak a nyírségi Bátorliget roppant érdekes lápi, erdei és homokpusztai faunájáról jelent meg. A feltárás azonban új erőre kapott az 1970-es évektől, amikor megalakultak a hazai nemzeti parkok. Ezekből is tekintélyes mennyiségű anyag áramlott a Bogárgyűjteménybe (és a múzeum más gyűjteményeibe), és angol nyelvű kötetekben megjelent a gyűjtött fajok listája és lelőhelyjegyzéke, illetve részben az így feltárt fauna értékelése is. E sorozatot

Kaszab Zoltán indította, és nyugdíjba vonulásáig főszerkesztője is volt a köteteknek. E feldolgozásokba természetesen beépülhettek az adott nemzeti park területén folyt már említett korábbi, de akkor még nem publikált gyűjtések adatai is.

Fauna Hungariae

Horváth Géza (1847–1937) a honi növényvédelmi rovaran egyik megalapítója, a Magyar Nemzeti Múzeum Állattárának egykori főigazgatója javaslatára 1893-ban megindult a *Magyar Birodalom Állatvilága (Fauna Regni Hungariae)* című könyvsorozat megírása és kiadása. A nagy mű 1918-ra készült el, és 981 oldalon felsorolja a Trianon előtti Magyarország területén előforduló összes állatfajt. Évtizedekig ezt tekintették minden magyarországi faunisztikai kutatás alapjának, noha nem volt más, mint „csupán” az előkerült fajok és lelőhelyeik lajstromba vétele.

Dudich Endre vetette fel, hogy hasznos lenne egy olyan kiadvány, mely határozókulcsokat is tartalmaz, így a magyarországi állatvilág fajait mind a szakemberek, mind a zoológia iránt érdeklődők azonosítani tudják. A *Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae)* sorozat 1955-ben indult el, a szerkesztőbizottság elnöke maga Dudich Endre volt 1963-ig. Elnöki munkáját *Kotlán Sándor* vette át, a főszerkesztő pedig Kaszab Zoltán lett; ezt a tisztséget 1985-ig töltötte be, illetve a megjelent „bogaras” füzetek jó részének ő lett a szerzője is.

A 22 kötetre és 262 füzetre tervezett sorozatnak végül 173 füzete jelent meg 20 ezer oldalon, mely a nagyjából 35 ezerre becsült magyarországi állatfaj mintegy 60 százalékát tárgyalta. Nem megbocsátható bünt követtek el azok, akik felelősek azért, hogy ez az európai szinten is páratlan vállalkozás torzó maradt, mert az 1990-es években véget ért.

Azok a füzetek, amelyeket Kaszab Zoltán írt, mind a mai napig nemcsak használ-

hatók, hanem használandók is. Ha valaki a magyarországi cincérekkel (*Cerambycidae*) kezdőként vagy alaposabban foglalkozni kíván, vagy csak azonosítani akar egy mezőgazdasági, erdészeti vagy természetvédelmi szempontból fontos cincérfajt, és ezt magyar nyelvű könyv segítségével szeretné tenni, nem nélkülözheti a Kaszab által írt „cincéres” füzetet. E sorok írója is Kaszab Zoltán „faunafüzeteit” veszi le először a polcáról, ha sutabogarakat (*Histeridae*), a régebbi nevükön lágybőrű bogarakat (*Malacodermata*) és felemás lábfejű bogarakat (*Heteromera*), de főleg levélbogarakat (*Chrysomelidae*) – az egyik legnagyobb, 500-nál is több hazai fajt számláló bogárcsalád fajait – kell azonosítania.

A népszerűbb állatcsoportok (pl. bogarak, lepkék, csigák, gerincesek) antikváriumokban hébe-hóba kapható füzetei nagy ritkaságok. Kevés intézmény és magánszemély dicsekedhet azzal, hogy birtokában van a teljes sorozatnak. A faunafüzetek színvonalát az ábraanyag is emeli; a genusonként egy-egy fajt ábrázoló egész alakos habitusképeket Kaszab Zoltán füzeteihez leginkább a bohém *Keve Gyula* rajzolta, a határozást segítő részletrajzokat maga Kaszab Zoltán készítette.

Kaszab Zoltán cincérekéről írt faunafüzetét egy londoni vevő a 2000-es években 70 ezer forintnak megfelelő fontért vásárolta meg, ami imponáló összeg egy 1971-ben megjelent – akkor 46 forintért kapható –, fekete-fehér rajzokkal illusztrált, magyar nyelvű és magyar faunával foglalkozó könyv esetében. ↩

Irodalom

- Kaszab Z. 1983: Übersicht der Ergebnisse der Ungarischen Zoologischen Expeditionen in der Mongolischen Volksrepublik 1963–1968. – In: Schuh J. (szerk.): *Erforschung der biologischen Ressourcen der Mongolischen Volksrepublik* 3. Abteilung Wissenschaftspublizistik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale), pp. 71–101.
- Merkel O. 1989: Kaszab Zoltán, Mongólia állattani kutatásának úttörője. – *Földrajzi Múzeumi Tanulmányok* 6: 15–20.
- Merkel O. 2002: Kaszab Zoltán. – In: Bodó S. & Viga Gy. (szerk.): *Magyar múzeumi arcképcsarnok*. – Pulszky Társaság – Tarsoly Kiadó, Budapest, pp. 453–455.
- Merkel O. 2003: Gyászbogarak. – *Természet Világa* 134(9): 418–420. [http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2003/tv0309/merkl.html]
- Merkel O., Grabant A. & Soltész Z. 2015: *A Magyar Természettudományi Múzeum gyászbogártípusainak (Tenebrionidae) katalógusa. (Type catalogue of darkling beetles (Tenebrionidae) preserved in the Hungarian Natural History Museum.)* – Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 735 pp.

Kaszab Zoltán (Farnos, 1915. szeptember 23. – Budapest, 1986. április 4.) a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen természettan-kémia tanári szakon végzett (1937), és még abban az évben, ugyanott az állattan, földtan és ásványtan szakirányban doktori címet szerzett.

Pályáját 1937-ben díjtalan gyakornokként kezdte az Országos Természettudományi Múzeum Bogárgyűjteményében. Később fizetési gyakornok, majd főhivatású kurátor lett ugyanott. A múzeum Állattárának osztályvezetője (1955–1969), a múzeum főigazgató-helyettese (1969–1970), végül főigazgatója (1970–1985) volt. A Magyar Tudományos Akadémia 1979-ben választotta rendes tagjának. Több hazai és külföldi tudományos társaság titkára, elnöke vagy tiszteleti tagja volt.

Több mint 3700 tudományra új bogárfajt és változatot írt le. Nemzetközi megbecsültségének egyik jele, hogy közel 500 taxont neveztek el róla, ami kiugróan magas szám a taxonómusok világában.

Összesen 397 írt tudományos cikket és könyvet írt, mintegy 10 ezer nyomtatott oldalon; cikkei 25 ország folyóirataiban jelentek meg, többnyire német nyelven. Múzeumi pályafutása kezdetén a Bogárgyűjtemény 1 millió példányt számlált; ez a mennyiség – az általa szervezett gyűjtőmunka és a feldolgozásokért kapott csereanyagok révén – nyugdíjba vonulásakor megközelítette a 3 milliót.

Hőhullámok nyara

2015 nyarának időjárása

PÁTKAI ZSOLT

Eleinte úgy tűnt, hogy rekordszáraz lesz a nyár, hiszen öt hosszú hőhullám is ránk tört. Végül augusztus utolsó dekádjában megérkezett a várt csapadék. A következőkben a nyár fontosabb időjárási eseményeit ismertetjük.

Június

A nyár első hónapjának első felében a középhőmérséklet több fokkal az átlag felett alakult. Nemcsak hazánkban volt meleg, a kontinens nagy részét is forró levegő töltötte ki. A kánikulát csak rövid időszakokra szakította félbe egy-egy hidegfront június 4-én, illetve 9-én. Míg az első hidegfrontból szinte sehol sem esett, addig 9-én délután a Dunántúl keleti felén, valamint a főváros térségében viharos széllel, néhol jégesővel kísért felhőszakadások alakultak ki. A három legmagasabb napi csapadékmennyiség a következők szerint alakult: Pécs-Pogány 55 mm, Székesfehérvár 66 mm, Budapest-Budafok 71 mm. Ez volt a fővárost a nyáron érintő felhőszakadások közül az első.

Jelentősebb és tartósnak mondható hidegadvékción a hónap közepe táján következett be. Az érkező front előtt, július 13-án a középhőmérséklet több mint 5 °C-kal magasabb volt az átlagnál. Ugyanakkor a hónap legmagasabb hőmérsékletét (34,3 °C-ot) másnap regisztrálták Berettyóújfaluban. A nyár első, még viszonylag mérsékeltnek mondható hőhullámát számottevő lehülés követte, hiszen a hőmérséklet középértéke három nap alatt mintegy 8 fokkal csökkent országos átlagban. A front komolyabb csapadékkal nem járt, bár országszerte több helyen volt néhány mm eső ezekben a napokban. A hideg levegő újabb hulláma június 23-án érkezett meg, ekkor többfelé esett az eső, Zala megyében például 20 mm-t meghaladó csapadék hullott. A legnagyobb mennyiséget Szalafőn, illetve Szentgottárd-Farkasfőn regisztráltuk (28–28 mm). Bár a hónap során a lehidegbbet június 22-én Zabaron mértük (3,4 °C), országos átlagban 24-e bizonyult a leghűvösebb napnak. Ekkor a maximum-hőmérséklet nagy területen éppen csak elérte a 20 °C-t, a középhőmérséklet bő 4 fokkal volt alacsonyabb, mint az átlag. A hónap utolsó napjai során a délnyugati irányú anticiklonális helyzetben a hideg levegő fokozatosan kiszorult térségünkől.

A hónap hőmérsékleti szélsőértékeit már említettük, a csapadékot tekintve a legtöbb

Budapest-Budafokon esett (89 mm), ám ennek többsége a budapesti felhőszakadás napján zúdult le, míg a legkevesebb Kelebián hullott (5 mm). Június középhőmérséklete országosan 0,5–2 °C-kal volt melegebb az 1981–2010-es időszak átlagánál. A hónap a második legszárazabb volt 1901 óta a 30,5 mm átlagos csapadékkal, a sorban mindösszesen 1917 júniusa előzi meg 18,1 mm-rel.

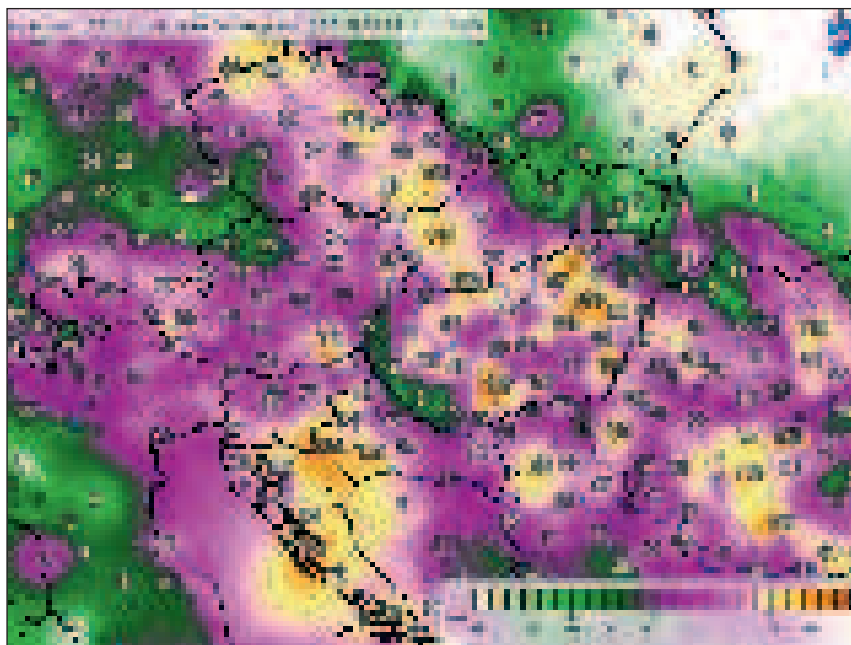
Július

Július első szűk dekádjában folytatódott a fokozatos felmelegedés, amely a nyár második hőhulláma volt. A hőség július 8-án érte el csúcspontját, akkor Budakalászon 39,3 °C-ig emelkedett a levegő hőmérséklete. Ezekben a napokban több napi országos, illetve budapesti melegrekord megdőlt, sőt július 7-én Lágymányoson csupán 24,6 °C-ig hűlt le a levegő, ami szintén rekordnak számít. A több napos hőségeperiódust záró hidegfront heves zivatarokkal érkezett. Az időjárási helyzet komolyságát jelezte a heves zivatarokra kiadott legmagasabb, piros fokozatú riasztás is; ezt a fokozatot utóljára 2012 nyarán adta ki az OMSZ. A legerősebb zivataros zóna Veszprém megyében alakult ki, majd Fejér megye érintésével Pest me-

gye keleti részéig jutott el. Útját felhőszakadás, heves szélrohamok, helyenként pedig jégeső is kísérte. A zivatar kísérőjelenségei közül ezúttal a szélrohamok voltak a leginkább jelentősek. A Velencei-tó mellett, a fővárosban és Aszódon is 100 km/h feletti széllelkéseket regisztráltak műszereink, sőt Aszódon 131 km/h volt a maximális érték. A szélvihar hatására különösen a fővárosban dőlt ki számtalan fa, súlyosan károsodott például a Népliget faállománya. A pusztítást szemlélve szembeötlő volt annak „foltos” jellege, amely az úgynevezett downburst-ök, avagy a lecsapódó légtetek jellemzője. Megfelelő légköri feltételek esetén a zivatarfelhőből kizúduló csapadékot nagy mennyiségű hideg levegő is kíséri, amely a felszint elérve szétterül. A fák mozgásán ilyenkor azt lehet látni, mintha egy hatalmas erő fentről lefelé nyomná őket – nem pedig oldalról – jelezve a szinte függőlegesen érkező légzuhatagot. Mindeközben a csapadék mennyisége is jelentős volt, több helyen mértek 30 mm-t meghaladó csapadékot, sőt a szél által leginkább sújtott Népliget térségében 68 mm-t regisztráltak, amely a hónap legnagyobb 24 órás csapadékösszege is egyben.

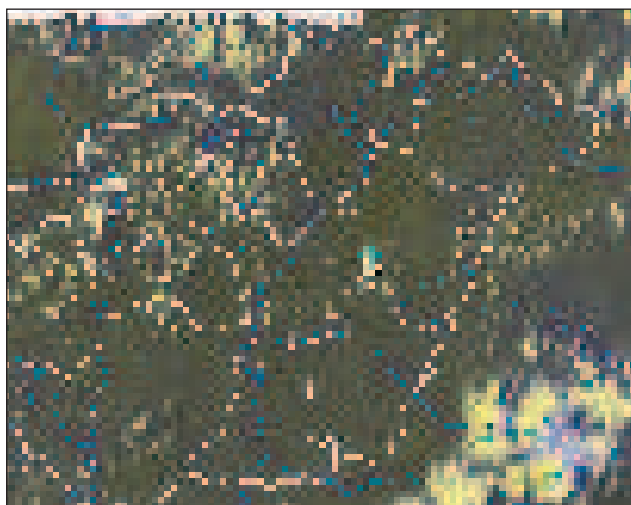
A markáns hidegfront mögött két nap alatt a napi középhőmérséklet 10 fokkal,

1. ábra. Az augusztus 16–22. közötti időszak csapadékösszege



a maximumhőmérséklet pedig mintegy 10–15 fokkal esett vissza. Ekkor mértük a hónap legalacsonyabb hőmérsékletét is (július 11., Zabar, 3,1 °C). Az óceáni légtömeg öt napon keresztül határozta meg időjárásunkat, a hőmérséklet ebben az időszakban végig a sokévi átlag alatt maradt.

A hónap derekán újabb változás állt be időjárásunkban, egyre jobban elárastotta Közép-Európa térségét a forró, száraz, szaharai levegő. A hónap 15-e és 25-e közötti 10 nap volt a nyár harmadik hőhulláma. A felmelegedés fokozatosan következett be, csúcspontját 23-án érte el a Felcsúton mért 39,0 °C-kal. Az időszak során záporok, zivatarok is előfordultak, mivel tőlünk északra, északnyugatra egy hullámzó frontrendszer helyezkedett el,



2. ábra. A Nádudvar környéki nádistűz által keltett hamis csapadékcél augusztus 12-én

amelynek nedvessége olykor a Kárpát-medencébe is beáramlott.

A hőségperiódust ismét egy markáns hidegfront zárta le. A frontot sokfelé kísérte záporosó, zivatar, a Dunántúlon néhol 20–40 mm közötti csapadékmennyiség is előfordult. A legerősebb széllokések helyenként meghaladták a 70 km/h-t, sőt Siófokon 103 km/h-t regisztráltak. A hónap utolsó pentádjá során újból átlag alatt alakult a csúcshőmérséklet.

Július középhőmérséklete mintegy 2–3 fokkal melegebb volt az 1981–2010-es időszak átlagához képest. A hónap legtöbb csapadékát (143 mm-t) a Vas megyei Gasztonyban regisztráltuk, amelynek zöme három nagyobb csapadékhullásból adódott össze. A legkevesebb Csongrád megyében, Kiszomboron hullott, itt mindösszesen 9 mm-t mértek. Száraz volt a július, hazánk területének hozzávetőlegesen kevesebb, mint 20%-án érte el a csapadék a sokévi átlagot.

Augusztus

A hónap első felében a nyár negyedik, egyben leghosszabb hőhulláma tombolt. A középhőmérséklet augusztus 7–17. között folyamatosan meghaladta a 27 fokot. Ezen időszakban mértük az idei nyár legmagasabb hőmérsékletét is (39,6 °C, Budakalász, augusztus 12.). A hőségperiódus első fele nem volt mindenütt száraz, mivel egy korábban feloszlott hidegfront elegendő nedvességet juttatott térségünkbe. Legnagyobb számban augusztus 5-én alakultak ki intenzív záporok. Ekkor Jószafton 60 perc alatt 73 mm eső zúdult le, ami egy átlagos nyári hónap csapadékösszege. Volt olyan 10 perces időszak, amikor 26 mm esett.

A már hetek óta tartó szárazság eredményeként egyre több helyen keletkezett tűz. Így például augusztus 12-én Nádudvar térségében nádas, füves területek kaptak lángra. Ebben az esetben a tűz kiterjedése igen nagy volt – mintegy 600 hektár – így az OMSZ radarképén hamis csapadékcélok jelentek meg, ugyanis a nagy mennyiségű füstől meglehetősen sok radarjel verődött vissza (2. ábra).

Az enyhülés és a nyár leginkább csapadékos időszaka augusztus 17. és 21. között

következett be. A lehülés mértéke ismét meghaladta a 10 fokot, de ebben az esetben nem történt meg olyan gyorsan, mint az előző hőhullámok végén. A változást okozó mediterrán ciklon az Adria felől közelítette meg hazánkat, áramlási rendszerében szokatlanul magas nedvességtartalmú levegő érkezett fölnk. A ciklon több napon keresztül a Kárpát-medencében vesztegelt, miközben erőteljes okklúzió volt megfigyelhető. Anagynedvességtartalom, illetve a nagytérségű emelő hatások intenzív csapadékhullást eredményeztek. A legnagyobb csapadékmennyiség 17–18-án hullott. Augusztus 17-én a Balaton és a Dunántúli-középhegység vidékei mellett Budapest belvárosában is felhőszakadás alakult ki, amely a fővárosban már a nyár harmadik felhőszakadása volt. Az esti időszakban hirtelen, alig 1–1,5 óra alatt 60–115 mm eső zúdult a fővárosra. Mivel pont a belváros volt a leginkább érintett rész, nem csoda, hogy komoly beázások, elárasztások, útbeszaka-

dások keletkeztek. Budapestre vonatkoztatva csak 1963. szeptember 8-án mértek ennél több napi csapadékot. Azon a napon a manapság a XVII. és a XVIII. kerületben található mérőállomásokon 115–140 mm-t regisztráltak.

Augusztus 18-án a Dunától keletre helyeződött át a csapadékhullás súlypontja. Ekkor Püspökladány, illetve Püspökszilágy térségében 55–56, ugyanakkor a tiszaoérvényi mérőállomásunkon 121 mm hullott. Augusztus 19. és 21. között az Alföldön és eleinte még az Északi-középhegység környezetében újabb jelentős csapadék fordult elő (augusztus 19. Edelény 83, Tiszaroff 107 mm, augusztus 20. Gyula 68 mm, augusztus 21. Törökszentmiklós, Törtel 39, Cegléd 48 mm) (1. ábra).

A csapadékos időszakot a nyár utolsó – ötödik – hőhulláma követte, amely szeptember elejére is átnyúlt. Az újabb forró periódus legmagasabb hőmérsékletét (37,3 °C) a nyár utolsó napján, augusztus 31-én, Kiszomboron mértük. A hőség csak szeptember 2-án kezdett megszűnni, ahogy egy hidegfront fokozatosan kiszorította a szubtrópusi légtömeget hazánkból.

A hónap legmagasabb hőmérsékleti értékét már említettük, a legalacsonyabb értéket augusztus 1-én, Zabaron regisztráltuk (4,7 °C). A legtöbb csapadék nem meglepő módon Tiszaoérvényen esett (176 mm), ami szinte teljes egészében az augusztus 20-a környéki időszakban hullott. A legkevesebb eső (7 mm) Kelebián volt. Mindezek mellett Szabolcs-Szatmár-Bereg és Zala megyében is kevés volt a havi csapadék. Mindazonáltal az ország többi részén a sokévi átlagot megközelítő, helyenként pedig azt jelentősen meg is haladó mennyiség fordult elő.

A 2015-ös nyárról összefoglalásként elmondhatjuk, hogy a mérési idősor alapján a harmadik legmelegebb volt, átlaghőmérséklete 22,1 °C-nak adódott, amely 2 °C-kal magasabb a sokévi átlagnál. A maximumhőmérsékletet tekintve ugyanezek az értékek 29,2 és +2,6 °C. Országosan 41 hőségnapot (Tmax > 30 °C) és 13 forró napot (Tmax > 35 °C) regisztráltunk. Budapest rekord számú (29 db) trópusi éjszakát kellett kibírni, ugyanis ennyi éjszakán nem csökkent 20 fok alá a hőmérséklet. Állóvizeink hőmérséklete is szokatlanul magas volt, a Balaton hőmérséklete néhány napon meghaladta a 29 °C-t. A nyár során három országos napi hőmérsékleti maximum- és egy minimumrekord dőlt meg. Nyolc alkalommal pedig az éjszaka mért legalacsonyabb hőmérséklet maximuma dőlt meg. A csapadékmennyiséget tekintve a nyári átlag 136,3 mm-nek adódott, amely bő 60 mm-rel, egy nyári hónap átlagcsapadékával kevesebb, mint a sokévi átlag. A legtöbb csapadék Tiszaoérvényen (260 mm), a legkevesebb pedig Kelebián (41 mm) hullott. ☞

A „gerecsei vörös márvány”

A gerecsei kőbányászat I.

BABINSZKI EDIT

A „gerecsei vörös márvány”, vagy más néven „piszkei márvány” már évszázadok óta igen kedvelt építőkö. A rómaiak szemében a vörös kőzet a méltóságot jelképezte, ezért értékes nyersanyagnak számított. A középkorban kőfaragók sora készített belőle művészi alkotásokat királyi megrendelésre. A kiegyezés után Budapest monumentális középületeinek építésénél használták, a XX. század elején pedig már nagy mennyiségben exportálták is. Bár hazánkban – több más polírozott mészkőhöz hasonlóan – márványnak nevezik, valójában nem is hasonlít a márványra, nem több, mint tömör mészkő, amely nem metamorfizálódott, azaz nem alakult át márvánnyá.

A Gerecsében az elmúlt évszázadokban sorra nyíltak a bányák, melyekben a hegység legelterjedtebb és legnagyobb vastagságú jura képződményét, az úgynevezett Pisznicai Mészkövet termelték. Ennek köszönhető, hogy bányászatának nyomai sokfelé megtalálhatók a hegységben, bár napjainkban már csak egyetlen, ám igen jelentős előfordulásán, a tardosi Bányahegyen fejtik. Ha szeretnénk alaposabban is megismerni ezt a kőzetet, akkor látogassunk el a Tatai Geológus Kertbe, ahol a Szabadtéri Geológiai Múzeum természetvédelmi területén közelebbről is szemügyre vehetjük. Hogy kialakulását megértsük, utazzunk vissza 200 millió évet a földtörténeti időben, a jura időszak kezdetére!

Ekkortájt az a terület, ahol a mai Dunántúli-középhegység rétegsora képződött, a Pangea őskontinensbe keletről messze benyúló Tethys nyugati elvégződésében lehetett. Ezen a területen, a triász időszak végén, az óceánt szegélyező selfet egy több 10 kilométer széles és több 100 kilométer hosszú, teljesen összefüggő, sekélytengeri karbonátos pad, úgynevezett karbonátplatform alkotta. A triász végén kezdődött el a Tethys tengerből óceánra tör-

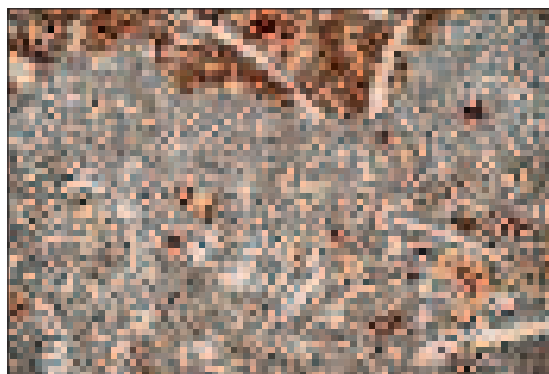


A tatai Kálvária-domb Természetvédelmi Terület. A fehér triász mészkőre települ a jura korú vörös, Pisznicai Mészkő (Babinszki Edit felvétele)

tendő kiszélesedése, a jura elején pedig az Atlanti-óceán kinyílása. E szerkezeti mozgások a nagy kiterjedésű triász karbonátplatformot feldarabolták és az összetöredezett tengeralfjzat darabjai változó mértékben lesüllyedtek. A kiemelt helyzetben maradt területeken tenger alatti hátságok, míg a lezökkent árkokban mély medencék jöttek létre.

A tenger alatti hátságokon a jura kezdeti szakaszán még tovább zajlott a sekélytengeri karbonátok képződése, de később a platformok is lesüllyedtek és a fokozatosan mélyülő tengerben vöröses színű mésziszap rakódott le. Ebből keletkezett a test-

A Pisznicai Mészkő mikroszkópos felvétele. A hosszú, fehér „tüskék” kagylóhéjtöredékek, a porózus szemcsék tüskésbőrű-maradványok, a kis, fehér, ovális maradványok foraminiferák (Lantos Zoltán felvétele)



színű, halványvörös Pisznicai Mészkő, amelynek vörös színét a hematit nevű vas-oxid rendkívül apró méretű ásványzemcséi adják. Szabad szemmel is látható ősmaradvány kevéssé van benne, bár apró pörgekarúak olykor előfordulnak és nagy ritkán jóval nagyobb méretű, ám sokkal rosszabb megtartású ammoniteszek is előkerülnek. Mikroszkóp alatt azonban szinte nyüzögnek az egykori élővilág maradványai: tengeri liliumok váztöredékei, tengeri szivacsokból származó kovattúk és mészvázú egysejtűek (foraminiferák) maradványai is gyakoriak.

A Pisznicai Mészkő tömött mészkőveit „gerecsei vörös márvány” néven ismerik és bányásszák, hasznosítják évszázadok óta építő- és díszítőköként. A barnásvörös színű, foltos, tömött mészkő rajzolatát a szabálytalan lefutású, kitöltött repedések adják. Megjelenésében sok hasonlóságot mutat az Ausztria területéről ismert adneti vörös gumós mészkőhöz, illetve a Verona környéki, ún. „rosso ammonitico”-hoz.

A Gerecse „márványbányáinak” megnyitására nincsenek pontos adatok, de az biztos, hogy már a rómaiak is nagy volumenű kőbányászatot és kőfaragást folytattak a vidéken. A hegység területén több jelentős római katonai erőd és őrtorony, a tardosi Malom-völgyben virágzó római telep állt. Az ezeken a helyeken előkerült régészeti leletek (sírkövek, emléktáblák, épületmaradványok, mérföldkövek stb.) bizonyítják a gerecsei „márvány” felhasználását. A vörös kőzet a méltóságot jelképezte, értékes anyagnak számított, ezért a tardosi mészkövet a provincia távolabbi területeire is eljuttatták. Polgári és katonai műhelyekben faragták meg a köveket.

A Római Birodalom bukása után, az V. és X. század között a Kárpát-medencén átvonuló, vagy itt ideiglenesen megtelepülő népek kultúrája nem igényelte a díszítőköveket építkezésükhez, ezért ezekben a századokban a bányákat elhagyták.

A gerecsei vörös mészkő kitermelése a X–XI. század fordulóján kezdődött újra. Az államalapítás korabeli viszonyok nem engedték meg a görög és

olasz márványok behozatalát, így az építészeknek közelebbi nyersanyag után kellett nézniük. Két bizonytalan emlék utal a korai Árpád-kori felhasználásra: az esztergomi Szent Adalbert bazilika romjai között talált oszloptalapat, valamint a tihanyi bencés apátságban eltemetett I. Endre sírjának fedlapja készülhetett tardosi mészkőből. Biztos adatot egy oklevél szolgáltat, amely szerint 1204-ben, Imre király idején már bizonyosan bányászták. „Gerecei vörös márványt” több építkezésnél használtak ebben az időben: ebből épült a pusztaszeri monostor kapuzata, a vértesszentkereszti kolostortemplom nyugati kapuja, de felhasználták a somogyvári apátság kerengőjének építéskor és a pannonhalmi apátság harmadik apátsági templomának építéskor



Ivókút a Lukács fürdőben
(Lantos Zoltán felvétele)

is, az oszlopok és a lépcsők anyagául.

A „vörös márvány” nagy volumenű bányászata a nagyobb várépítések korával és a reneszánsz elterjedésével bontakozott ki. Az Anjouk és a Mátyás korabeli építkezések idején már viszonylag nagy mennyiségben használt építő- és díszítőkö volt, melyet gyakran művészen megmunkálva alkalmaztak. A helyi mesterek által faragott és fényezett vörös márványt számos egyházi és világi épületnél felhasználták. A leghíresebb a visegrádi palota 1473-ban készült diszkútja, melynek oldallapjait tardosi mészkőből faragták. Beatrix királyné óbudai építkezéseihez 42 hajórakomány követ szállítottak Tardosról. De itteni kőzetet használtak fel 1519-ben az esztergomi Bakócz-kápolna és 1506-ban a pécsi székesegyház építéskor is. A kőzetet ek-

koriban már exportálták is: a Zsigmond lengyel király uralkodása alatt épült krakkói Jagelló-kápolna építéséhez is felhasználták.

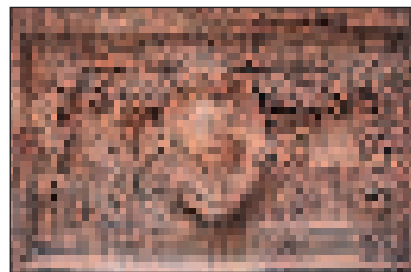
A török idők alatt a kőbányászat hosszú időn át szünetelt. A török hódoltság megszűnése után, a XVIII. század első felében a környékbeli templomok helyrehozatala igényelt követ, ezért a kőfejtés újraindult.

A gerecei kőbányászat és kőfaragás újbóli fellendülése a XVIII–XIX. század fordulójára tehető, amikor olasz kőbányászok és kőfaragók telepedtek le a környéken és sorra nyitották meg a régi bányákat, illetve újakat állítottak üzembe. A művelést kézi eszközökkel és erővel végezték. A XIX. század első felében épült az esztergomi bazilika, amely építésénél a vörös mészkövet már újra nagy mennyiségben használták fel.

A kiegyezés után, Budapest világvárosra fejlődésével párhuzamosan újabb lökést kapott a gerecei kőbányászat. A nagy fővárosi építkezésekhez szállítottak óriási mennyiségben gerecei „márványt”, melyet a kor építészei szívesen alkalmaztak a monumentális középületek építésénél (Magyar Tudományos Akadémia székháza, Operaház, Országház), csakúgy, mint a belvárosi és Andrassy úti paloták építésénél és a téglából készült bérházak lábazatainak burkolására, beltéri lépcsőinek, lépcsőházainak építésére. A jól megmunkálható kő iránt nagy volt az érdeklődés a Monarchia egész területén, számos középület, kastély építésénél felhasználták, ilyen például a bécsi Hofburg.

A XIX–XX. század fordulóján sorra

Az Oroszlános kút Visegrádon
(Babinszki Edit felvétele)



A „gerecei vörös márványból” készült Herkules-kút egyik kávalapja a visegrádi palota belső díszudvarán
(Babinszki Edit felvétele)

nyitlak a bányák és pár előfordulás kivételével mindenütt kisebb-nagyobb mértékű kitermelés folyt. A két világháború között a Mátyás-templom és a Budai vár restaurálása, valamint a szegedi Fogadalmi-templom építése adott munkát a gerecei kőbányászoknak és kőfaragóknak. Ekkortájt lett külföldön is igazán keresett árucikk a vörös mészkő: nagy mennyiségben szállították Németország, Svájc, Dánia építkezéseire. Az 1950-es évek elején indult meg a kőbányák korszerűsítése, gépesítése. A vörös mészkő hasznosítása az elmúlt évtizedekben megváltozott, hagyományos építő-díszítőköként, épületszobrászati célokra ma jóformán csak műemléki rekonstrukciók során alkalmazzák. Ennek ellenére hasznosítása sokrétű: legnagyobb mennyiségben külső és belső, fal- és járófelületi, vágott-fényezett burkolólapként használják, valamint forgácsában műköves munkákhoz. A bányászat tágabb körzetében lábazatok, kerítések készítésénél is alkalmazzák. Tömbköként és burkolólapokká feldolgozva exportálják is.

A cikksorozat következő részében megismerkedhetünk a Gerece másikkal híres építőkövével, a „gerecei fehér márvánnyal” és az egykori kőfejtők és kőfaragók mindennapi életével. ❧

Irodalom

- Haas J. (szerk.) 2010: A múlt ösvényein – Szemelvények Magyarország földjének történetéből. A Magyarhoni Földtani Társulat kiadványa, Budapest
- Hála J. 1995: Kőbányászat és kőfaragás a Gerece hegységben, különös tekintettel a tardosbányai kőfejtők barlanglakásaira. In: Ásványok, kőzetek, hagyományok. Történeti és néprajzi dolgozatok. – Életmód és Tradíció 7. kötet – MTA Néprajzi Kutatóintézet, Budapest, 400 o.
- Motil L. 2004: A tardosi (gerecei) kőfejtés történeti emlékei. – Helytörténeti Füzetek IV. – Tardos Községi Önkormányzat, 203 o.

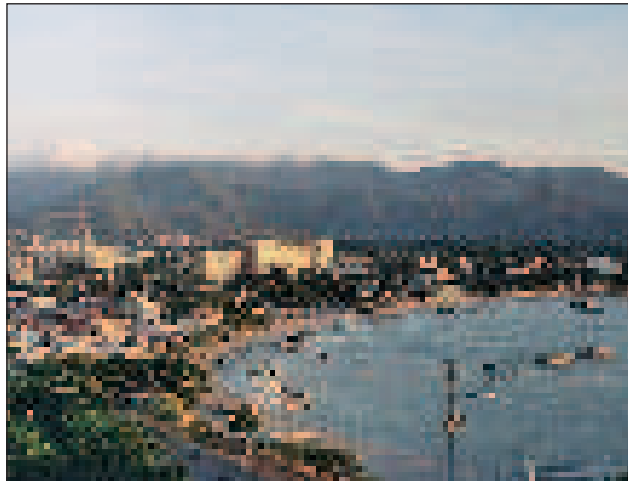
A venezuelai Margit-sziget

Isla de Margarita

A szigetet Kolumbusz fedezte fel harmadik útján, 1498. augusztus 15-én, és a rövid életű La Asunciónra keresztelte el, mivel egy évvel később Pedro Alonso Niño és Cristóbal Guerra a partjainál található gazdag gyöngylelőhely miatt La Margaritára, Gyöngyök szigetére nevezték át. A latin *margaritum* ugyanis – melyből a spanyol margarita szó is ered – gyöngyöt jelent. Más források szerint Alonso de Ojeda (1499) először a szomszédos, kisebb Cubagua szigetét hívta így, mivel az ott élő guaiquerie indiánok gyöngyhalászattal és teknősvadászattal foglalkoztak. A hírek arról szólnak, hogy Kolumbusz egy csodálatos gyöngyláncot vitt a szigetről Isabel királynőnek, amikor hazatért.

Margarita-sziget (1072 km² és kb. 550 ezren lakják), a kontinentális talpazaton fekvő venezuelai szigetsor legnagyobb tagja, 35 km-re fekszik a kontinentstől. Valójában két sziget alkotja – egy keleti és egy nyugati –, melyeket a keskeny Macanao/La Restinga-földhid (homokgát) köti össze a La Restinga lagúnával és fekete és vörös mangroveerdeivel. Ez utóbbi a sziget egyik nemzeti parkja. A másik Cerro El Copey, Margarita második legmagasabb hegye (890 m), amely nevét a *copey* virágról (*Clusia rosea*) kapta. E magas fa kicsiny gyümölcse mérgező.

A 68 km hosszú és 35 km széles sziget szerkezetileg az Andok két kiemelkedő rögéből áll, s e képződmény két része igen eltérő. Nyugati fele (Macanao-félsziget) száraz és ritkán lakott, míg keleti fele (Paraguachoa, jelentése: halban gazdag hely) csapadékosabb, termékenyebb és sűrűn lakott. A nyugati felét felépítő hegyvonulat kelet-nyugat irányú, legmagasabb pontja a Macanao csúcs (760 m), míg nyugati felén észak-dél irányú (San Juan vagy Cerro Grande, 930 m). A félszáraz trópusi klímán az átlaghőmérséklet 27,6 °C, s csak decemberben és janu-



Juan Griego városa

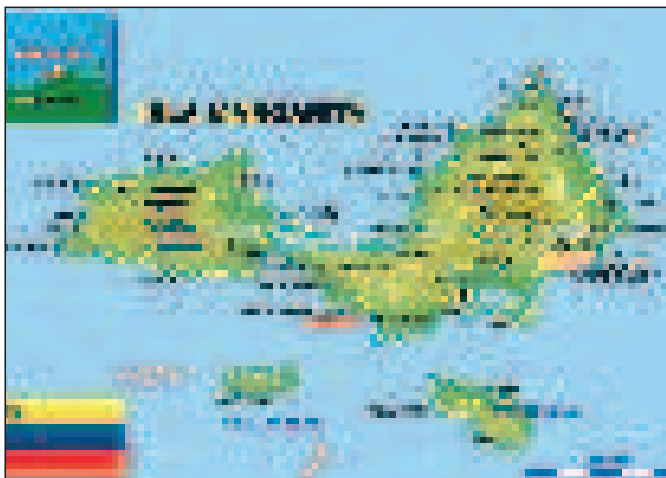
árban esik némi csapadék (537 mm) igen eltérő földrajzi megoszlással. A magassággal nő az erdős fedettség. Partvidékén csak a szárazságtűrő növényzet él meg. A szárazság gátolta Margarita benépesítését, ezért sokáig „használatlan” szigetként tartották nyilván. Az ivóvizet *jagüeyek*ből (kút, forrás) nyerték, de úgy tűnik, hogy az európaiak érkezése előtt az indiánok, amikor ellátogattak Margaritára, jobb vizet hoztak magukkal a kontinensről. Közelsége miatt állandó kapcsolatban volt a szárazfölddel. 1520-ban csak kevés bennszülött lakta és néhány keresztény. A kontinensen élő arawakok között 12 éven át élt egy megkeresztelt mór, akinek nevét nem ismerjük, s aki –

nem tudni miért – indiánjaival 1544-ben megjelent a szigeten és elmesélte történetét. A fáma szerint ettől kezdve barátságos viszony alakult ki az arawakok – akik eddig nem is merészkedtek a szigetre – és az ott élő guaiqueriek között.

Ma a Margarita-, Cubagua- és Coche-szigetek alkotta Nueva Esparta Állam (1150 km², 667 ezer lakos) fő szigete, melynek székhelye La Asunción (25 ezer lakos), az ország második legrégebbi alapítású városa (1524), mely Marcelo de Villalobos nevéhez fűződik. A sziget partvidékétől távolabb, a jobban védhető Santa Lucía völgyben épült. XVI. századi katedrálisa máig őrzi történelmi múltját. Margarita felfedezése óta nagy híre van igazgyöngyének.

A XVI. századtól kezdve egymást érik a szerencsét próbálók, akik indiánokkal hozták fel a tenger értékes kincsét. A gyakori merülésre kényszerített bennszülöttek közül sokan meghaltak, ezért rendszeresen pótolni kellett őket. Az igazgyöngy olyan értékes volt, hogy 1590 körül a helyi kormányzó rendeletére egy ideig pénzként kellett elfogadni. A szigetlakóknak gyakorta kellett megküzdeniük a kincsre éhes holland (1662), francia és angol (1576) kalózzal, akik óriási károkat okoztak. Ezért hozták létre a sziget erőrendszereit.

1561. július 20-án érkezett a szigetre Lope de Aguirre, aki elfoglalta és kifosztotta Margaritát, s a spanyol kormányzót, Juan de Villandrandot elfogta és embereivel együtt kivégeztette. A nőket sem kímélte. Amikor Francisco Fajardo, egy helyi mesztic – Isabel törzsfőnök fia, Charaima kacika unokája – 60 indián íjász élén a szigetre érkezett, hogy elfogja a gyilkost, Lope de Aguirre még saját lányát is megölte, hogy ne nevezzék az „áruló lányának” és 40 napi ámokfutása után elmenekült Margaritáról. Több könyv, történelmi regény is foglalkozik vele, a spanyol hódítás első évtizedeinek hírhedt





San Carlos de Borromeo erődje

alakjával: hol a spanyol-amerikai függetlenség előharcosaként szerepel, mint aki először tett kísérletet arra, hogy elszakítsa e területet az anyaországtól, hol pedig rettegett kincskeresőként, zsarnokként, gyarmatosítóként. Simón Bolívar, a spanyol-amerikai függetlenség diadalra vivője szőlt elsőként megbecsüléssel róla. (Magyarul Miguel Otero Silva regénye – Lope de Aguirre, a szabadság hercege – állít emléket neki, Magvető, 1984.)

Simón Bolívar Los Cayos nevű, 250 fős expedíciós seregével, amit a haiti elnök, Pétiön segítségével szervezett, 1816 áprilisában érkezett Haitiról Margaritára. A függetlenségi háborúban a guayana-i régió után a sziget szabadult fel másodikként (1810) a spanyol uralom alól.

A szigetlakók keleten, kis földjeiken (*conuco*) önellátásra rendezkedtek be (kukorica, paprika, paradicsom, ananász, guava, savanyú vagy tüskés

annóna (*Annona muricata*), édes annóna (cukoralma, *Annona squamosa*). Nyugaton agávéből (*cocuy*) kötelet fontak (*cocuiza*). Az állattenyésztés soha sem volt jelentős, mivel a tenger alatti vízvezeték kiépítéséig (1980) állandó vízhiány volt. Kecskét, sertést, szárnyasokat tartottak, de főképp halásztak. Sókertből is alig maradt a szigeten. Ma már csak kevés gyöngyöt halásznak állami felügyelet mellett a túlhalászás elkerüléseért, melynek központja Porlamar. Ez egyben kereskedelmi „fővárosa” is, közkedvelt üdülőhely. Francisco de Villacorta spanyol misszionárius, a helyi indiánok védelmezője alapította Pueblo de la Mar néven. A helyi indiánok leszármazottai azt állítják, hogy elődeik nyelve a guaraúno volt, de már az 1800-as évek eleje óta egyetlen indián sincs a törzsből, aki beszélné. Az 50 ezer lakosú Pampatar, ugyancsak fontos bennszülött

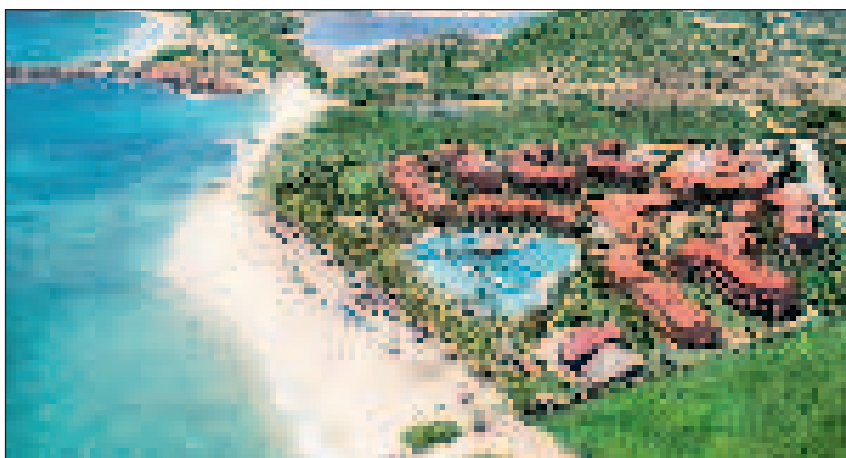
A La Galera erőd



település volt, melynek jelentése nyelvükön *mampatate*, azaz az „én lakhelyem”. Margarita ipara jelentéktelen (halkonzerv, sombrero, cipő, halászhajó-építés).

A legnagyobb lökést a kontinensről érkező víz jelentette. A krónikus vízhiány már kevésbé korlátozta a mezőgazdaság terjeszkedését, a turizmus fejlődését, ami jelentős bevándorláshoz vezetett. 1970-től fellendült a turizmus, melyre az 1975-ben az egész szigetre kiterjesztett vámmentes övezet, szabad kikötői státusz jótékony hatással volt. Nueva Esparta Állam lakossága az 1971-es 118 ezer lakosról 1991-re 300 ezer főre nőtt. A gyors és kontrollálatlan fejlődéssel nem tudott lépést tartani a csatornázás és a környezetvédelem, ezért egy 1987-ben elfogadott törvény szabályozza a területfejlesztést. A sziget fő bevételi forrása a turizmusból származik. Luxus szállodák, idegenforgalmi központok épültek, lovas túrák és vízi sportok kedvelői keresik fel. Venezuela legismertebb turisztikai központja közel évi 3 millió turistát fogad. Puerto la Mar lett a nagy óceánjárók kikötője, El Cercadoban készül híres kerámiájuk indián technológiával. Margarita lakói igen vegyes képet mutatnak. Vanak itt meszticek és mulattok, feketék és fehérek, s nagy külföldi kolónia él itt: kanári-szigetiek, spanyolok, olaszok, németek, dél-amerikaiak, kínaiak. Színes világ, épp olyan, mint maga a sziget, régi erődökkel, koloniális építészet remekeivel, csodálatos tengerpartjaival, természeti szépségeivel. A helyiek szerint az utóbbi évtizedek jólétéért – az évszázadokon át tartó szűkösség után – a sziget védőszentjének, Virgen del Vallenen hála, aki vonzza a zarándokokat.

A turistákat ilyen és hasonló üdülőtelepek várják

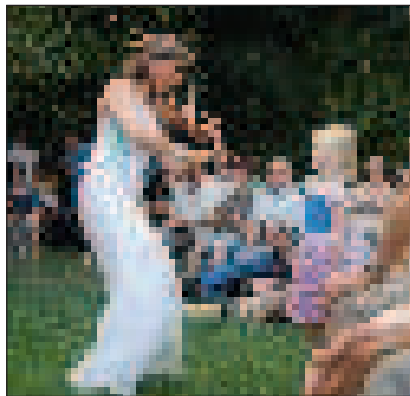


KÉRI ANDRÁS

Muzsikál az erdő

Egy zenélő mozgalom a természetvédelem jegyében

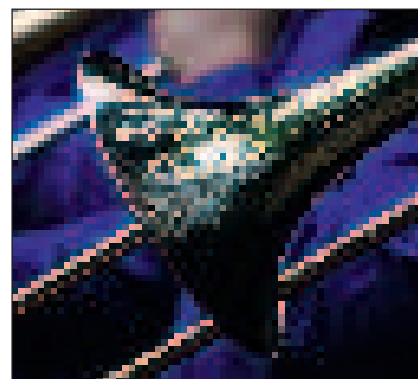
Egyáltalán nem példa nélkül való, hogy az emberi képzelet az erdőt és a zenét, a muzsikálást összekapcsolja. Ha azonban egy költő alkotta metaforával azt mondjuk, hogy „muzsikál az erdő”, biztos, hogy először az erdő hangjaira gondolunk. Am ugyanezen hangok zeneisége ihlető forrása is lehet az igazi „erdő zenék”-nek, amelyekben a szélzúgás, a zápor, az ágak nyiszorgása, recsenése, koppanása és az állathangok, elsősorban a madarak éneke valóságos zenévé lényegül át. Azt, hogy e természettől fogant zeneművek erdőben is előadhatók, és akkor már csakugyan muzsikál az erdő, alighanem egy fiatal erdész találta ki. Azért gondolom, hogy fiatal, mert az idősebb generáció már



Ilényi Katica minden korosztályt elbűvöl

barlangokat és hegytetőket is felfedezte a muzsikálás lehetséges helyszíneként. E meglepő előadóhelyek közé sorolható az erdőben történő muzsikálás ötlete is.

Aki először találkozik e lehetőséggel, megkérdezi, hogy miért. Miért is? Válaszoljon erre a már 12 éve létező kulturális mozgalom, a *Muzsikál az erdő* vezetője, Szabó Lajos erdómémnök: „...felgyorsult világunkban nap mint nap érezzük a lélek és a természet pusztítását. Az aggasztó társadalmi-természeti folyamatokat egyre többen próbálják megállítani. Művészek küzdenek a lelki sivárság ellen, az erdészek, természetvédők az erdők, a természet megőrzéséért. Most létrejött egy összefogás a művészek, erdészek és az ország kulturális életét, illetve az erdőt féltő és fel-
Évről évre egyre többen csatlakoznak a Muzsikál az erdő mozgalomhoz



A mozgalom ikonikus jelképe

ritkán elfogulatlan. Márpedig jómagam is azt tanultam tőlük, az idősebbektől, hogy az erdőben zajogni nem illik, sőt még pisszenni sem szabad. No, persze a puskalövés más, de a pukkanás zenéjét inkább az írók magasztalták, a zeneszerzők sokkal kevésbé.

Ha a zenetörténet segítségével visszatekintünk a távolabbi időkbe, számos példáját találjuk a természetben való zenélésnek. Mindenekelőtt az éneklésnek, ami kivétel nélkül minden nép körében előfordul valamilyen formában. Az éneklés „hangszere” jobban védhető az időjárás hatásaitól, mint az emberkéz-készítette instrumentumok. De a nyár, ami különösképp a mediterrán világban hosszúra nyúlik, szóval a nyár a szabadban történő muzsikálásra is ösztönzőleg hatott. Az antik világ majd elfelejtett szabadtéri zenélését jóval később a reneszánsz-barokk időszak újította meg: divatba jöttek a folyókon, tavakon eljátszott vízi-zenék, a zenés vadászatok, a csillagos ég alatti operaelőadások, és sajnos még a gyakori háborúskodás se ment harsány harci zenék nélkül. A huszadik század már a

emelni akaró emberek között. A cél egy olyan aktív szabadidőeltöltési alternatíva megteremtése, mely kötődik mind a zenéhez, mind az erdőhöz... A résztvevők közelebb kerülnek a művészetekhez és az erdőhöz egyaránt. A zene segít a környezetkultúra terjesztésében, az erdő pedig abban, hogy a művészetek valóságban megérintsék az embereket.”

Azt, hogy e kivételesen szép gondolat nem maradt pusztába kiáltott szó, a 12 éve létező mozgalom, a sok ezer résztvevő és jó tucatnyi helyszín bizonyítja. Az eleinte csak a Mátra erdeihez kötött elképzelés helyi kiterjedésből immár országossá vált, elérte a nagykorúság határát. Egyre több erdész, természetvédő, műfaji sokféleséget képviselő zenekar, iskola és kulturális intézmény, magánszemély és szervezet teszi magáévá az alapvető elképzelést, és szervezi meg a saját körzetében a rendezvényeket. Ezt bizonyítandó elég, ha csak az idei eseményekről ejtünk néhány szót.

A gondolat bölcsőjében, vagyis a Mátrában, a nyár közepén Bányterenyén, Szentkúton, Szurdokpüspökiben, Gyöngyöstarjánban, Mátrakeresztesen, Kékestetőn, Galyatetőn, a Gyöngyösolymos melletti Szalajka-tisztacon, sőt a közeli Ipolytarnócon is zajlottak a rendezvények. A Bükkben (Lillafüred körzetében) augusztusban, a Körösök völgyében (Gyulán) pedig az Erdők Hete nyitórendezvényeként szeptember 26–27-én. Még a sokféle helyszínhez képest is sokkal változatosabb volt az a program, amit a maroknyi „hivatásos” és nagyszámú önkéntes az érdeklődőknek kínált. Lássunk csak néhány véletlenszerűen kiragadott példát!

A mozgalom alap gondolatához híven, a zenei és zenetörténeti előadások bőségében szerepelt például: Agócs Gergely néprajzkutató, Ittész Mihály zenetörténész, a Cantus Corvinus Vegyeskar, a Székely Mihály Kórus, Jászberény Jubilate Kórus, Salgótarjáni Szimfonikus Zenekar, Pál István Szalonna és bandája, Palya Bea és Szokolay Dongó Balázs, a „Virtuózok” nyertesei, és „erdei koncertek” a 200 éves bükkfák árnyékában, a Delelő kútnál, a Borókás árokban, a Békás tónál, az ország tetején stb.

Nem hiányoztak az olyan ismeretterjesztő előadások, bemutatók sem, mint a „Válogatott erdei gubacságok” (Csóka György), „A fenntarthatóság megjelenése az organikus építészetben”, illetve „Az organikus



építéset közösségépítő szerepe” (Turi Attila), vagy a „Miocén erdő ösvilági lényekkel” (Bartha Dénes).

A gyermekprogramokat többek között bábelőadások, gyermekrajzpályázat, illetve kiállítás színesítette, a sporteseményeket pedig teljesítménytúrák és tájfutó versenyek tették emlékezetessé.



Minden erdei séta kitűnő alkalom az ismeretterjesztésre

A sok ezer résztvevő másirányú érdeklődését többek között környezettudatos divatbemutató, régészeti séta, fafaragó manu-faktúra meglátogatása, néptáncbemutatók, színjátékok előadása és különféle pályázatok eredményhirdetése elégítette ki.

Mindezekből látható, hogy a programok a kitűzött célnak teljességgel megfelelnek. Nem véletlen tehát, hogy tömegeket vonzanak. Szembetűnő és példaadó a tapasztalt jelenség, hogy a tömegrendezvényeken ilyenkor szokásos taposás-rombolás a jól kiválasztott helyszínek miatt minimális, a hulladékot gondosan összegyűjtik, a technikai berendezéseket leszerelik és a rendezvény végén mindent elszállítanak. Mindezt önkéntesek közreműködésével. Megvalósulni látszik tehát az a nemzetközi méretekben jelentkező óhaj és igény, hogy az emberek újra közeledjenek a természethez, ismerjék meg azt, és megtartójuknak, ne pedig kiszolgálójuknak tartsák.

Nagyon ide illelenek a nemrég elhunyt hírneves csimpánzkutató és természetvédő Teleki Géza végrendeletszerepű szavai is: „...a televízióban, írásokban mindig azal végzik, hogy van még remény, van még idő. Ugyhogy, aki megnéz egy ilyen műsort, a végén arra jut, hogy ezzel nem kell túl sokat törődjek, valaki úgymint megoldja a dolgokat. (Ezeknél) Sokkal jobb valahogy kihozni az érzést. Igazi kötelességgé tenni...” (Hulej Emese: Egy Teleki gróf Afrikában; Helikon Kiadó, 2014)

A zene, a legemberibb intellektuális tevékenység ebben, vagyis az érzés feltámasztásában egészen biztosan segít. Hiszen a rendezvények jövőre is folytatódnak.

SZILI ISTVÁN

Hasznot hoz-e az alapkutatás?

Sokat vitatott kérdés, hogy érdemes-e olyan kutatásokat támogatni, amelyek nem hoznak közvetlen hasznot, más szóval rövid távon nem térül meg a befektetett támogatás. Az alapkutatás hasznát a legfrappánsabban Lovas István akadémikus, néhai kiváló magfizikus fogalmazta meg: „Az alapkutatással foglalkozó, az árbockosárban ülő matrózhoz hasonlít, aki kiált, ha föld vagy jéghegy jelenik meg a látóhatáron. Ha leparancsolják az evezőhöz, a hajó bizonyára gyorsabban halad. Csak azt nem tudni, hogy merre.”

Rengeteg konkrét példát lehet megemlíteni ezzel kapcsolatban, sok közülük szinte sci-fi-be illő. A legérdekesebb ezek közül: érdemes-e földönkívüli élet nyomait kutatni? Stephen Hawking, a neves brit elméleti fizikus ezzel kapcsolatos véleménye: „Valahol a világegyetemben létezhet intelligens élet, érzékelhetik a fényeinket, tudhatják, mit jelentenek ezek. De az is előfordulhat, hogy jeleink egy élettelen űrben utaznak. Nincs fontosabb kérdés, mint az, hogy létezik-e élet másutt is az Univerzumban. Élünk. Intelligensek vagyunk. Tudnunk kell a választ!”

Léteznek persze kevésbé fantasztikus projektek is, mint például a termonukleáris fúzió mint energiaforrás kutatása. A *New Scientist* folyóirat érdekes cikket közölt ezzel kapcsolatban. Mint ismeretes, a világ legnagyobb fúziós berendezése, a franciaországi Cadarache-ban építés alatt álló ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) feladata lenne a magfúzióban rejlő energia kiaknázása.

ITER, Cadarache, Franciaország

A jelek szerint azonban nem valószínű, hogy 2030 előtt több energiát fog termelni, mint amennyit betápláltak. Az ITER már eddig is



ITER, Cadarache, Franciaország

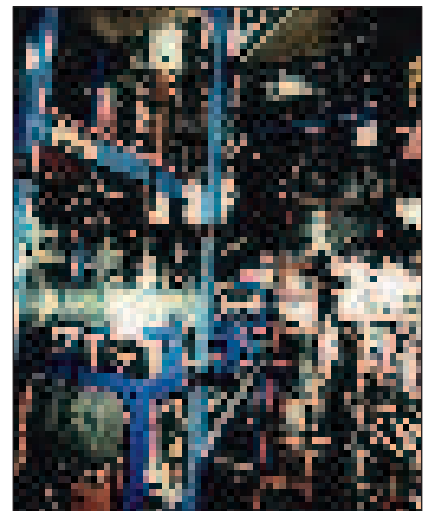
háromszor annyiba került, mint tervezték, és az átadás időpontja 2016-ról 2019-re tolódott el, az első plazmakísérletek csak a következő évben kezdődhetnek. A nemzetközi kutatógárda, melynek tagjai közül sokan már egy

évtizede dolgoznak együtt, csak ekkor foghat hozzá egy új létesítmény építéséhez, amely folyamatosan fog energiát termelni – előfutáraként annak, ami a század végére kereskedelmi magfúziós berendezésként szolgál.

Az ITER nemzetközi együttműködés résztvevője Kína is az Európai Unió és az Egyesült Államok mellett. Úgy tűnik azonban, hogy Kína elégedetlen a dolgok mostani állásával, ezért saját befektetésekbe kezdett saját fúziós reaktorának (*China Fusion Engineering Test Reactor*) a létrehozására, ami nagyobb lesz mint az ITER, és 2030-ra fejeződik be az építése.

A tokamak belseje

Több együttműködő partner feltette a kérdést: folytassák-e az együttműködést Kínával, vagy zárják ki abból. Az Egyesült Királyság azonban úgy döntött, hogy folytatják, mivel a kizárás csak néhány hónappal lassítaná le a kínaiak saját projektjét!



A tokamak belseje

Milyen tanulság vonható le az eseményekből? Az biztos, hogy Kína igazán vállalkozó szellemű és hosszú távra tervező kutatási tevékenységét – következőképpen nemcsak pénze, hanem esze is van! A vállalkozó szellemet mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy Budapesten sokkal több kínai étterem van, mint magyar étterem Pekingben vagy Sanghajban. Könnyen lehet, hogy az okos kínaiak tudnak magyarul is, és ismerik Lovas István akadémikus bölcs mondását!

BENCZE GYULA



(2015. szeptember)

A FÖLD IDEIGLENES HOLDJAI

A bolygóközi térben időnként a közelünkbe kerülnek apróbb-nagyobb, a Nap körül keringő égitestek. Ezekre elsősorban a Földet fenyegető veszélyforrásként, úgynevezett földközeli objektumokként (NEO, Near Earth Objects), illetve ezek elszaporodása miatt azon belül potenciálisan veszélyes aszteroidákként (PHA, potentially hazardous asteroids) gondolnak a csillagászok. Dinamikai számítások szerint a NEO-k közül egyeseket a Föld hosszabb-rövidebb időre befoghat, így azok átmenetileg gravitációsan a Földhöz kötött pályán mozoghatnak (TCO, temporarily captured orbiters, átmenetileg befogott, a Föld körül keringő testek), vagyis a Föld ideiglenes holdjaivá válhatnak.

Létezésükre először 1913-ban merült fel a gyanú, amikor a február 9-én Észak-Amerikában megfigyelt intenzív meteorhullást egy olyan égitesttel hozták kapcsolatba, amit átmenetileg befoghatott a Föld. A közelmúltban az egyetlen ilyen test a 2006 RH₂₀ jelű kis aszteroida volt. A valószínűleg 3–7 méter közötti nagyságú kisbolygó-töredéket 2006. szeptember 14-én a NEO-k keresésére specializálódott Catalina Sky Survey égboltnyitógéppel keresték fel. Égi mechanikai számítások szerint a betolakodó test körülbelül egy évig a Föld második holdjaként bolygónkhoz kötött mozgást végzett.

Ha viszont véletlenül sikerült egy ilyen testet találni, akkor továbbiak is létezhetnek, így érdemes szisztematikusan keresni a hasonló viselkedésű égitesteket. Modellszámítások szerint az ilyen vendégek átlagosan 9 és fél hónapot tölthetnek a Föld térségében, mialatt három keringést végeznek a Föld körül (bár pályáik meglehetősen kaotikus alakúak, ezért esetükben nem lehet a klasszikus égi mechanikai értelemben vett, szabályos ellipszispályán végzett keringésre gondolni). A számítások szerint csak 1%-uk csapódik be ezután a Földbe, a többi, tehát a döntő többség ennyi idő után „odébbáll”, NEO-ként folytatja Nap körüli keringését. A számítások arra is fényt derítettek, hogy a NEO-k csak ritkán válnak a Föld miniholdjaivá; ez a sors elsősorban azokra vár, amelyek a Nap–Föld rendszer valamelyik (L₁ vagy L₂) Lagrange-pontja közelében haladnak el. (A Nap–Föld

rendszer gravitációsan stabil öt Lagrange-pontja közül ez a kettő a Föld Nap felé eső, illetve azzal átellenes oldalán, bolygónktól mintegy 1,5 millió km-re helyezkedik el. A másik három Lagrange-pont témánk szempontjából érdektelen.) Az átlagosan a Földhöz képest több tíz km/s sebességgel száguldó NEO-k közül csak az extrém lassúaknak, az 1–2 km/s relatív sebességűeknek van esélyük a befogódásra. Mikael Granvik (Helsinki Egyetem) dinamikai számításai szerint adott időpontban a Föld körülbelül 100 darab, legalább 20 centiméteres, egy tucat legalább 0,5 méteres és 1–2, legalább 1 méteres miniholdat tarthat befogva (az idő múlásával az állomány cserélődik, a távozók helyébe újabbak érkeznek, de az átlagos létszám nagyjából változatlan marad). A 2006 RH₂₀-hoz hasonló, kb. 3 méteres test átmeneti befogására évtizedenként, legalább 100 m átmérőjű test befogására pedig 100 000 évenként egyszer kerülhet sor.

Földközelségük és alacsony relatív sebességük miatt az átmenetileg befogott testek jó célpontot kínálhatnak arra, hogy üreszközökkel megközelítsük és alapos vizsgálat tárgyává tegyük, akár anyagmintát hozzunk belőlük a Földre. Egy üreszköz elkészítése azonban hosszabb időt vesz igénybe, mint ameddig az átmeneti holdak környezetünkben tartózkodnak, ezért a kutatók arra gondolnak, hogy egy alkalmas űrszonda a Föld körüli geoszinkron pályán „lesben állhatna”, majd az alkalmas „vendég” érkezésekor azt rövid idő alatt megközelíthetné. Az Egyesült Államokban a jövő évtizedre terveznek egy kisbolygót megközelítő űrküldetést, egyelőre azonban nincs szó arról, hogy annak célpontja egy átmeneti minihold lehetne. A kutatók azonban azzal is megelégednének, ha találnának egy olyan miniholdat, amelyik biztosan becsapódik a Földbe, így a kiszámított pályán érkező tüzgömböt alaposan meg lehetne figyelni, spektroszkópiai észlelésekből az összetételére is következtetni lehetne.

Első lépésként inkább megfigyelésekkel kellene igazolni, hogy az apró testek tényleg annyian vannak-e a Föld térségében, amennyit a modellszámítások jeleznek. A kutatók remélik, hogy a teljes égbolton néhány naponként átvizsgáló, már épülő nagy szinoptikus távcső (LSST) akár havonta egyet is felfedezhet közülük. Mások azt szeretnék, ha keresésükre csak ezt a célt szolgáló űrtávcső készülhetne. Az is felmerült, hogy a Nemzeti Felderítési Hivatal által 2013-ban a NASA-nak átadott két, 2,4 méteres távcső egyikét erre a célra állítanák be. A miniholdakkal foglalkozó kutatók egyike, Robert Jedicke (Hawaii Egyetem) már észlelési időt igényelt a 8,2

méter átmérőjű japán Subaru távcsőre. Várakozása szerint, ha egy teljes éjszakán keresztül észlelhetné, akkor 40% esélye lenne, hogy máris felfedez egy miniholdat. Ha néhány hónap alatt egyenletesen elosztva öt teljes éjszakát végigészlelhetné, akkor az esély 90%-ra nőne. Az ekkora őriástávcsövekre azonban nem könnyű ilyen sok észlelési időt szerezni.



(2015. szeptember 1.)

ÚJ FOLYAMI DELFIN A PANAMAI MIOCÉN BŐL

Jelenleg mindössze hat folyamidelfin-fajt ismerünk Dél-Amerika és Ázsia iszapos folyó-vizeiben. Az amazonasi és aragui folyami delfin (*Inia geoffrensis* és *I. araguaiaensis*) és a sósvízi folyami delfin (*Pontoporia blainvillei*) Dél-Amerikában, míg a gangeszi és az indusi folyami delfin (*Platanista gangetica* és *P. minor*) Dél-Ázsiában él. A kínai folyami delfin (*Lipotes vexillifer*) mára valószínűleg kihalt. Az utóbbit kritikusan veszélyeztetett fajnak tekintették, miután 2003-ban kevesebb, mint 50 felnőt példányát tudták összeszámolni, amelyek mindegyike néhány száz kilométeren belül élt, egyetlen folyó, a Jangce vízében. A folyami delfinek kistermetűek, lassan úsznak, és ritkábban ugrálnak ki a vízből, mint tengeri rokonaik. Apró szemekkel rosszul látnak, a zavaros vizekben inkább a fejlett radarérzékelős rendszerük révén tájékozódnak (echolokáció). Hajlékony nyakuk és hosszú, fogakkal teli pófájuk segítségével kapják el a gyorsan cikázó prédaállatokat.

Korábban azt gondolták, hogy ezek egyetlen csoportot alkotnak, mára azonban kiderült, hogy három különböző evolúciós vonalat képviselnek, amelyek egymástól függetlenül foglalták el az édesvízi környezeteket a tengerből kiindulva. Az ázsiai folyami delfinek ősmaradvány-anyaga igen szegényes, a dél-amerikai rokonaiknak (Inioidea) azonban eléggé jó a fosszilis anyaga. Édesvízi fajok maradványait ismerjük számos dél-amerikai lelőhelyről, míg az idősebb tengeri fajok Dél-Amerikából, Észak-Amerikából és Európából egyaránt előkerültek.

Egy népes kutatócsoport a Smithsonian Intézet irányításával a dél-amerikai folyami delfinek új fosszilis fajtát írta le Panama karib-tengeri partjáról. A késő-miocén korú Chagres Formációban talált új faj az *Isthminia panamensis* nevet kapta, jelez-

ve, hogy mennyire hasonlít a Panamán („Panama Isthmus”) talált faj a ma élő *Inia geoffrensis* fajra. Az 5,8–6,1 millió éves fajt majdnem teljes koponya, alsó állkapocs, töredékes jobb oldali lapocka, és pár csuklócsont alapján írták le. Az I. panamensis a becslések szerint 285 cm hosszú volt, ami a csoporton belül elég nagynak számít, bár nem ez a legnagyobb ismert faj. A koponyához képest rendkívül hosszú orra volt, ami jellemző az amazonasi folyamidelfin-félékre. A felső állkapocsban mindkét oldalon 15 fog, míg az alsó állkapocsban mindkét oldalon 18 fog helyezkedett el. A fogak egy része egyenes és rágásnyomoktól mentes, míg a szemfogak és az előzáfogak enyhén hátrafelé ívelődtek és némelyikük kopás nyomait mutatja. A fogakkal teli hosszú állkapcsok tökéletesen alkalmazkodtak a halak elkapására.

Az *Isthminia panamensis* számos olyan morfológiai tulajdonságot mutat, ami jobban megfelel a tengeri életmódnak, mint az édesvízinek. Az egyéb ősmaradványok és az üledékföldtani jelek is arra utalnak, hogy a Chagres Formáció nyíltvízi tengeri környezetben rakódott le, nem pedig folyóvízben, vagy esztuáriumi környezet képződött. A fosszilis és a ma élő delfinnekkel összehasonlítva azonban kiderült, hogy tengeri élőhelye ellenére a legközelebbi élő rokona a mai amazonasi folyami delfin. Úgy tűnik, valamikor az Isthminia kihalása után a leszármazottaik áttértek a folyóvízi életmódra az Amazonas-medencében. Számos egyéb amazonasi édesvízi fajnak ismertek a tengeri ősei (pl. lamantin, teknősök, rájak esetében). Az amazonasi folyami delfin tengeri őseiről azonban eddig keveset lehetett tudni.

A tengeri Inoidák jól ismertek az ősmaradvány-anyagban, és ezek többségéről azt gondolták, hogy még az édesvízi környezetek meghódítása előtt éltek, vagy a csoport azon tagjaiból alakultak ki, amelyek még az invázió előtt elváltak a folyami delfinektől. Az I. panamensis közelebbi rokonságban van az amazonasi folyami delfinnel (*Inia geoffrensis*), mint a másik dél-amerikai fajjal, a sósvízi folyami delfinnel (*P. blainvillei*). Ez az egész csoport történetére hatással lehet, mivel arra utal, hogy az *I. geoffrensis* és a *P. blainvillei* ősei egymástól függetlenül hódították meg az édesvízi környezeteket, vagy pedig az *I. panamensis* ősei tengeri környezetből édesvízi környezetre váltottak, majd később ismét visszatértek a tengerbe. Mindkét forgatókönyv gyengíti azt a nézetet, hogy az összes későbbi dél-amerikai folyami delfin ősei egyszerűen átmentek egyik környezetből a másikba. Az új leletek szerint ennél sokkal bonyolultabb története volt ennek a speciális csoportnak.



(2015. október 12.)

A FENNTARTHATÓSÁG NÖVELÉI FORGALMAT

Környezetvédők egyre inkább hangsúlyozzák a nagyvállalatok szerepét a fenntarthatóbb gazdaság megvalósítása felé vezető úton. Meggyőződésük, hogy amennyiben a vállalatok fenntarthatósághoz való hozzáállása nem változik, akkor a világ sem tud jó irányba alakulni. Szomorú tény, hogy a Föld 3000 legnagyobb vállalata 2010-ben több mint 2 billió (!) dollár értékű környezeti kárt okozott.

Egy jobb világnak olyan vállalkozásokra van szüksége, amik erejük megtartása érdekében felelősséget vállalnak mind az emberért, mind a környezetért. Mivel fokozatosan érvényesülni látszik ez a felismerés, s mert nincs olyan nagyvállalat, amely lemondana a fenntarthatóság kérdésköréről, az elmúlt években sorra jöttek létre a vállalati társadalmi felelősségvállalással foglalkozó osztályok, az úgynevezett CSR-osztályok (Corporate Social Responsibility), melyek a vállalkozások fenntarthatósági stratégiájának fejlesztésén dolgoznak és azért felelősek. 2010-ről 2011-re Amerikában több mint kétszeresére növekedett az 500 legnagyobb amerikai vállalat közül azok aránya, amelyek fenntarthatósági tevékenységeikről számoltak be.

A német BBDO reklám- és marketingügynökség felmérése szerint a legtöbb vállalkozás esetében a „társadalmi felelősségvállalás kommunikációja” jelenti a fenntarthatósági tevékenységet, a megkérdezett cégek több mint 80%-a ezt nevezte meg elsődleges célként. A vállalatok kétharmada nyilatkozott úgy, hogy szeretnének egyrészt jobban beilleszkedni a társadalmi környezetbe, másrészt a társadalom róluk alkotott képét akarják javítani. A „fenntartható gazdasági hasznót” – ami a CSR-osztályokat oly érdekessé teszi – a megkérdezettek csupán 37%-a nevezte meg elérendő célként.

A vállalatok többségénél természetes módon felvetődik a kérdés, hogy mi is tulajdonképpen a fenntartható stratégia gazdasági haszna. A Grayling PR-ügynökség 2013-ban kommunikációs szakembereket kérdezett meg arról, hogy mely vállalati területeket érint a CSR-kommunikáció. A kutatás eredménye az volt, hogy az értékesítési adatok és a részvényárfolyam szerepeltek az utolsó helyeken. A fenntarthatósági menedzsment tehát csupán csak közvetett módon van befolyással a forgalomra, ha ez egyáltalán mérhető.

Az „International Journal of Productivity and Management” szaklapban megjelent, az

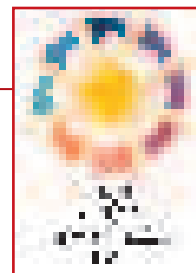
amerikai Clark Egyetem közgazdászai által írt tanulmány szerint akár negatív hatása is lehet, ha gondatlanul végzi a CSR a tevékenységét. Amely vállalat azonban ellátási láncolatában társadalmi és gazdasági kritériumokat egyaránt érvényesít, magasabb jövedelemre tehet szert. Vizsgálatukhoz a 411 leginkább környezetvédő amerikai vállalatot elemezték, amelyek 2009 óta a Newsweek magazin környezetbarát rangsorában szerepeltek. Az aktuális TOP 10-hez tartoznak elsősorban az IBM, a Dell and Intel műszaki óriások, valamint kereskedelmi vállalatok, mint például a Staples irodaszer-speciális lista. Emellett a Bloomberg és a COMPUSTAT adatbázisokból származó adatok segítségével a CSR-management és a pénzügyi siker közötti összefüggést tanulmányozták.

A vizsgálat eredménye rávilágított, hogy valóban kifizetődő a fenntarthatóság melletti elkötelezettség – ám csak akkor, ha a vállalatok átfogó szemléletet követnek. Ha egyoldalúan tulajdonitanak jelentőséget a társadalmi elkötelezettségnek vagy ellátási láncolatukban a környezeti normáknak, akkor a CSR-stratégia szinte biztosan ráfizetést eredményez. Ezen kívül a vállalatoknak türelmesnek is kell lenniük: a környezetbarát elkötelezettség pozitív hatása többnyire csak néhány év, az elemzések szerint legalább két év múlva mérhető.

A szóban forgó tanulmány szerzői az elsők, akik az ellátási láncolat managementje és a pénzügyi siker közötti összefüggést mérték, valamint ezzel egyidejűleg megkülönböztették a társadalmi és környezeti normákat. Tanulmányuk azért jelentős, mert a Newsweek rangsorolása a legfontosabb ágazatok keresztmetszetét képezi, valamint tartalmazza a vállalatok fenntarthatósággal összefüggő legújabb ötleteit.

A „Journal Business Ethics” szakmai lapban jelent meg az a tanulmány, amelyben közgazdászok a világszerte legjobban teljesítő cégek egy kisebb részének adatait vizsgálták, s hasonló eredményre jutottak: minél nagyobb hangsúlyt helyeznek a vállalatok fenntarthatósági stratégiájukra, annál nagyobb nyereségre tesznek szert. Ráadásul a fenntarthatóbb vállalatok a jobb pénzügyi eredményeiket több, néhány éves megfigyelt időszakon át meg tudták megőrizni, sőt növelni. A szerzők ebben egy jelentős kölcsönhatás érvényesülését feltételezik: aki több nyereségre tesz szert, az többet tud a fenntarthatóságba beruházni, s aki több pénzt fektet be, az több pénzt is keres.

A Kellogg School of Management amerikai közgazdasági főiskola kutatói teljesen más magyarázatot adnak erre az összefüggésre: különösen magas CSR-beruházásokat a befektetők annak jeleként értékelik, hogy egy vállalat a jövőben magas nyereségre tesz szert. Abból indultak ki, hogy csak azok a vállalatok engedhetik meg maguknak a CSR-befektetést, amelyek a jövőben maradék anyagi javakkal számolnak. A CSR-kiadások tehát inkább a növekvő nyereség jelzései, s nem okai.



KALOTÁS ZSOLT FÉNY-KÉPEI

Gyűjtőlencsék

Megszokott kép: hajnali harmat vagy eső utáni vízcseppek a levélen. Alig figyelemre méltó, ezerszer látott, vagy éppenséggel egy haiku fogalmazásra ihlető mozdulatlan esemény. Esemény, mert a mozdulatlanság csak látszat: a napsugár fénysebességgel áramlik át a vízcseppen. A megtörő fényben ott látjuk felnagyítva az egyszikű levél részletét, szállító nyalábjainak átjáró nélküli utcahalózatával, és sűrű tömbben elhelyezett sejt-lakásokkal. Az áttetsző sejtek alatt mintha felsejlenének a légzőnyílások is. A nagyítás mértéke a vízcsepptől függ: a kisebb cseppek domborúbbak, erősebben nagyítanak. Különbözik a levél és a vízcsepp nem szívelik egymást. Éppen emiatt jön létre ez az elkülönülés. Ha megmozdul a levél, a csepp legördül, széttörik, vagy másik levélen újra cseppekké alakul. Igazából legalul, a föld színén, a földben – talajban! –, szóval lenn a mélyben lenne a helye. Ha valamiért nem jut le oda, a napsugár könnyörtelenül felszippanítja a levegőbe. Hogy aztán a következő alkalommal újra vízcseppé formálódhasson...

Eclipse

Egy egész ország nézte lélegzetét visszafojtva a napfogyatkozást, és a teljes elsötétüléskor tapsban, elragadtatott kiáltásokban fejezte ki csodálatát. Furcsa, szokatlan viszonyulás egy természeti jelenséghez. Mégis érthető. Hiszen a látványt tanúként szemlélő túlnyomó többség számára ez olyannyira egyetlen egyszer előforduló esemény, akár a megszületés, vagy a halál. De még ennél is fontosabb, hogy érthető esemény. Így a rettegés, a végítélet-hangulat elmaradt. Csak a kutyák vonítottak a nappali csillagok rövid ideig tartó feljövetelekor. A sötét üveggel védett szemek és objektívek mind-mind a pillanatot várták, amikor a Fény Forrását eltakarja a holdkorong, és csak a nyughatalatlan napfelszín meggyipros kitérései jelzik, hogy szó sincs utolsó pillanatról. Mintha egy sarkítottan megvilágított nemesfém-gyűrű rubinjai csillantak volna fel. A feledhetetlennek hitt látvány emlékét azonban elmossa az idő. Jó, hogy tényszerű pontossággal mégis fel tudjuk idézni, hála a fény-képezésnek. Így érthetjük meg igazán, hogy a sötétség nem a fény hiánya, sokkal inkább a reménysége.

Fénysugarak

Talán egy kora nyári, vagy szeptembervégi délelőtt, valahol valami nagyobb víz közelében, ahol a nyárfák hajnalról hajnalra megmártóznak a friss köd kicsapódó vizében. Később, amire a Nap étvágya is megnő, a ködpázmák már hiába rejtőznek el a lombok köze. A napfény bebizonyítja kérlelhetetlen uralmát: azt tesz a párává lett vízzel, amit csak akar. Hol rémalakok szél üzte sziluettjét, hol Szent Családot, szárnyas-glóriás Angyalt, hol játszadozó állatkölyköket varázsol színpadára, kinek tetszése, meglátása szerint. Maga a varázsló, a Nap most már nem rejti el az arcát, ott ragyog a lombok mögött, takarva takaratlan, hogy az óvatlan kíváncsiskodó bele ne nézzen. Pára-játék, mi lesz veled? Délben már sehol sem talállok.

Ellenfényben

Tátott szájú óriás ragadozóhal, még az ősi időkben, az óriás-méreték korából. Teste színezüst, vibráló ragyogás, szeme, szaglónyílása fekete folt – csupa megtévesztés az egész, álcázás magasiskolája, minden félrevezetett zsákmány feneketlen bendője. Ha még megmaradt benned valami a gyermekből, aki voltál, rájössz, hogy régi ismerősöd látod újra, aki mindig éjszaka jött el hozzád, hogy aztán felzokogva anyád keble melegéből bátorságot merítsél, és nyugalmasabb álomvizekre hajózzál. És később, amikor a tengerhez is eljutottál, eszedbe jusson a végtelenségig terjedő ragyogó vizekorról a Rémmel, ami most már csak öböl és sziget, látszat-látvány, veszélytelen és mindenféle képzelethez ragaszkodó. A víz így, vergődő hullámokkal mutatja meg, mennyi fénysugárral veszi fel a küzdelmet vagy az éltető kapcsolatot. Mert a víz csak a fény által él: a fény nemzette benne az életet.

Hajnali fényben

Talán egy maradék fáslegelő öreg kocsányos tölgyeit látjuk e vérbemártott képen. Ám díszletnek is gondolhatjuk: vérgőzös tragédiához illőnek. Vagy mégsem? Egyik sem? A pirosság nem vér, nem a fák, nem az állatok, nem az emberek vére. Nem bizony, csak hajnalpír. Az alföldi korareggel, a napfelkelte pírja, közel a Tiszához, a párák forrásához. Aki még nem látott ilyet a valóságban, az semmit sem látott. Az nem éjszakázott a csillagok alatt, nem hallgatta az éjszaka hangjait, nem borzongott a hajnali derengésben és nem ámult el a legnagyobb szabadtéri színpad színe változásán. Pirosba öltözteti a fákat a Nap, és ha majd estidőben lenyugszik, maga is pirosba öltözik. Nem káprázik el a szem, mert nem hosszú, nem megunható a színvarázis: csak addig tart, amíg a dermedt álomból felébredő darázs megmelegszik, amíg az első kaszasuhintás surranása el nem hangzik. Pirosan izzó fák és éjsötét sziluettek adják tudtára a világnak az élő szén jelenlétét, lakonikus üzenetét: újra azzá válunk, amiből vétettünk.

Szivárvány

Láttál már libákat, szivárványt is, de így együtt őket – mert gyermekkori vágyad ellenére mégsem lettél libapásztor –, ilyen együttléte még sohasem. A béke jelképének már megtették az olaját csőrében tartó galambot, a boldogságot világszerzte a szivárvány hét színe remélteti, a libás szivárványban viszont még senki nem látott meg semmi jelképet. Ezért gyorsan pótolom e hiányosságot: a biztonság szigetén, a szivárvány bejáratában álldogáló nyári ludak a családi boldogságot, az összetartozást jelképezik. Azt, éppen azt, amit ez a zaklatott világban egyre nehezebben találunk, és ha megtaláltuk, még nehezebben tartjuk meg. Pedig csak egyetlen betartott elvre lenne szükség, amit a libák az életükkel élnek, tanulnak és gyakorolnak: hűség a társához, a családhoz. A libák ezt tudják és a szivárványt egyre tapasztalók is tudják ezt. Halálig hű libapárok, egymásra ügyelő családok – ugye már értitek, hogy nem véletlenül sütkérezhetnek a szivárvány kapujában?

SZILI ISTVÁN

A Természet Világa 2015. évi tartalomjegyzéke

ASZTRONAUTIKA-ASZTROFIZIKA-CSILLAGÁSZAT

BÓR JÓZSEF – HEGEDŰS TIBOR – JÄGER ZOLTÁN: Sikeres vöröslidérc-észlelések Bajáról	343. o. (8. sz.)
BOTH ELŐD: Az Orion űrhajó fejlesztése	194. o. (5. sz.)
- Hogyan változtatta meg a Hubble-űrtávcső a csillagászatot?	379. o. (8. sz.)
- Feltárt a Plútó titokzatos világa	399. o. (9. sz.)
DÁLYA GERGELY – HANYECZ OTTÓ – SZABÓ RÓBERT: Kisbolygóvadázat a Kepler-űrtávcsővel	515. o. (11. sz.)
FREY SÁNDOR: Mi várható 2015-ben az űrutatásban?	68. o. (2. sz.)
KERESZTURI ÁKOS – BRADÁK BALÁZS – ÚJVÁRI GÁBOR: Hogyan vizsgálhatnánk más égitesteket a Kárpát-medencében?	172. o. (4. sz.)
KERESZTURI ÁKOS: Nyomozás a meteoritok körül	395. o. (9. sz.)
LADÁNYI TAMÁS: Perseida meteorosó	526. o. (11. sz.)
LENTE GÁBOR: Távban egy napvitorla	392. o. (9. sz.)
SÁRNECZKY KRISZTIÁN: Űstökőjárás. Első rész	260. o. (6. sz.)
- Űstökőjárás. Második rész	311. o. (7. sz.)
SZABADOS LÁSZLÓ: 25 éve működik a Hubble-űrtávcső	181. o. (4. sz.)
ULRICH OTT – BENKŐ ZSOLT: Csillagközi por: a Naprendszer előtti világ hirmondói	156. o. (4. sz.)

Apróbb közlemények

Utazás a Plútón túra 32. o. (1. sz.); Vulkanosság nyomai a Holdon 32. o. (1. sz.); Éptül a világ legnagyobb távcsöve 32. o. (1. sz.); Új megvilágításban a víz eredete 82. o. (2. sz.); A Maven szonda első eredményei 129. o. (3. sz.); Rejtélyes óriásfelhők a Marson 176. o. (4. sz.); A csillagok kora és forgása 177. o. (4. sz.); A földi víz eredete 177. o. (4. sz.); Összeolvadni készülő fekete lyukak 226. o. (5. sz.); Az exobolygó-kutatás jövője 226. o. (5. sz.); A Dawn űrszonda a Ceresnél 287. o. (6. sz.); Por és sarki fény 319. o. (7. sz.); Találkozás a Plútóval 319. o. (7. sz.); Aszteroida manőverek 320. o. (7. sz.); A Messenger utolsó felfedezései 370. o. (8. sz.); Ha egy nagy űstökös a Napba űtközne... 416. o. (9. sz.); Különleges ötös csillagrendszer 417. o. (9. sz.); A legfényesebb szupernóva 417. o. (9. sz.); Mekkora egy szupernagy fekete lyuk? 466. o. (10. sz.); Rejtőzködő fekete lyukak 466. o. (10. sz.); A Ceres titokzatos fehér foltjai 511. o. (11. sz.); A New Horizons új célpontja 511. o. (11. sz.); Ikercsillagok egyszerűsítik a kozmikus távolságmérést 512. o. (11. sz.); Egy csillag rejtélyes elhalványodásai 561. o. (12. sz.); Csillagot széttépő fekete lyuk 561. o. (12. sz.);

Folyóiratszémék

A Neptunuszon túli világ 192. o. (4. sz.); Óriási ugrás a SETI számára 430. o. (9. sz.); A Föld ideiglenes holdjai 574. o. (12. sz.)

BIOLOGIA-BIOFIZIKA-AGRÁRTUDOMÁNY

CSABA GYÖRGY. A hízósejt, a szöveti harmonia őre	214. o. (5. sz.)
- Fényegészség – fénybetegség	290. o. (7. sz.)
ELISEU MARLONIO PEREIRA DE LUCENA – MAJOR ISTVÁN – ORIEL HERRERA BONILLA: A Caatinga ehető gyümölcsei	217. o. (5. sz.)
GÁCSEI ATTILA: Rejtőzködő gyilkosok	443. o. (10. sz.)
HOLLÓSY FERENC: Hogyan történt állataink házasítása?	141. o. (3. sz.)
- Harc a vasért	233. o. (5. sz.)
- Biológus szemmel	381. o. (8. sz.)
- Felhő alapú genomika	500. o. (11. sz.)
KALOTÁS ZSOLT: Kedves kis rágcslónk: az ürge	482. o. (11. sz.)
KORDOS LÁSZLÓ – MÉSÁROS ILDIKÓ: Krokodília	105. o. (3. sz.)
LAUKÓ ZOLTÁN – SZABAD JÁNOS: Élet a cserépdobban	209. o. (5. sz.)
MERKL OTTÓ: A bogarász, aki megoldozta a világot. Száz éve született Kaszab Zoltán (1915–1986)	563. o. (12. sz.)
MERKL OTTÓ – KELE PÉTER: Eleven lámpások az éjszakában	202. o. (5. sz.)
PISZTER GÁBOR – KERTÉSZ KRISZTIÁN – BÁLINT ZSOLT – BIRÓ LÁSZLÓ PÉTER: Matematikai pontossággal látnak a lepkék	112. o. (3. sz.)
SCHEURING ISTVÁN: Anyák, nagymamák és unokák. A menopauza evolúciója	530. o. (12. sz.)
SZABÓ MÁRTON: Léghező pókok	469. o. (10. sz.)
SZIGETI KRISZTIÁN – OSVÁTH SZABOLCS: A kinetikus képpalkotás és a röntgen forradalma	451. o. (10. sz.)
SZILI ISTVÁN: Cimképtűnk: Tündérfátyol-lebentő	360. o. (8. sz.)
TOMPA KÁLMÁN: Molekuláris mozgások fehérjékben. Első rész	302. o. (7. sz.)
- Molekuláris mozgások a fehérjékben. Második rész	356. o. (8. sz.)
TURCSÁNYI GÁBOR: A kocsiányos tölgy	169. o. (4. sz.)
- A galagonya	413. o. (9. sz.)
VASAS GIZELLA – LOCSMÁNDI CSABA: Bőségszaru, avagy a sötét trombitagomba	330. o. (7. sz.)
VENETIANER PÁL: Modem bacilusvadászok	386. o. (9. sz.)

Apróbb közlemények

Meglepetés a gombacsomagban 33. o. (1. sz.); Össztűz a szuperelőlényekre 34. o. (1. sz.); 300 millió éves színlátás 82. o. (2. sz.); A keselyűk mérgezetten szeretik 83. o. (2. sz.); Kihalt óriás kenguruk DNS-vizsgálata 128. o. (3. sz.); Kevesebbet sütkéreznek a teknősök 128. o. (3. sz.); Mentsétek meg a méheket! 176. o. (4. sz.); A kutyák felismerik arckifejezéseinket 227. o. (5. sz.); A nektár foglyai 271. o. (6. sz.); Halak interszexualitása 271. o. (6. sz.); Csontvagy férgek a paleontológusok ellen 271. o. (6. sz.); Nappali fény változása és a biológiai óra 319. o. (7. sz.); Földigiliszták és ragadozók 320. o. (7. sz.); Megtalálták a teknősök nagypapáját 369. o. (8. sz.); A madarak megméri a mogorót 369. o. (8. sz.); Az új emberi őslucyvel egy időben élt 418. o. (9. sz.); Étrendváltás Afrikában 418. o. (9. sz.); Az ázsiai macskák miatt haltak ki... 466. o. (10. sz.); A hangyák szaglása kiváló 467. o. (10. sz.); A világ legrégebbi himivarsejtei 467. o. (10. sz.); Az „első virág” nyomában 468. o. (10. sz.); Dél-Afrikában élt a legkorábbi pávián 512. o. (11. sz.); A repülő őshüllő utolsó vacsorája 512. o. (11. sz.); Új óriásvírus a szibériai permafrostban 512. o. (11. sz.); Összeomolhat az oceáni tápláléklánc 561. o. (12. sz.)

Folyóiratszémék

Állati illatok 47. o. (1. sz.); A fehér akác 143. o. (3. sz.); Krokodilok Paracelsus Amazóniában 238. o. (5. sz.); Óriás tengeri fossziliák az izeltlábuak korai evolúciójáról 287. o. (6. sz.); Kétségbe vonták az eukarióták korai megjelenését 335. o. (7. sz.); A kárium és a magnézium együttműködése 336. o. (7. sz.); A fiatalság kútja 430. o. (9. sz.); Négylábú őskigyó, vagy valami más? 480. o. (10. sz.); Az első virágos növények a vízben jelenhettek meg 527. o. (11. sz.); Új folyami delfin a panamai miocénből 574. o. (12. sz.)

FIZIKA-MATEMATIKA-INFORMATIKA-MŰSZAKI TUUDOMÁNYOK

FÜLÖP ZSOLT: Kalandos tudomány	152. o. (4. sz.)
GÁBORJÁNI SZABÓ BOTOND – LOVAS REZSŐ: Tudományos zárandoklatok a változó időben	152. o. (4. sz.)
GÖMÖRI ANDRÁS: John F. Nash (1928–2015)	388. o. (9. sz.)
GÜLYÁS LÁSZLÓ: Molekuláris ütközések dinamikája	447. o. (10. sz.)
HORVÁTH ZOLTÁN: Törpevízerőművek létesítésének lehetőségei	221. o. (5. sz.)
KERN ANIKÓ: A vegetáció megfigyelése az űrből	491. o. (11. sz.)
KIRÁLY BEÁTA: Egyensúlyban a lovon	160. o. (4. sz.)
KRASZNAHORKAY ATTILA: Hid a látható világunk és a sötét anyag között	486. o. (11. sz.)
MAKSAY GÁBOR: Jelátvitel: szimmetria és szimmetriasértés	25. o. (1. sz.)
MÉCS ANNA: Minden medve szereti a matematikát	228. o. (5. sz.)
PÉCZ BÉLA: Fiat lux	50. o. (2. sz.)
SIMONOVITS ANDRÁS: Hogyan született a nagy számok első törvénye?	274. o. (6. sz.)
SZALLER ZSUZSANNA – TICHY-RÁCS ÉVA: Ultraibolya tartományban működő nemlineáris optikai egykristályok	121. o. (3. sz.)

Apróbb közlemények

Anyag színváltozása hajlításra 271. o. (6. sz.); Világrekorder gyorsító 416. o. (9. sz.); Csemege „haszna” 513. o. (11. sz.); Fekete orrú jet 513. o. (11. sz.)

Folyóiratszémék

Lesz-e Nicaragua-csatoma? 191. o. (4. sz.)

FÖLDTUUDOMÁNYOK-METEOROLÓGIA

BABINSZKI EDIT: A Pannon-tó. Első rész	132. o. (3. sz.)
- A Pannon-tó. Második rész	324. o. (7. sz.)
- A Pannon-tó. Harmadik rész	472. o. (10. sz.)
- A „gercesei vörös márvány”	568. o. (12. sz.)
DREXLER ANDRÁS – KÉRI ANDRÁS: A havannai Barrio Chino	409. o. (9. sz.)
FÖLDESSY JÁNOS – CSÓKE BARNABÁS – GOMBKÓTI IMRE – ZAJZON NORBERT: Magyarország alig ismert stratégiai nyersanyagforrásai	125. o. (3. sz.)
GECSE ZSUZSANNA: Egy ősi lép története	457. o. (10. sz.)
GERHÁTNÉ KERÉNYI JUDIT: A műhold-meteorológia hazai története 1991-től napjainkig	57. o. (2. sz.)
HARANGI SZABOLCS: Tűzhányó-hírek. 2014. 4. negyedév	69. o. (2. sz.)
- Egy vulkánkitörés, ami megrendítette a világot	253. o. (6. sz.)
- Tűzhányó-hírek	347. o. (8. sz.)
- Tűzhányó-hírek. 2015. harmadik negyedév	544. o. (12. sz.)
KERÉNYI ATTILA: A társadalom a globális földi rendszerben	8. o. (1. sz.)
KÉRI ANDRÁS: Cozumel, a Fecekkék szigete	44. o. (1. sz.)
- A mágiikus Chiloe	278. o. (6. sz.)
- A venezuelai Margit-sziget. Isla de Margarita	570. o. (12. sz.)

KOLLÁTH KORNÉL – HORVÁTH ÁKOS – SIMON ANDRÉ – NAGY ATTILA: Mi okozta a pusztító ónos esőt?	61. o. (2. sz.)
KUGLER SZILVIA – HORVÁTH LÁSZLÓ – WEIDINGER TAMÁS: Felelős-e a légköri nitrogén a balatoni tápanyagdúsulásért?	495. o. (11. sz.)
LADÁNYI LÁSZLÓ: Sztracena – az elveszett kanyon	88. o. (2. sz.)
- Kőleány a szurdok fölött	520. o. (11. sz.)
- Legendás köveink: Istenmezeje – Noé szőlője	376. o. (8. sz.)
MARTON ANNAMÁRIA: Az El Niño tovább erősödik	516. o. (11. sz.)
MIKSA ORSOLYA: A budai hévizek	182. o. (4. sz.)
MISI DÁVID: Az évgyűrűk mint éghajlati adattárak	557. o. (12. sz.)
NÉMETH GÉZA: Az erózió művészete	432. o. (9. sz.)
- Búcsú Afrikától	438. o. (10. sz.)
PÁTKAI ZSOLT: 2014 őszének időjárása	119. o. (3. sz.)
- 2014 telének időjárása	283. o. (6. sz.)
- 2015 tavaszának időjárása	428. o. (9. sz.)
- Hőhullámok nyara. 2015 nyarának időjárása	566. o. (12. sz.)
RYBACH LÁSZLÓ: A geotermikus energia globális helyzete és kilátásai	109. o. (3. sz.)
TÁNCZER TIBOR: A műhold-meteorológia hazai története	20. o. (1. sz.)
VERES ZSOLT: Homokkő-birodalom Észak-Magyarországon	178. o. (4. sz.)
VOJNITS ANDRÁS: Houstontól Austinig. Első rész	315. o. (7. sz.)
- Houstontól Austinig. Második rész	365. o. (8. sz.)

Apróbb közlemények

Pleisztocén lelőhelyek a magasban 32. o. (1. sz.); Másutt, máskor haltak ki a masztodonok 33. o. (1. sz.); Meg nem született kicsikó Messelből 34. o. (1. sz.); Az első kételtű halgályk 34. o. (1. sz.); Macska méretű dinoszaurusz 82. o. (2. sz.); Miért borítja jég Grönlandot? 82. o. (2. sz.); Egy újabb legmelegebb év 83. o. (2. sz.); Gondoskodó őshüllők 128. o. (3. sz.); A forró víz színes csodája 128. o. (3. sz.); A kék lyuk titkai 176. o. (4. sz.); Űszárművek a triászban 225. o. (5. sz.); Hosszúnyakú kínai sárkány 225. o. (5. sz.); „Hivatalos” az El Niño 225. o. (5. sz.); Neandervölgyiek: nemek szerinti munkamegosztás 226. o. (5. sz.); Új elképzelés a mosasaurusok születéséről 271. o. (6. sz.); Egy megkerült vulkán 272. o. (6. sz.); Oregoni óshód 319. o. (7. sz.); Óriási sétáló denevérek éltek Új-Zélandon 369. o. (8. sz.); Még egy magmakamra a Yellowstone alatt 370. o. (8. sz.); 115 millió éves ősmadar Brazíliából 371. o. (8. sz.); A jura közepén robbantottak az emlősök 417. o. (9. sz.); 125 millió éves gyíkembrió 418. o. (9. sz.); A karibi borostyánkó gyíkjai 466. o. (10. sz.); Oxigénóázis 467. o. (10. sz.); Eltűnőben a színes víz 468. o. (10. sz.); Magzatok is fosszilizálódtak a messeli őslóvakban 562. o. (12. sz.); Az ausztráliai és dél-amerikai madarak közös őse 562. o. (12. sz.)

Folyóiratszempék

Felszámolták a fejtelenséget a hallucigenia körül 384. o. (8. sz.); Miért haltak ki az Ichthyosaurusok? 432. o. (9. sz.); Tíz évvel a Katrina után... 479. o. (10. sz.); Megacunami 527. o. (11. sz.); Friss szelek az Északi-tenger akvakultúrájában 528. o. (11. sz.)

KÖRNYEZET- ÉS TERMÉSZETVÉDELEM

A vörös róka – Címképünkhöz	28. o. (1. sz.)
ESTÓK PÉTER – BOLDOGH SÁNDOR ANDRÁS: Denevérek átalakuló szálláshelyei	298. o. (7. sz.)
FEHÉR DÓRA – JORDÁN FERENC: Cápák a rendszerben	455. o. (10. sz.)
GÖRFÖL TAMÁS – KEMENESI GÁBOR – JAKAB FERENC: Denevérek és vírusjárványok	242. o. (6. sz.)
KALOTÁS ZSOLT: Végveszélybe került ragadozóink, a vadmacska	135. o. (3. sz.)
- A búbosbanka	373. o. (8. sz.)
KARANCSI ZOLTÁN: A Vádi Rajan Természetvédelmi Terület	138. o. (3. sz.)
KOVÁCS GERGELY KÁROLY: Észak-mezőföldi lószmaradványok	78. o. (2. sz.)
- Észak-Mezőföld patak völgyei	462. o. (10. sz.)
NEBOJSZKI LÁSZLÓ: A bácskai Kigyós-vízfolyás	326. o. (7. sz.)
SÜMEGI PÁL: Rekvem egy lelőhelyért	73. o. (2. sz.)
- Elpusztított édesvízi bölcső	361. o. (8. sz.)
SZERÉNYI GÁBOR: Védett recéscsárnyúak	426. o. (9. sz.)
SZILI ISTVÁN: Tollas szegfű kecsgeével, tarajos gótéval	276. o. (6. sz.)
- Muzsikál az erdő. Egy zenélő mozgalom a természetvédelem jegyében	571. o. (12. sz.)

Apróbb közlemények

Mégszem volt érintetlen Amazónia 418. o. (9. sz.); Csúnyák, de jók	467. o. (10. sz.)
--	-------------------

Folyóiratszempék

Szennyelő sivatagok 431. o. (9. sz.); A fenntarthatóság növeli a forgalmat	574. o. (12. sz.)
--	-------------------

KÉMIA-BIOKÉMIA

BÁNÓCZI ZOLTÁN: Enzimgátló peptidok mint gyógyszer-molekulák	264. o. (6. sz.)
---	------------------

KELLERMAYER MIKLÓS: A mikroszkópos feloldási korlát áttörése	53. o. (2. sz.)
MÉSZÁROS ISTVÁN: Rejtőzködő gének	29. o. (1. sz.)
MEZŐ GÁBOR – ENYEDI KATA NÓRA: Egy anyag – két célpont	307. o. (7. sz.)
MOLNÁR V. ATTILA: Klimaváltozás és orchideák	40. o. (1. sz.)
SCHILLER RÓBERT: A kémia régi fénye	340. o. (8. sz.)

Folyóiratszempék

Vegyí varázsszer a korallzátonyon	191. o. (4. sz.)
-----------------------------------	------------------

ORVOSTUDOMÁNY

BÉLAFINÉ BAKÓ KATALIN: A génebesztet születése	256. o. (6. sz.)
CSABA GYÖRGY: Emberkísérletek	64. o. (2. sz.)
DUDA ERNŐ: Védőoltás vagy természetes fertőzés?	13. o. (1. sz.)
HOLLÓSY FERENC: Ki fogja vissza a segítőkét?	35. o. (1. sz.)
- Vírusokkal a baktériumok ellen	91. o. (2. sz.)
- Új célpont a cisztás fibrózis kezelésében	185. o. (4. sz.)
KITTEL ÁGNES: Felfedezték az agy helymeghatározó rendszerét	102. o. (3. sz.)
PÁLYI BERNADETT – KIS ZOLTÁN: Az Ebola-járvány	98. o. (3. sz.)
SZALKAI BALÁZS – KEREPESI CSABA – VARGA BÁLINT – GROLMUSZ VINCE: Női agy – férfi agy.	
Nemek és égyének közötti különbségek az agygráiban	535. o. (12. sz.)
SZELECSÉNYI FERENC – KOVÁCS ZOLTÁN: A nukleáris medicina új „svájci bicskaja”	553. o. (12. sz.)

Apróbb közlemények

Hogyan tartja távol szervezetünk a hivatlan betolakodókat? 82. o. (2. sz.); A trikolozán égekben rákot okoz 129. o. (3. sz.); Nem indokolt a kókorszáki gabonamentes diéta 129. o. (3. sz.); Új antibiotikum a láthatáron 176. o. (4. sz.); Inszulinfelegyver 226. o. (5. sz.); Szalmonella a rák ellen 272. o. (6. sz.); A bélrendszeri problémák természetes gyógyítása 288. o. (6. sz.); Ha hiányzik a fájdalomérzet 371. o. (8. sz.); Pestisnyomok a bronzkorból 562. o. (12. sz.)
--

Folyóiratszempék

Rossz zsír – jó zsír 47. o. (1. sz.); Kappadókia halalos falvai 48. o. (1. sz.)

TUDOMÁNYMŰVELÉS-OKTATÁS-EGYÉB

ÁGOSTON HUGÓ: Egy erdélyi dokumentumfilm: Miholcsa Gyula	285. o. (6. sz.)
Akik ebben az évben lemondtak a honoráriumukról	556. o. (12. sz.)
Az Év Ismeretterjesztő Tudósai: Venetianer Pál és Ponorí Thewrewk Aurél	189. o. (4. sz.)
BENCZE GYULA: Ahol egymás mellett él tudomány és vallás	408. o. (9. sz.)
- Tudósok és (vagy) celebek?	424. o. (9. sz.)
- Hasznat hoz-e az alaputatás?	573. o. (12. sz.)
FÜSTÖSS LÁSZLÓ: Miért lehet szeretni a <i>Brutális fizikát</i> ?	36. o. (1. sz.)
FÜZI PÉTER: Többszörösen is határmezsgyén	273. o. (6. sz.)
Gratulálunk Schiller Róbertnek, Both Elődnek és Kecskeméti Tibornak!	227. o. (5. sz.)
HOLLÓSY FERENC: Életre kel az ősi recept	332. o. (7. sz.)
KALOTÁS ZSOLT: Az Év Természetfótoása pályázatról	
a zsűri elnökének szemével	537. o. (12. sz.)
Klein György laudációja	5. o. (1. sz.)
KUBASSEK JÁNOS: Érdem az egész világ	514. o. (11. sz.)
MARTON GÉZA: Engem a fény, téged az árnyék irányít	267. o. (6. sz.)
NAGY JENŐ: Madárösök a Kárpát-medencében	402. o. (9. sz.)
ROSIVALL LÁSZLÓ: A Sømmelweis-kehely	150. o. (4. sz.)
STAAR GYULA: Elhunyt Ajtay Ferenc	372. o. (8. sz.)
- Richter Nándortól búcsúzunk	490. o. (11. sz.)
SZILI ISTVÁN: Egy kis fényeskedés	164. o. (4. sz.)
- Kalotás Zsolt fényképei	576. o. (12. sz.)
TIT Kalmár László Matematika Verseny meghirdetése	518. o. (11. sz.)
TRUPKA ZOLTÁN: Miazma,	
avagy bárcsak jobban figyeltem volna fizikaórán!	162. o. (4. sz.)
VIZI E. SZILVESZTER: Egy magyar demokrata	198. o. (5. sz.)
WANEK FERENC: Búcsú Ajtay Ferenc tanár úrtól	372. o. (8. sz.)
ZOMBORI OTTÓ – MARTON GÉZA: A Fasori Evangélikus Gimnázium napórája	259. o. (6. sz.)

Apróbb közlemények

Őslasok az óriástávcsvó ellen 272. o. (6. sz.); Stephen Sparks vulkanológus kapta a Velesen-díjat 513. o. (11. sz.);
--

Folyóiratszempék

Ha eltűnne az élet... 95. o. (2. sz.); Út a vízszintestől a függőlegesig 96. o. (2. sz.); Hamis fossziliák a piacon 95. o. (2. sz.); A teljesítménykényszer veszélyei 143. o. (3. sz.); Kiolvadt
--

történelem 238. o. (5. sz.); Társadalmi egyenlőtlenségek – mítosz és valóság 335. o. (7. sz.); Már a hároméveseknek is van igazságérzetük 383. o. (8. sz.); Gyógynövény-mandala 479. o. (10. sz.);

TUDOMÁNYTÖRTÉNET

ÁCS TIBOR: Bolyai János ismeretlen Eukleidész-könyve	211. o. (5. sz.)
DOBOS IRMA: A Hunyadi János keserűvíz feltárója és forgalmazója. Tisztelgés Saxlehner András előtt	548. o. (12. sz.)
KAPRONCZAY KÁROLY: A méz kultúrtörténete	476. o. (10. sz.)
REZSABEK NÁNDOR: A gyulafehérvári csillagásztrónomusai - Mayer-Lambert Ferenc, a gellérthegyi csillagvizsgáló igazgatója	422. o. (9. sz.) 474. o. (10. sz.)
ROSVALL LÁSZLÓ: Aki legyőzte a kórt, de nem győzte meg a kórt	146. o. (4. sz.)
TÓSZEGI ZSUZSANNA: Petzvál József és újjáteremtett objektíve	540. o. (12. sz.)

Apróbb közlemények

A csodálatos elme kigyógyult	369. o. (8. sz.)
------------------------------	------------------

OLVASÓNAPLÓ

ABONYI IVÁN: Az atombomba története (Richard Rhodes: Az atombomba története. Park Kiadó, Budapest, 2013)	522. o. (11. sz.)
CSABA GYÖRGY: Az öntörvényűség becsülete (Klein György: Üstökösök. Corvina Kiadó, 2014, Budapest)	378. o. (8. sz.)
GÁCS JÁNOS: A csodák logikája (Mérő László: A csodák logikája. Tercium Kiadó, Budapest, 2014)	46. o. (1. sz.)
KAPRONCZAY KATALIN: Kelet-Közép-Európa orvosi múltja (Kapronczay Károly: Kelet-közép-Európa orvosi múltja. Budapest, Ziegler ny. 2013)	94. o. (2. sz.)
RADNAI GYULA: Ily korban éltünk mi e földön. Kordokumentumok Lakatos Imre életrajza nyomán	17. o. (1. sz.)
- Utazás a fizikában (Joanne Baker: Fizika – 50 fogalom, amit ismerni kell. Ventus Libro Kiadó, Budapest, 2011)	237. o. (5. sz.)
SOLT GYÖRGY: Eltemetett dicsőség (Hargittai István: Eltemetett dicsőség, avagy hogyan tették a szovjet tudósok superhatalommá a Szovjetuniót. Akadémiai Kiadó, 2014. Budapest)	131. o. (3. sz.)
SZEMES BOTOND: Könyved humor után tartalmas összefoglaló	334. o. (7. sz.)
SZILI ISTVÁN: Két új könyv a Börzsönyről (A Börzsöny Múzeum Baráti Köre kiadásában: A Börzsöny erdői és vizei; Az Ipoly Erdő Zrt. Balassagyarmat (2014) kiadásában: Vadregényes erdőtáj a Börzsöny)	323. o. (7. sz.)
- Három könyv – kapcsolódó témákkal (Sacha Kempter: Fafaragás gyerekeknek. Fordította dr. Szüle Dénes, Cser Kiadó, Budapest, 2015; Jane Goodall és Gail Hudson: A remény magvai – A növények varázslatos világa. Fordította dr. Szolláth György, Libri Kiadó, 2014; Hulej Emese: Egy Teleki gróf Afrikában. Helikon kiadó, 2014)	524. o. (11. sz.)
VENETIANER PÁL: Zseniális hősök (Sean B. Carroll: Brave Genius. Crown Publishers, New York, 2013)	190. o. (4. sz.)
WIEGANDT RICHÁRD: Matematika- és fizikatörténeti érdekességek könyve (Manfred Stern: Gott sprach: Es werde Newton... Verlag Dr. Kovač, Hamburg, 2015.)	333. o. (7. sz.)

INTERJÚK

BENCZE GYULA: Egyedül három test ellen. Beszélgetés <i>Ludvig Fagyjev</i> professzorral, a modern matematikai fizika egyik megalapítójával	434. o. (10. sz.)
- Beszélgetés a Vatikáni Obszervatórium új igazgatójával	525. o. (11. sz.)
DOMBI MARGIT: „Csodafegyver” a rák ellen. Beszélgetés <i>Halmos Gábor</i> professzorral	130. o. (3. sz.)
- Immunválasszal a rák ellen. Beszélgetés <i>Szöllösi János</i> egyetemi tanárral	281. o. (6. sz.)
- Újracsomagolják az MRI kontrasztanyagát. Beszélgetés <i>Tóth Imre</i> professzorral	420. o. (9. sz.)
FARKAS CSABA: A szorongás. Beszélgetés <i>Graef Anikó</i> pszichiáterrel	84. o. (2. sz.)
- Visszér és tüdőembólia. Beszélgetés <i>Sipka Róbert</i> klinikai főorvossal	230. o. (5. sz.)
- Hirtelen szívhálál. Beszélgetés <i>Varró András</i> farmakológus professzorral	321. o. (7. sz.)
- A halak és a fény. Beszélgetés <i>Juhász Lajos</i> tanszékvezetővel	405. o. (9. sz.)
- Mit veszünk a szívünkre? Beszélgetés <i>Rafael Beatrix</i> pszichológussal	509. o. (11. sz.)
HOLLÓSY FERENC: A körök bezárulnak. Beszélgetés <i>Klein György</i> professzorral	2. o. (1. sz.)
JANKÓ FERENC: Hogyan került előtérbe a klímátügy? Beszélgetés <i>Czelnai Rudolf</i> akadémikussal	294. o. (7. sz.)
KAPITÁNY KATALIN: Miért dobog a szívem? Beszélgetés <i>Szabad János</i> professzorral	206. o. (5. sz.)
KITTEL ÁGNES: A talamusz titkai. Beszélgetés <i>Acscsády László</i> professzorral	338. o. (8. sz.)
- Közkincsé teszik a tudományt. 25 éves a Tudományos Újságírók Klubja. Beszélgetés <i>Vizi E. Szilveszterrel, Freund Tamással, Falus András</i> sal,	
<i>Patkós András</i> sal és <i>Dierr János</i> sal	505. o. (11. sz.)
LUKÁCSI BÉLA: Lenyűgöz a Világegyetem.	

Beszélgetés <i>Fényes Lóránd</i> asztrofotóssal	42. o. (1. sz.)
- Múmiavilág. Beszélgetés <i>Pap Ildikó</i> antropológussal, a Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tárának igazgatójával	116. o. (3. sz.)
- Csak borult ég ne legyen! Beszélgetés <i>Éder Iván</i> asztrofotóssal	167. o. (4. sz.)
- Kiváncsiság és alázat a kórokozók iránt. Beszélgetés <i>Pályi Bernadettel</i> és <i>Kis Zoltánnal</i> , a Nemzeti Biztonsági Laboratórium munkatársával	352. o. (8. sz.)
REZSABEK NÁNDOR: Hungarian Meteorite Man. Beszélgetés <i>Nádai Lászlóval</i>	186. o. (4. sz.)
STAAR GYULA: Tüzzel-vízzel fizika! Beszélgetés <i>Härtlein Károlyval</i>	38. o. (1. sz.)
- A matematikus is lehet sokszínű. Beszélgetés <i>Katona Gyula</i> akadémikussal, a Bolyai János Matematikai Társulat elnökével	246. o. (6. sz.)
TRUPKA ZOLTÁN: A szilárdtestfizika rejtelmiei. Beszélgetés a Marie Curie-ösztöndíjas <i>Kiss Annamária</i> fizikussal	86. o. (2. sz.)
- Kalandozás a zene, a kalandjátékok és a tudomány világában. Beszélgetés <i>Pierrot</i> zeneszerző forgatókönyvíróval	470. o. (10. sz.)

ORVOSSZEMMEL – MATOS LAJOS ROVATA

Dohányzási statisztikák	24. o. (1. sz.)
Tényleg véd a bukósisak!	24. o. (1. sz.)
Fogyás étcsokival?	94. o. (2. sz.)
Nemi hormonok és hirtelen szívhalál	94. o. (2. sz.)
Rossz házasságban szívbjait kaphatunk	142. o. (3. sz.)
A magnézium és az egészség	142. o. (3. sz.)
A cukrozott itoldítalok öregbítik a sejteket	188. o. (4. sz.)
Egészségügyi drónok	188. o. (4. sz.)
A D-vitamin nem jó vérnyomáscsökkenető	234. o. (5. sz.)
Sok szonthéjas – hosszabb élet	380. o. (8. sz.)
Testsúlycsökkentő műtét és cukorbetegség	380. o. (8. sz.)
Az étrendben a fogsók sorrendje is számít	419. o. (9. sz.)
A szapora szívritmus megijeszíti a cukorbetegséget?	419. o. (9. sz.)
Nem a koffein okozza a szabálytalan szívritmusokat	519. o. (11. sz.)
A pszichés trauma szervi betegséget okozhat	519. o. (11. sz.)
Hizlal a zaj?	519. o. (11. sz.)

KÖNYVSZEMLE

BORN IGNÁC: Úti levelek az 1770-es bánsági, erdélyi, felső- és alsó-magyarországi ásványtani utazásról (Milagrossa Kiadó, Miskolc) Rezsabek Nándor	382. o. (8. sz.)
DAVID WOOTTON: Az egyik kémlelője. Galileo Galilei élete. Fordította Kiss Annamária (General Press Könyvkiadó, Budapest, 2014) Rezsabek Nándor	563. o. (12. sz.)
ELIZABETH GILBERT: A lélek botanikája. Fordította: Balázs Laura és Dudás Éva (Partvonal Könyvkiadó, Budapest, 2014) Szili István	240. o. (5. sz.)
JANE HAWKING: Utazás a végtelenbe (Libri Kiadó, Budapest, 2015) Abonyi Iván	382. o. (8. sz.)
JEREMIAH P. OSTRIKER – SIMON MITTON: Sötét hatalom (Geobook Kiadó, Szentendre, 2014) Trupka Zoltán	563. o. (12. sz.)
KERÉNYI LILLA: Csillagmesék (Budapest, 2014)	144. o. (3. sz.)
Meteor csillagászati évkönyv 2015. Szerkesztette Benkő József és Mízer Attila (Magyar Csillagászati Egyesület, Budapest, 2014) Trupka Zoltán	239. o. (5. sz.)
VARRÓ VINCE: Az én századom századom zárójelentése (Corfiota Kft., Szeged, 2013) Farkas Csaba	144. o. (3. sz.)
VÁSÁRHELYI TAMÁS: Tudós természetábrázolók (Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 2014) Szili István	240. o. (5. sz.)
Zászlók zsebkönyve – A világ országainak zászlói és címerai. Összeállította: Balogh László (Cser Kiadó Budapest, 2014) Szili István	240. o. (5. sz.)

CÍMKÉPEINK

Január: Szentől szemben (Kocsis Richárd felvétele); **Február:** Jégvilág (Szendrő Szabolcs felvétele); **Március:** Vadmacska (Kalotás Zsolt felvétele); **Április:** Az NGC 2174 jelű csillagközi felhő az Orionban (NASA, ESA, Hubble Heritage Team – STScI/AURA); **Május:** Fantáziakép az Orion űrhajóról (Forrás: ESA-D. Ducros, 2012); **Június:** A Budapest-Fasori Evangélikus Gimnázium napórája (Trupka Zoltán felvétele); **Július:** Közönséges denevér (Estók Péter felvétele); **Augusztus:** Indiai tündérfátyol (Kapitány Katalin felvétele); **Szeptember:** Napvitorla, Nap és a Föld – fantáziakép (NASA és a Planetary Society felvételeinek a felhasználásával); **Október:** A makrofágsejt bekebelezése a Candida parasilos sejtet (Scanning elektronmikroszkopikus kép, Petkovits Tamás, Németh Tibor, Gácsor Attila felvétele); **November:** Perseida meteorosó (Ladányi Tamás felvétele); **December:** Jégvárás (Kalotás Zsolt felvétele)

BORÍTÓLAPUNK MÁSODIK OLDALÁN

Január: Fényes Lóránd fotóalbumából; **Február:** Az észak-mezőföldi löszmaradványok növényvilága (Kovács Gergely Károly felvételei); **Március:** A Vádi Rajan Természettudományi Terület (Karancsi Zoltán felvételei); **Április:** A tölgyesek gombái (Turcsányi Gábor felvételei); **Május:** A Caatinga ehető gyümölcsjei (Majors István akvarelljei); **Június:** Napórak;

Július: Sötét trombitagomba és a hozzá hasonló fajok (Locsmándi Csaba felvételei); **Augusztus:** A búbosbankák világa (Kalogás Zolt felvételei); **Szeptember:** Védett recésszármazékok (Szerényi Gábor felvételei); **Október:** Észak-Mezőföld élővilága (Szili István felvételei); **November:** Úrgevilág (Kalogás Zolt felvételei); **December:** Az Év Természetfotósa pályázat. Válogatás a kiállítás képeiből

BORÍTÓLAPUNK HARMADIK OLDALÁN

Január: Kappadókia sziklacsodái (Németh Géza felvételei); **Február:** Vulkanai újdonságok (Harangi Szabolcs cikkéhez); **Március:** Ósállat-lábnymok Ipolytarnócon; **Április:** Válogatás a Hubble-űrtávcső felvételeiből; **Május:** Az Orion űrhajó fejlesztése; **Június:** Katona Gyula fényképalbumából; **Július:** Néhány hazai denevérfajunk (Boldogh Sándor és Estók Péter felvételei); **Augusztus:** Képek Ajtay Ferenc életéből; **Szeptember:** Az erózió művészete (Németh Géza felvételei); **Október:** Afrikai életképek (Németh Géza felvételei) **November:** A Nemzetközi Fizikai Diákolimpia helyszíne, az indiai Mumbai (Vankó Péter felvételei); **December:** Kalotás Zolt fényképei

DIÁKPÁLYÁZAT-MELLÉKLET

Január: KOVÁCS MIKLÓS: Szülővárosom „tanúhegyei”
 GARAMVÖLGYI GERGELY: A soroksári zöld sziget
 POPESCU ANDREA: Cofpos kislány széke kapuról álmodik, avagy a székeley népi építészet
 CHRZANOWSKA JANKA: Nagyanyám famulusa voltam
 Rátz Tanár Úr Életműdj – 2014
 Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat tavaszi FÉNY-es rendezvényei
 A fizika mindenkié – fókuszban a Fény
Február: BORBANDI BETTINA: Terpsichoré nyomában
 VÁNKOS BOLDIZSÁR: Hogyan nőnek a növények a gravitációs erő változásának függvényében?
 NYÁRÁDI BALÁZS: Képesek-e a kutyák az írott szavakat megkülönböztetni?
 RÁVAI BETTINA: A családi örökség: a pékszakma
 LUKÁCS-SZIKRA TÍMEA – KOLUMBÁN SZENDE: A C-vitamin és „barátai”
 Megjelent a Természet Világa új különszáma!
 Diák-cikkpályázatunk (2007–2011) könyve
Március: KÁNTOR SÁNDORNÉ: Maróthi György (1715–1744) élete és munkássága
 LUKÁCSI BÉLA: Ő is „a mi kutyánk kölyke”. Beszélgetés Hanga Zoltánnal, az Állatkert szővivőjével
 GALUSZ MÁRTON: Százéves az általános iskolám, a zentai Thurzó Lajos Általános Iskola
 TORÓ LILLA RÉKA: A kórokozó baktériumok elleni harc lehetősége
 A XXIV. Természet–Tudomány Diákpályázatunk díjnyertes
Április: STAAR GYULA: Matematikatanárok kisebbségben. Kérdések határainkon túli matematikatanárokhöz – Kalácsa József, Balácsi Borbála, Bencze Mihály, Szabó Magda
 DARVAY BOTOND – DARVAY ZSUZSANNA: Sztána szerelmese
 FÜLÖP DOROTTYA: Utazás a múltba egy fizikakönyvön keresztül
Május: A XXIV. Természet–Tudomány Diákpályázat díjátadó ünnepsége
 SCHNEIDER VIKTOR: Madarászok Madarason és környékén
 Újabb Természet-tudományi Közlönyök Nagyenyeden. Major István adománya
 A XXV. Jubileumi Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása
 Jó tanácsok ifjú cikkíróinknak
 Diák-cikkpályázatunk (2007–2011) könyve
Június: DEÁK BRIGITTA: Együtt élni egy ritka betegséggel
 CSEHŐ LEVENTE – RUZZSA BENCE: Csillagvadászat, avagy minden, amit tudni érdemes a londoni Királyi Csillagvizsgálóról
 MATKOVITS ANNA: Kolozsváry Ernő
 HÁRTLEIN KÁROLY GYÖRGY: Hell Miksa tudományos játéka
 A XXV. Jubileumi Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása
Július: FERENCZ PETRA: A születésnap paradoxonáról
 VINCZE JÁNOS: Kántor Sándor mesterségének rejtelméi
 KÁLMÁN IMRE: 2013 – Időjárás jelenségek és szélsőségek éve lakóhelyemen, Kunmadarason
 A XXV. Jubileumi Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása
Augusztus: VIDA ZOLTÁN: A táborlási és a kulcsi magasparkot
 KISS FRUZSINA: A debreceni magfizika
 CSÁKÁNY OLIVÉR: Illóolajok antibakteriális hatásának vizsgálata
 MOLNÁR KORNÉLIA: Kő hátán kő, ez Kecső
 A XXV. Jubileumi Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása
Szeptember: HORVÁTH HENRIETT: Cikádor ciszterci monostorától a mai Bátaszék római katolikus templomig
 GRÓB LÁSZLÓ: Sokszínű élet a Perőc-oldalon
 SOFTIC NÓRA: A kőbányai vízterelő története
 VERES KINCSÓ: Táncoló vizesepek
 BOTH ELŐD: Találkozás egy japán űrhajóssal
 A XXV. Jubileumi Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása
Október: ANTAL ZOLTÁN: A gyermek- és serdülőkor elhízás
 AUJESZKY NÓRA ILONA – FOCKTER ZOLTÁN PÉTER: Táj és ember kapcsolata
 FEHÉR KRISZTIÁN: Egy elfeledett híresség után kutatva – Bugarszky István
 NÉGYESI ZOLTÁN: Hol gár állott, most kőhalom
 DEÁK LEHEL: Kulin György és a Könyves Kálmán Gimnázium

FERKE GRÉTA: A szentesi Szent Erzsébet Általános Iskola és Óvoda
 A XXV. Jubileumi Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása
November: Magyar fiatalok a diákolimpiákon
 VANKÓ PÉTER: Öt érem Mumbaiban a diákolimpián. Fizikaverseny „a világ legnagyobb demokráciájában”
 Beszámoló a 22. Közép-európai Informatikai Diákolimpiáról (CEOI 2015)
 BÁLINT DÓRA – TRÓCSÁNYI ANDRÁS: Beszámoló a XII. IGU Nemzetközi Földrajzi Diákolimpiáról – a magyar csapat eredményei, a verseny és a felkészítés tanulságai
 PELIKÁN JÓZSEF: Beszámoló az 56. Nemzetközi Matematikai Diákolimpiáról
 MAGYARFALVI GÁBOR: Diákolimpiák a Kaukázusban
 OLÁH ERIKA: Párizs szeme
 MOLNÁR BENCE: A Kun-Fehér-tó
December: NYÁRÁDI BALÁZS: Elektrolitháború
 TRUPKA ZOLTÁN: A Természet Világa tehetséggondozó missziója
 Aki büszke őseire és tanítványaira: Dvoráček Agoston, a nagygyeddi Bethlen Gábor Kollégium fizikatanára (kérdőző: Staar Gyula)
 HEGEDŰS TIBOR: Vulkanok földjén jártunk. A IX. Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia magyar krónikája

KÜLÖNSZÁMAINK

Hálózatok	Hálózatelmélet
Előszó	2
Hollywood és a sejtek hálója. Barabási Albert-Lászlóval beszélget Silberer Vera	3
Lovász László: Nagyon nagy gráfok	6
Palla Gergely – Barabási Albert-László – Vicsék Tamás: Társas kapcsolatok hálózata	12
Csermely Péter: Hogyan alkalmazkodnak a hálózatok?	15
Papp Balázs – Pál Csaba: Biológiai hálózatok és az evolúció	21
Jordán Ferenc: Biológiai hálózatok a nyáltól a dzsungelig	30
Szalkai Balázs – Kerepesi Csaba – Varga Bálint – Grolmusz Vince: Az agygráf	35
Szabó Csaba Attila: Digitális multimédia hálózatok	38
Bacsárdi László: Biztonságos kommunikáció kvantumalapú hálózatokban	44
Gódor Győző: Szenzorhálózatok a mindennapi életben	49
Buránszkiné Sallai Márta – Randriamampianina Roger: Hálózatok, alaprendszerek a meteorológiában	53
Kovács-Hostyánszki Anikó: Viráglátogatási hálózatok	60
Józwiak Ákos Bernard: Az élelmiszerlánc mint komplex rendszer	63
Szalai Csaba – Antal Péter: Hálózatok vizsgálata betegségekben	68
Módis László – Ifj. Gaál Botond: Makromolekuláris hálózatok az izületi porc és az agy sejtközötti állományában	73
Eke András: Az agy hálózati dinamikája	78
Szvetelszky Zsuzsanna: Hálózat nélkül nincs terjedés	83
Barabási Albert-László: Hálózat-tudomány személyes nézőpontból	86
Címeképtünk: Élet és élek (fantáziakép)	
Borítólapunk második oldalán: Válogatás különszámunk illusztrációiból	
Borítólapunk harmadik oldalán: Különszámokhoz ajánlott olvasnivaló	

A Fény Éve

„Aki a múltját nem becsüli, az a jövőt sem érdemli meg”. Kroó Norbert akadémikussal, a Fény Éve magyarországi Programbizottság elnökével beszélget Both Előd	2
Both Előd: Évfordulók	6
Abonyi Iván: A fény Nobel-díjasai. I. A fénysugárzás modern elméletének kialakulása a fizikai Nobel-díjak tükrében	7
Radnai Gyula: A fény Nobel-díjasai. II. Fénylő évek, nevek, események az orvosi, fizikai, kémiai Nobel-díjak történetében	10
Pécz Béla: Fiat Lux. Legyen világosság! – mondta a Nobel-díj Bizottság	18
Patkós András: Létezhet-e anyag fény nélkül? Kutatás a fénytelen anyag után	21
Solt György: Az első fény	26
Kiss L. László: A számokká alakított fény. Digitális égboltfelmérések	30
Kolláth Zoltán: Történetek a fényzenyvezésről	35
Farkas Győző: Hogyan készül és mire jó az ultrarövid fényimpulzus?	40
Fényreszabott méter. Beszélgetés Bay Zoltánnal (Staar Gyula interjúja)	45
Schiller Róbert: Napfényből hidrogén	49
Kajtár Márton: Miért piros a paprika? (Tomasz Jenő előszavával)	52
Horváth Ottó – Szabóné Bárdos Erzsébet – Fodor Lajos: A fotokémia környezetünkben és környezetünkért	55
Lente Gábor: „... és lőn világosság”. Fényt kibocsátó kémiai reakciók a világító rudaktól a szentjánosbogarakig	60
Horváth Gábor: A fénysarkítás dicsérete. Látás poláros fényrel	64
Szabad János: Belső óra, napi ritmus	72
Kozma-Bognár László: A növényi cirkadián óra beállítása fényrel	78
Andrásfalvy Bertalan: Nanokristályok színkavalkádja. Világító pipettahegy	82
Csáji Attila: A technika és a tudomány új eredményeit meritük meg az emberi pszichikum mélységeiben. A fényművészetről a Fény Évében	85
Bacsárdi László – Friedl Zita: Versenyfutás az árnyékkal, avagy az 1999. augusztus 11-ei napfogyatkozás hiteles történte	89
Lang Ágota: Idővonalaink	91

Címeképtünk: A Fény Nemzetközi Éve – 2015

Borítólapunk második oldalán: Fényes képek. Válogatás természetfotósaink képeiből

Borítólapunk harmadik oldalán: Az MTA Fény Éve fotópályázatának képei

Borítólapunk negyedik oldalán: A Természet Világa különszámai

XXIV. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

Elektrolitháború Folyadékok elektrolittartalmának vizsgálata

NYÁRÁDI BALÁZS

Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium

„Just do it!” Valószínűleg mindenki hallotta már ezt a szlogent, és az egészséges élethez kétségkívül elengedhetetlen a rendszeres testmozgás. Ám a mozgás kimeríti szervezetünk folyadék- és ásványianyag-raktárait, amit pótolnunk kell. A szakértők egyetértenek abban, hogy az enyhe, mérsékelt mozgás után egy-két pohár víz elegendő a pótlásra. De ha keményen edzünk, akkor az izzadással vesztett sokat is újra kell töltenünk.

A sportitalok készítői minden évben milliárdokat ölnek bele a termékeik reklámozásába. A reklámokban gyakran az italok magas elektrolit-koncentrációját hirdetik, amely segít szervezetünk az izzadással vesztett elektrolitjainak pótlásában. Ebben a projektben összehasonlítom egy narancslé és egy sportital elektrolit-koncentrációját, hogy eldönthessem, hogy melyik ital felel meg a testmozgás utáni újratöltésre.

Szakirodalmi bevezető

Az emberi szervezet 40–60%-a víz, amelynek nagyobb része a sejteken belül (ún. intracelluláris folyadék), kisebb hányada a sejteken kívüli térben (extracelluláris folyadék) helyezkedik el. A benne oldott ásványi anyagok az elektrolitok.

A test sejtjeinek működéséhez ásványi anyagokra van szükség. A szervezet nagy mennyiségű nátriumot, káliumot, kalciumot, magnéziumot, kloridot és foszfátot igényel. Ezeket az ásványi anyagokat makroelemeknek nevezzük. Kisebb mennyiségben van szükség rézre, fluoridra, jódra, vasra, szelénre és cinkre. Ezeket az anyagokat nyomelemeknek nevezzük.

Az ásványi anyagok az egészséges étrend részei. Többségükről tudjuk, mennyi a naponta ajánlott beviteli mennyiség, ami fe-

dezi a legtöbb egészséges ember napi szükségletét. Betegségek esetén ennél kisebb vagy nagyobb mennyiségre lehet szükség.

Egyes ásványi anyagok túl kis- vagy túl nagymértékű fogyasztása táplálkozási betegségekhez vezethet. Azoknak, akik kiegyensúlyozott, változatos étrenden élnek, kicsi az esélyük táplálkozási rendellenesség vagy az ásványianyag-hiány ki-



alakulására, a vas- és a jódhiányt kivéve. A túlzottan egyoldalú diétát követőkben előfordulhat, hogy nem fogyasztanak eleget valamelyik ásványi anyagból. Például a vegetáriánusoknál, azokat is beleértve, akik tojást és tejtermékeket is esznek, fennáll a vashiány kockázata. Nagy mennyiségű ásványi anyag bevitele (megadó-

zis), orvosi felügyelet nélkül káros (mérgező) hatásokat válthat ki.

Némely ásványi anyagok – főleg a makroelemek – elektrolitként fontosak. A test az elektrolitokat a sejtműködés irányítására, valamint a sav-bázis egyensúly fenntartására használja. Keringési és idegrendszerünk, megfelelő működéséhez is elektrolitok szükségesek. Az eltérő nátrium- és káliumkoncentráció sejten kívül és belül lehetővé teszi az idegsejteknek és az izomrostoknak az elektromos impulzusok küldését (a sejtek így kommunikálnak az egész testünkben, és veszik rá testünket a reakciókra és mozgásra). Az elektrolitok segítségével szabályozza a szervezet a folyadékterek (tárolók) térfogatát is. Az elektrolitok három helyen vannak oldatban: a sejtekben található folyadékban, a sejteket körülvevő folyadékban és a vérben.

A szervezet normális működéséhez az elektrolitok egyensúlyát nagyon szűk határok között kell tartani. A különböző folyadékterek elektrolit-koncentrációját az elektrolitok mozgatásával (a sejtbe, illetve onnan ki) tartja fenn a szervezet. A vesék a felesleges elektrolitokat kiszűrnek a vérből, és a vizeletbe ürítik, fenntartva a felvétel és a kiürítés közötti egyensúlyt.

Az elektrolit-egyensúly megbomlása különböző rendellenességekhez, például szívritmuszavar kialakulásához vezethet. Elektrolitegyensúly-zavarok alakulhatnak ki, ha az egyén kiszárad, bizonyos gyógyszereket szed, egyes szív-, vese- vagy májbetegségekben szenved, illetve elégtelen mennyiségű intravenás folyadékot vagy táplálékot kap.

A táplálkozási rendellenesség vagy elektrolitegyensúly-zavar felismeréséhez az orvosnak meg kell vizsgálnia a vér vagy a vizelet ásványianyag-tartalmát.

Sporttevékenység közben jelentős folyadék- és elektrolitvesztés következik be, elsősorban az erős izzadás következtében, amikor a szervezetből víz, ill. többféle elektrolit (nagyobb mennyiségben nátrium, kálium, klór, magnézium) távozik. Amennyiben a víz vesztese a testtömeg 2%-át meghaladja, romlik a sportoló teljesítménye; ennél nagyobb fokú folyadékvesztés (dehidráció) súlyosabb következményekkel járhat: emelkedik a testhőmérséklet, gyengeség, görcsök, pszichés tünetek, szapora légzés léphet fel. A szapora légzés miatt a szervezet vegyhatása lúgos irányba tolódik el, s akár élelet veszélyeztető állapot is kialakulhat.

A dehidráció veszélye miatt fontos tehát a folyadékpótlás, amely a víz mellett kellő mennyiségben elektrolitokat is tartalmaz. Ez utóbbiak közül leginkább a nátrium, klór és magnézium lényeges, mivel legnagyobb mennyiségben ezek ürülnek ki a szervezetből a verítékekkel.

Edzést, mérkőzést megelőzően tanácsos 2–3 órával 400–600 ml folyadékot inni. Sporttevékenység közben 15–20 percenként – a páratartalomtól és hőmérséklettől függően – 150–300 ml folyadék fogyasztása javasolt, amely tartalmazzon jól felszívódó szénhidrátot. Egy óránál tovább tartó fizikai aktivitás esetében szükséges a nátrium pótlása, 0,5–0,7 g/l mennyiségben.

Edzést, mérkőzést követően a mozgás közben létrejött testsúlyvesztés 150%-ának megfelelő folyadék szükséges. A rendelkezésre álló sportitalok általában tartalmaznak kellő mennyiségben szénhidrátot, elektrolitokat, esetleg a nátrium pótlását segítő a magasabb konyhasó tartalmú ételek (leves, hús, pizza stb.) fogyasztása.

Háttérinformáció a kísérlethez

Testvéreim versenyszerűen sportolnak, és egy-egy meccs között sportitalokkal „töltik fel” magukat. Kísérletemmel megbizonyosodhatok arról, vajon a helyes italt fogyasztják-e.

„Az elektromosság vezetése vonatkozásában a fizikában a fajlagos vezetőképességgel (x) jellemzik az anyagokat. A vezetőképesség az ellenállás reciproka, vagyis az egységnyi potenciálkülönbség által fenntartott áram erőssége. Egységnyi ama test vezetőképessége, amelyben 1 V potenciálkülönbség (feszültség) hatására 1 A áramerősségű áram halad. A fajlagos (specifikus) vezetőképesség (amely a fajlagos ellenállás reciproka) az 1 cm élhosszúságú kocka vezetőképessége, ha az áram az egyik lapjára merőleges irányban halad át; mértékegysége: $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

A fémek (elektron-) vezetőképessége lényegesen nagyobb, mint az elektrolitoké. Az ionvegyületek vezetőképessége megolvadt (és némelyiké szilárd) halmazállapotban nagyobb, mint a legjob-

ban vezető vizes oldatoké szobahőmérsékleten. Némely ion vezető vezetőképessége oly kicsi, hogy sok vonatkozásban a nem-vezetők közé sorolják, ilyen pl. a víz, az alkohol. Közönséges körülmények között a víz, alkohol stb. vezetőképessége főleg nyomokban oldott szennyeződésektől származik, de kismértékben teljesen tiszta állapotban is vezetnek saját ionjaik útján.

Az elektrolitoldatok vezetőképessége vizes oldatokban az anyagi minőségen kívül nagymértékben függ a koncentrációtól is. Kis koncentrációban kicsi a fajlagos vezetőképesség (mivel köbcéntiméterenként kevés ion van az oldatban, még ha nagyfokú is a disszociáció). A koncentráció növekedésével nő a fajlagos vezetőképesség (mert növekszik az ionok száma köbcéntiméterenként). A jól oldódó elektrolitok vezetőképessége azonban átmenetesebben oldatokban maximum átmelve csökken (mert a disszociáció visszaszorulása folytán csökken az ionok száma, ill. kölcsönhatásaik révén lassúbbá válik mozgásuk.” (Erdey-Grúz Tibor)

Az elektrolit-koncentráció vizsgálatához ebben a projektben multimétert fogok használni. A multiméter egy elektromos készülék, amely többek között feszültség, áramerősség és elektromos ellenállás mérésére alkalmas. A multiméter árammérő részével végzem majd a mérést, ami áramerősség meghatározására szolgál.

Hogyan használjuk az árammérőt az elektrolit-koncentráció méréséhez? A készülékkel az elektromos vezetőképességet mérem, ami arányos az elektrolit koncentrációval. Mivel az elektrolitok töltéssel rendelkező részecskék, amelyek áramot vezetnek az oldatban, így az oldat vezetőképessége az elektrolitok koncentrációján múlik. Ha növeljük a koncentrációt az oldatban, a vezetőképesség szintén növekszik. Ahhoz, hogy áramerősséget tudjunk mérni az oldatokban, feszültséget kell alkalmaznunk, amit egy 9V-os elem fog biztosítani.

A vezetőképesség jele G, mértékegysége siemens. Az áramerősség jele I, mértékegysége amper, a feszültség jele U, mértékegysége volt. A vezetőképesség kiszámolásához az áramerősséget el kell osztanunk a feszültséggel, mint azt az alábbi egyenlőség is mutatja:

Vezetőképesség (siemens)=	$\frac{\text{Áramerősség(amper)}}{\text{Feszültség (volt)}}$
G=	$\frac{I}{U}$

Spekuláció

Még a kísérlet kezdete előtt feltettem a családomnak (6 ember) két kérdést.

Szerinted melyik folyadék lesz a „győztes”?

Melyik folyadékot fogyasztod leggyakrabban/legszívesebben?

A válaszok eloszlása érdekesen alakult.

	„Győztes”?	Leggyakrabban/ Legszívesebben?
Desztilláltvíz	0	0
Csapvíz	1	2
Narancslé	3	1
Sportital	2	3

Eszközök, hozzávalók

- Digitális multiméter
- Krokodilcsipesz (2)
- Rézhuzal
- 9V áramforrás (6x1,5V)
- csatlakozó a 9V-os áramforráshoz
- Eldobható műanyag szívószál
- Olló
- Kis műanyag, kerámia vagy üveg tál (8 db, nem fém!)
 - Minden mért folyadékra újat használok, vagy ugyanazt újra és újra, rendszeren kimosva a mérések közben.
- Címkekezelésre alkalmas anyag
- Toll vagy filctoll
- Desztillált víz (dH₂O), szobahőmérsékletű, beszerezhető a legtöbb élelmiszerboltban vagy a benzinkutaknál
- Csapvíz, szobahőmérsékletű
- Sportital
- Narancslé
- Papír törülköző
- Jegyzetfüzet

A kísérlet

Előkészületek

Mindenekelőtt természetesen be kellett szereznem a hozzávalókat. A műszaki eszközök beszerzésében és ismertetésében édesapám segített, a többi boltban vásároltam meg.

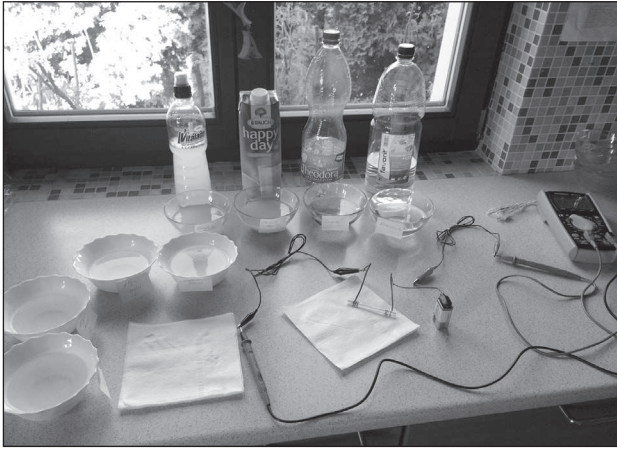
Mivel a kísérlethez csak kábeleket sikerült szerezni, ezért a mérés előtt el kellett készítenem a két krokodilcsipeszt, illetve a megfelelő rézhuzalt. Ehhez a kábel műanyag szigetelő részét le kellett fejtenem, és az krokodilcsipesz fejekhez erősen hozzárögzítve kellett fixálnom hegesztővel.

Ezután, két nagyjából 20 cm-es kábel két-két végét fejtettem le, egyik oldalon nagyjából 10, másik oldalon 5 cm-es hosszúságban, így két középen műanyaggal szigetelt rézhuzalt kaptam.

Ezután összeállítottam a vezetőképesség-érzékelőt.

A vezetőképesség érzékelő összeállítása

1. Ollóval egy kb. 8 cm hosszú szívószál darabot vágtam



2. A szívószálból és a 2 rézhuzalból összeállítottam az érzékelőt

Rácsavartam a szívószál egyik végére az egyik huzal hosszabban lefejtett végét, szorosan, a műanyag szigetelésig, figyelve arra, hogy a huzal ne mozogjon, ugyanis a mozgás mérési pontatlanságot okozhat!

Ugyanezt megismétltem a szívószál másik végén is, a másik huzallal.

Ügyelni kell arra, hogy a két huzal semmiképpen se érintkezzen a szívószálon, mivel ha bárhol érintkezés van, az érzékelő nem fog működni, és a keletkező rövidzárlat lecsapja a biztosítékot a multiméterben.

A vezetőképesség mérő áramkör összeállítása

1. Rátettem a csatlakozót az áramforrásra.
2. Bedugtam a multiméter kábeleit a műszer megfelelő csatlakozási pontjaiba amely, a mért folyadéktól függően változhat.
 - a) A fekete (negatív) kábel a COM nevű dugóba kerül, a piros változik, attól függően, hogy éppen mikro- (μ) vagy milliamper(m) mérünk. A kísérletben ezt két külön multiméterrel fogom mérni.
3. Az egyik krokodilcsipesszel összeköttem a multiméter pozitív kivezetését az elem szerkezet pozitív részével. Ehhez a multiméter piros (pozitív) kábelének fém részére kell szorosan rácsíptetnem az egyik krokodilcsipeszt, míg a másikat az elem piros (pozitív) kábelének kilógó rézhuzal végére, szükség szerint harapógóval biztosítva a kapcsolatot. Ha nem a fém részek érintkeznek, az áramkör nem lesz zárt.
4. A második krokodilcsipesszel összeköttem a multiméter negatív részét az érzékelő egyik végével. Ehhez megint csak a multiméter fekete (negatív) kábelének fém végére, illetve

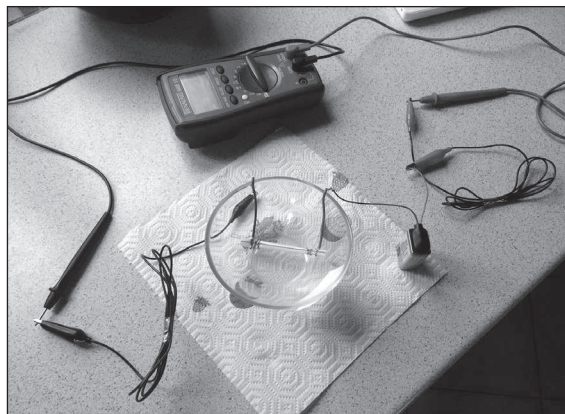
a lelógó szigetelt rézhuzal műanyag mentes fém részére rögzítettem a krokodilcsipesz két végét. Szükség esetén akár még rá is csavarhattam az érzékelő huzalját a krokodilcsipesz végére, hiszen a megfelelő csatlakozás itt is kulcsfontosságú az áramkör zárásához.

5. Az érzékelő megmaradt huzaljának végét az elem szerkezetéről lelógó fekete (negatív) kábel fém végére csavartam, így zárva a mérőszerkezetet.

6. Újra leellenőriztem az összes csatlakozási pontot, figyelve arra, hogy mindenhol a fém a fémmel érintkezzen (kivéve az érzékelőnél!), illetve hogy az áramkör sehol se legyen megszakadva. A zárt kör ellenére az áramkör még mindig nyitott, lezárni csak az érzékelőn átáramló ionok fogják.
7. Figyelnem kellett arra, hogy a pozitív, illetve a negatív részek sehol ne érintkezzenek egymással, mivel ez rövidzárlatot okozhat, és mivel egy 9V-os áramforrást használok, akár tönkre is teheti a multimétert (a biztosíték lecsapásával). Ennélfogva a pozitív, illetve a negatív részt mindig a mérés két eltérő oldalán tároltam, mint az a képen is látszik.

A mérés előkészítése

1. Kimostam 8 kis tálalt (4 üveg + 4 kerámia) meleg, szappanos vízzel. Utána gyorsan szárazra töröltem papír törülközővel. Mivel a



lehető legpontosabb mérésre törekedtem, a mosás után még egyszer alaposan átmostam az edényeket desztillált vízben, hogy az edé-

nyek falán esetlegesen ottmaradt ionokat is minimálisra redukáljam. Teljesen eltüntetni, természetesen nem tudtam.

2. Mind a 8 tálalt felcímkéztem
 - a) A négy üvegtálalt a következőképpen: desztillált víz (dH_2O), csapvíz, narancslé, sportital.
 - b) A négy kerámiatálal közül az egyiket: csapvíz –mosás
 - c) A maradék hármát: dH_2O #1-mosás, dH_2O #2-mosás, dH_2O #3-mosás. Ezekben mostam az érzékelőt, a mérések között.
3. Mindegyik tálba a megfelelő folyadékot öntöttem. Mivel a hőmérséklet nagyban befolyásolja a mérés eredményét, ezért az összes vizsgálandó folyadékot a mérés előtti este kitettem a konyhapult-ra, hogy azonos hőmérsékletűek legyenek. Emellett egy, a multiméterre rászerezhető speciális hőmérsékletmérő műszerrel az összes folyadék hőmérsékletét lemértem minden mérés előtt és után. A hőmérséklet az összes folyadéknál $17-19\text{ }^\circ\text{C}$ körül alakult (a műszer csak egész fokok mérésére volt alkalmas.) A szobahőmérséklet, amit a szobában felakasztott higanyos hőmérővel mértem, $19,5\text{ }^\circ\text{C}$ volt (legnagyobb eltérés 13%). A hőmérsékletet a kísérlet időtartama alatt 10 percnként ellenőriztem, a kísérlet végéig a hőmérséklet számottevően nem változott.

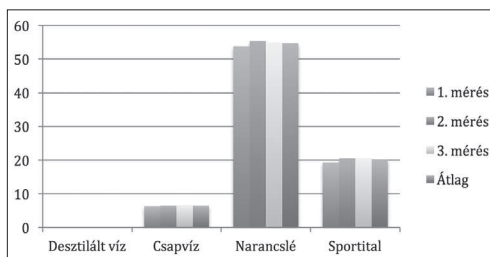
A vezetőképesség vizsgálata az oldatokban

1. Bekapcsoltam a multimétert ampermérésre (azon belül folyadéktól függően mikro-, illetve milliamper mérésre), és a DC/AC verziók közül a DC-re állítottam a készüléket. A DC, a direct current, azaz az egyenáram, az AC, az alternating current, azaz a váltóáram. Mivel a kísérletben egyenárammal dolgoztam, így a műszert annak mérésére kellett állítanom.
 - a) A desztillált vizes mérésnél mikroamperes mérésértartást használtam, a műszert 200μ -ra kellett állítanom az A jelű szekcióban, a csapvizet, a narancslevet, illetve a sportital milliamperben mértem, itt a gépet 200m -ra kellett állítanom. Mint azt már említettem, a kétféle mérésértartás alkalmazását csak két külön multiméterrel tudtam megoldani, ezért a négy folyadék mérése között a műszereket cserélnem kellett.

- Belehelyeztem az érzékelőt a desztillált vízbe, figyelve arra hogy a víz teljesen elfedje szívszálát.
- Leolvastam az áramerősséget a multiméter kijelzőjéről.
 - Figyelnem kellett arra hogy mindig gyorsan végezzem a leolvasásokat, és az érzékelőt azonnal kimosztam a folyadékokból, más különben elektrolízis folyamatok játszódhatnak le, kis buborékok képzésével, ami zavarja az adatok pontosságát. Ennek kiküszöbölésére kiváló módszer a multiméteren a HOLD funkció, amelynek lenyomásával a készülék a képernyőn látható pillanatnyi adatot rögzíti, és mindaddig mutatja, amíg ki nem kapcsolom, így nyugodtan kiemelhettem az érzékelőt, anélkül hogy elveszett volna a mért adat.
- Felírtam a mért áramerősséget a jegyzetfüzet megfelelő rovatába. Mindig odaírtam azt is, hogy éppen milyen méréshatáron mértem, illetve a mértékegységet, hogy az egyenletbe majd megfelelően átváltva tudjam behelyettesíteni.
- Ezúttal nem volt szükség mosásra, mivel desztillált vizet mértem.
- Az érzékelőt a csapvízbe helyeztem.
- Felírtam a mért adatot. Mint már említettem, itt egy kevésbé érzékeny fokozatot használtam (200m), amit szintén feljegyeztem.
- Egy papír törülközőre helyezve lecsepegtettem az érzékelőt, majd mind a 3 desztillált vizes mosó tálba belemártottam, majd ismét lecsepegtettem. Ezzel elkerültem azt, hogy az esetlegesen ott maradt ionok a következő mérést befolyásolják.
- Az érzékelőt a narancslébe helyeztem, leolvastam a mért adatot, feljegyeztem.
- Megtörölgettem az érzékelőt, majd először a csapvizet, majd a 3 desztillált vizes tálba mártottam, ismét lecsepegtettem, megtörölgettem. A csapvizet, ami azért kellett, hogy a desztillált vizes tálak kevésbé legyenek narancslevesek, kicseréltem az újabb mérés előtt.
- Az érzékelőt a sportitalba helyeztem, leolvastam a mért adatot, majd feljegyeztem.
- Az érzékelőt lecsepegtettem, majd először a csapvizet, majd a 3 desztillált vizes tálba mártottam, majd ismét lecsepegtettem, megtörölgettem.
- Megismételtem a lépéseket 1–12-ig még kétszer, hogy minden folyadékra a minimálisan megfelelő számú mérést kapjam (1 mérés nem mérés, páros számú mérésnél nincs döntő, így maradt a minimum 3 mérés).

Minden méréscsoport előtt kicseréltem a mosásra használt desztillált- és csapvizet, illetve az érzékelőt, hogy a lehető legpontosabb eredményeket kapjam. Mindent felírtam pontosan, mértékegységekkel együtt a jegyzetfüzetbe. 3 mérés után a következő eredményeket kaptam (1. ábra).

	Desztillált víz(200μ)	Csapvíz (200m)	Narancslé (200m)	Sportital (200m)
1. mérés	0,000	06,4	53,8	19,3
2. mérés	0,001	06,5	55,4	20,5
3. mérés	0,000	06,6	54,9	20,5
Átlag	0,000	6,5	54,7	20,1
Legnagyobb eltérés	+0,001	+/-0,1	-0,9	-0,8



1. ábra. Narancslé: Happy Day, 100% Orange, Vitamin C, Rauch, 1 liter
Sportital: Vitalade the sport refresher + L-Carnitine, Lemon, 0,7 liter

14. Átváltottam a mikroampert 1 000 000-val ($\mu = 10^{-6}$), illetve a milliampert 1 000-rel osztva ($m=10^{-3}$) amperba. Természetesen csak az átlagokat.

Átlag(amper) normálalak	0	$6,500 \cdot 10^{-3}$	$5,470 \cdot 10^{-2}$	$2,010 \cdot 10^{-2}$
-------------------------	---	-----------------------	-----------------------	-----------------------

15. Kiszámoltam minden folyadék vezetőképességét az alábbi, már említett egyenlettel, ahol az áramerősség helyére az előbb kiszámolt átlagokat, a feszültség helyére 9V-ot helyettesítettem be, mivel 9V-os áramforrást használtam. (A valóságban az elem kicsit kevesebb, mint 9V a belső ellenállása miatt, ám ez az eltérés minimális. Mivel két multiméterem van, így minden méréscsoport előtt mind a 2 készüléket az áramkörbe kapcsoltam, így áramerősséget és feszültséget is tudtam mérni egyszerre. Az eltérés mikrovolt nagyságrendű volt, így lényegében konstansnak, ezért elhanyagolhatónak ítéltém.)

$$G = \frac{I}{U}$$

A számolás után kapott eredményeket a 2. ábra mutatja.

Eredmény

Mint az látható, az elektrolitharc győztese a narancslé lett, mint az a táblázatokban is látható. Ezután már csak arra voltam kíváncsi, vajon a folyadék minősége befolyásolja-e az eredményt. Ezért minden fajta folyadékot egy kis verseny elé állítottam.

Továbbfejlesztés

Narancslevek

A kísérlet során használt narancslén kívül még három fajta narancslé vezetőképességét mértem le a fent részletezett módszerrel, többek között egy frissen facsart narancs levének vezetőképességét is. Az eredmények a következők voltak (3. ábra).

A narancslevek versenyében az lepott meg a legjobban, hogy a frissen facsart narancs levének volt a legkisebb az elektrolittartalma, pedig én pont az ellenkezőjét vártam volna. Tehát ha az eredeti kísérletben a frissen facsart narancs levét használtam volna, a végeredmény is megváltozott volna. A többi narancslé nagyjából ugyanolyan nagyságrendben tartalmaz elektrolitokat. Ebben feltehetőleg az is közrejátszott, hogy mivel a kísérletet nyáron végeztem el, így nem igazán lehetett érett narancsot találni.

Narancslé 1.: : Happy Day, 100% Orange, Vitamin C, Rauch, 1 liter

Narancslé 2.: Orange, 100% Saft aus Orangensaftkonzentrat, 1 liter

Narancslé 3.: wake up Orange, 100% fruit content, from orange juice concentrate, 1 liter

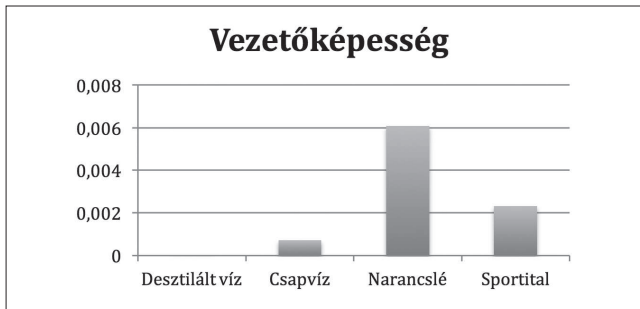
Narancslé 4.: egy frissen facsart narancs leve

Sport- és energiatalok

A következő csoportba azok az italok tartoznak, amelyeknek reklámja jobb szellemi és fokozott fizikai teljesítményt ígér. Ismét a fent részletezett módszerrel mértem az adatokat. Az eredményeket a 4. ábrán mutatom be.

Érdekes, hogy itt már az egyik ital elért a negyvenes kategóriát (milliamper), tehát ha a kísérletemet a győztes sportitalal és a legrosszabbul teljesítő frissen facsart narancslével végeztem volna, akkor merőben más végeredményt kaptam volna, igen erős fölényrel a sportitalok nyerték volna a versenyt. Ha viszont csak a sportitalt cseréltem volna ki, akkor is csak 12,5 milliamperral maradt volna le a sportital az első helyről, ami azért lényegesen jobb, mint az elődje.

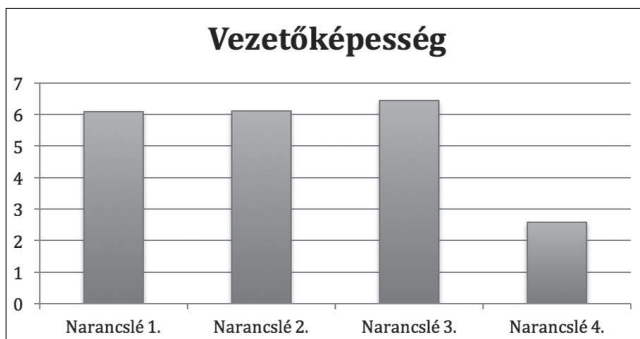
	Desztilláltvíz	Csapvíz	Narancslé	Sportital
Vezetőképesség (siemens)	0	0,0007222 7,222*10 ⁻⁴	0,006078 6,078*10 ⁻³	0,002233 2,233*10 ⁻³
Helyezés	4.	3.	1.	2.



2. ábra

mA	Narancslé 1.	Narancslé 2.	Narancslé 3.	Narancslé 4.
1. mérés	53,8	56,6	58,9	24,6
2. mérés	55,4	54,8	56,8	21,7
3. mérés	54,9	53,7	58,1	23,2
Átlag	54,7	55,03	57,93	23,17
Helyezés	3.	2.	1.	4.

	Narancslé 1.	Narancslé 2.	Narancslé 3.	Narancslé 4.
Vezetőképesség	6,078*10 ⁻³	6,114*10 ⁻³	6,437*10 ⁻³	2,574*10 ⁻³



3. ábra

Sportital 1. : Vitalade the sport refresher + L- Carnitine, Lemon, 0,7 liter
Energiaital: Burn energiaital, 250 ml
Sportital 2. : Powerade ion4, isotonic sports drink, cherry, 0,5 liter
Jeges tea: Nestea, lemon, 1,5 liter

Ásványvíz, csapvíz

Itt a csapvíz és az ásványvíz teljesítményét mértem össze. A mérési procedúra hasonló az előzőekhez. Az eredmények (5. ábra).

Ásványvíz: Theodora, kékkúti, természetes szénsavmentes ásványvíz, 1,5 liter

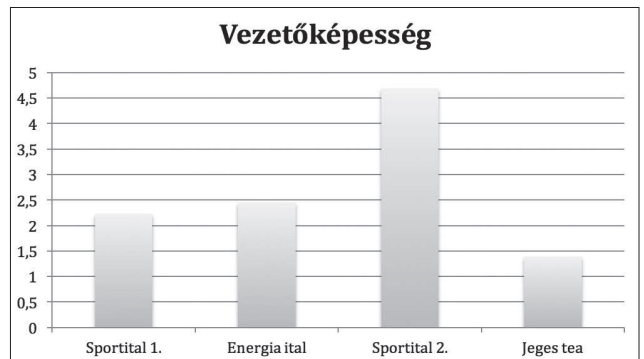
Végül elkezdtem kísérletezgetni a saját italomon. A 3., nyertes narancsléhez elő-

ször egy kis desztillált vizet adtam, ami levitte 46,5 milliamperre az áramerősséget, mivel hígítottam. Majd egy kis NaCl-ot, konyhasót adtam hozzá, ami jelentősen megnövelte, majdnem duplájára, 84,2-re a multiméter kijelzőjén megjelent számot. Végül az íz édesítése miatt egy kis C₆H₁₂O₆-ot, szőlőcukrot adtam hozzá tablettá formájában, amitől a multiméter 142,8-ra ugrott (6. ábra).

Ez az öntögetés adott ötletet a végső kísérletemre. Desztillált vízből kiindulva mi

	Sportital1.	Energiaital	Sportital2.	Jeges tea
1. mérés	19,3	22,0	42,1	12,7
2.mérés	20,5	22,3	41,6	12,4
3. mérés	20,5	21,9	42,9	12,6
Átlag	20,1	22,07	42,2	12,57
Helyezés	3.	2.	1.	4.

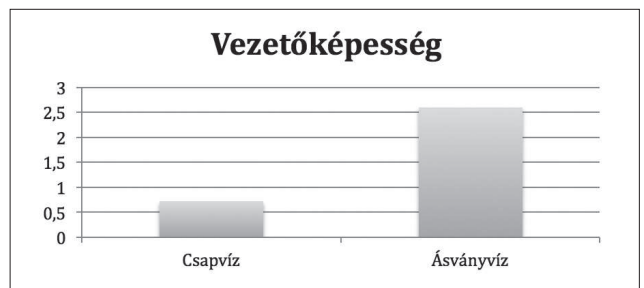
	Sportital 1.	Energiaital	Sportital 2.	Jeges tea
Vezetőképesség	2,233*10 ⁻³	2,452*10 ⁻³	4,689*10 ⁻³	1,396*10 ⁻³



4. ábra

	Csapvíz	Ásványvíz
1. mérés	06,4	23,7
2. mérés	06,5	23,5
3. mérés	06,6	22,9
Átlag	6,5	23,37
Helyezés	2.	1.

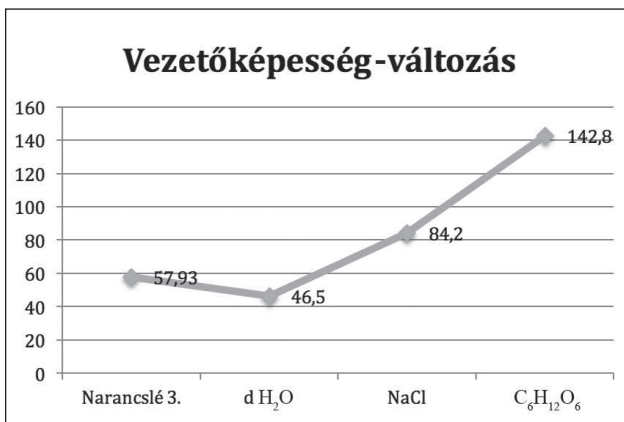
	Csapvíz	Ásványvíz
Vezetőképesség	7,222*10 ⁻⁴	2,596*10 ⁻³



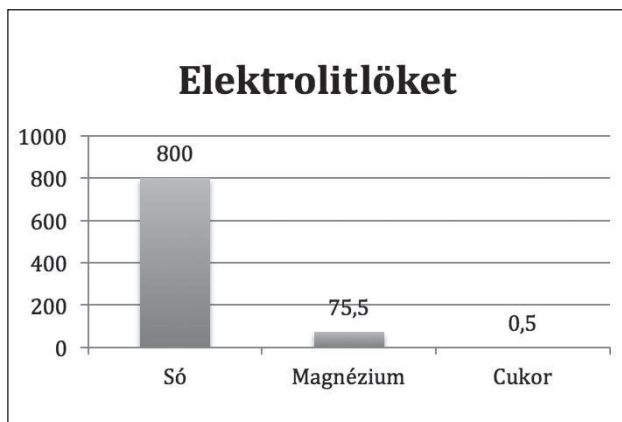
5. ábra

adja a legnagyobb elektrolitlöketet: egy kanál só, egy magnézium tablettá, vagy egy kanál cukor?

Mint azt a diagram is mutatja (7. ábra), a só adja a legnagyobb löketet, olyannyira, hogy a vezetőképesség méréséhez már milliamperrel kellett váltanom, mert túllépte a 200mA-es határt. Tehát egy



6. ábra



7. ábra

kiadós futás után a legjobb egy pohár sós víz lenne, de mivel az ihatatlan, így marad a jól bevált magnézium pezsgőtabletta.

Magnézium: Magnézium sport, pezsgőtabletta, 66,5 g

Összefoglalás

A legmagasabb elektrolit-koncentrációt tartalmazó ital tehát a narancslé, illetve más természetes italok. De vajon feltölthetjük-e készleteinket természetes italokból, például narancsléből? Igen is és nem is. A probléma ezekkel az italokkal az, hogy a legtöbben relatíve magas a szénhidrátok koncentrációja, ami tökéletes egy reggeli italhoz, de nem kifejezetten előnyös sportolás közben hidratáláshoz. A magas szintű szénhidrát főleg kalóriát tartalmaz, és emésztéséhez víz szükséges.

Tehát, igaz, hogy nem a legmagasabb koncentrációban tartalmazza az elektrolitokat, mégis azt kell mondanom, hogy a legjobban egy sportital képes újratölteni elvesztett energiánkat. De mi az előnye a sportitaloknak a vízzel szemben? A víz biztosítja a folyadékot a kiszáradás ellen, de nem tartalmaz elektrolitokat.

Ha tehát valaki keményen, rendszeresen és hosszasan sportol, a leghűségesebb barát egy flakon (akár saját készítésű) sportital, ami segít abban, hogy fitt és egészséges életet éljünk.

Irodalom

Medline Plus Medical Encyclopedia Staff. (2012). Electrolytes. Retrieved October 16, 2012 from <http://www.nlm.nih.gov/>

medlineplus/ency/article/002350.htm
How Stuff Works. (2008). What are electrolytes? Retrieved August 20, 2008, from <http://www.howstuffworks.com/question565.htm>

Yaeger, T.O. Jr. (2008). Electrolyte Madness. www.sciencebuddies.org

A folyadékháztartás élettana - SOTE.

Maton, Anthea bj, Jean Hopkins, Charles William McLaughlin, Susan Johnson, Maryanna Quon Warner, David LaHart, Jill D. Wright. Human Biology and Health. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall (1993).

<http://members.iif.hu/>

<http://drinfo.eum.hu/>

http://www.sportorvos.hu/aktiv_gyerek/20081216/folyadek-es_elektrolit_haztartas/

Erdey-Grúz Tibor: A fizikai kémia alapjai

A Természet Világa tehetséggondozó missziója

2015. november 19-én és 20-án a TIT Uránia Csillagvizsgálójában A Magyar Tudomány Ünnepe rendezvénysorozat keretében „A tehetséggondozás közösségeinek negyedszázada a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál” címmel előadói délutánt és délelőttöt tartottak. A TIT két testvérlapja, a Természet Világa és az Élet és Tudomány várta e napokon az érdeklődőket.

A csütörtöki előadói délután központi témája a Természet Világa 1991-ben útjára indított Természet – Tudomány diákpályázata volt.

Piróth Eszter igazgatónő a megnyitójában a negyedszázados évfordulójához érkező diákpályázatot méltatta, mely a Kárpát-medence minden magyar tannyelvű iskolája tehetséges diákjainak teremt megméretésre lehetőséget, sikeres szereplés esetén pedig a folyóirat révén országos



Piróth Eszter igazgatónő megnyitja a rendezvényt

elismerést. A díjnyertes diákok írásaiból épül a Természet Világa természettudományos diáklapja, mely havonta megjelenik a folyóirat belső mellékleteként.

Staar Gyula főszerkesztő vetített képi előadásában a diákpályázat kezdeteitől a

maig vezető utat mutatta be, felvillantva emlékeztető pillanatokot, jeles szereplőket. Elmondta, hogy a 25 év alatt pályázó sok ezer diák írásai közül eddig ezer-nél többük írását közölte a Természet Világa. Közülük többen ma már neves kutatók, néhányan a folyóirat szerzői maradtak, s bízunk abban, hogy sokan a lap olvasói lettek.

Kapitány Katalin „A meghirdetéstől a díjátadásig” című előadásában arról beszélt, hogy a Természet Világa diák-cikkpályázatának milyen sokparaméteres a megoldandó egyenlete. Az év hónapjain végig haladva mutatta be, hogy ez a diákokat és tanárokat mozgósító tehetséggondozó mozgalom

milyen sok, egész évre való munkát ad a szerkesztői feladatokon túl is.

Rosivall László Széchenyi-díjas professzor, a Semmelweis Egyetem egykori rektora elkötelezett híve a diákpályázatunknak. Jó ismerője is, hiszen évek óta az orvostudományi különdíj zsűrijében olvassa a fiatalok munkáit, a Magyar Tudományos Akadémián tartott díjátadó ünnepségen méltatja írásaikat. „Egyedülálló diákverseny és diáklap” előadásának címe már hordozta elismerő véleményét, melyet még erősített is mondandójával. Tudását közkinccsév tevő professzorként nem állta meg, hogy egy szép ismeretátadó



Staar Gyula

nek értékét visszajelezték a Természet Világa diákpályázatán elért sikereik.

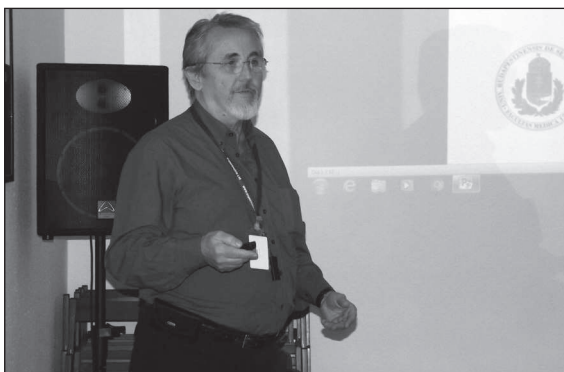
Nebojszki László, a bajai Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola tanára, aki már többször elnyerte a diákpályázat legjobb felkészítő tanára díjat, „A diák-cikkpályázat tanárszemmel. A Természet Világa fiókszerkesztősége egy bajai szakközépiskolában” címmel tartott vetítettképes előadást. Bemutatta iskoláját, elmondta miként lett szerves része tanári munkájának a Természet Világa diákpályázata. Megosztotta velünk a műhelytitkaikat: hogyan bátorítja diákjait az önálló munkára, miként választják ki a feldolgozandó



Kapitány Katalin



Bacsárdi László videó-felvételen üzent



Rosivall László



Nebojszki László

előadást is tartson Semmelweisről a hallgatóságának.

Bacsárdi László, a Természet Világa diákpályázata történetének talán legeredményesebb résztvevője (ma már intézetvezető a Nyugat-magyarországi Egyetemen, Sopronban), elfoglaltsága miatt videó-üzenetben szólt a jelenlévőkhöz („Amikor én még kisserác voltam”. Egy intézetvezető docens visszaemlékezése a diák-cikkpályázati éveire). Jó volt hallgatni, amikor elmondta, mennyit jelentett számára az a jókedvű többletmunka, amiket Lang Ágota tanárnő irányításával végeztek, s mely-

A diákcikkek könyve jó kezekbe került



témákat, s azokat hogyan formálják érdekes írásokká. Szólt az eddigi díjnyertes bajai diákokról, egyedi természetképekkel elevenítette fel értékes munkáikat. Jelen volt a rendezvényen a legeredményesebb diákja, aki négyszer kapott díjat a Természet – Tudomány diákpályázaton. A hallgatóság tapssal jutalmazta ezért *Schneider Viktort*.

A konferencia résztvevői *A tehetség ösvényei* című, a Természet Világa válogatott diákcikkeit tartalmazó könyvvel gazdagodhattak.

Kép és szöveg:
TRUPKA ZOLTÁN

AKI BÜSZKE ÖSEIRE ÉS TANÍTVÁNYAIRA:

Dvorácsek Ágoston, a nagyenyedi Bethlen Gábor Kollégium fizikatanára

A MOL Románia és A Közösségért Alapítvány 2015. április 15-én, Kolozsváron Mentor Díjakat adott át a Romániában dolgozó, arra érdemes tanároknak és edzőknek. A 414 jelölt közül tízen részesültek ebben az elismerésben, köztük Dvorácsek Ágoston, a nagyenyedi Bethlen Gábor Kollégium fizikatanára is. Ezt a díjat olyan személyek kapják, akik teljes odaadással, anyagi érdekek nélkül arra fordítják szabadidejüket, hogy fiatal tanítványaik tehetségét kibontakoztassák, életpályájukat meghatározó sikerélményekhez segítsék őket. Dvorácsek Ágoston évek óta a legjobb felkészítő tanárok közé tartozik folyóiratunk Természet–Tudomány Diákpályázatán. Őt mutatjuk most be közelebről is olvasóinknak.

– Kedves tanár úr, mit jelentett Önnek ez az elismerés?

– Nagy megtiszteltetés, a legnagyobb, amit a tanügyi pályán töltött közel negyven év alatt kaptam. A díj azonban annak a sok diáknak is szól, akik kitarotnak mellettem, akiknek kísérhettem az útját, akik évek múlva is visszaintenek és megköszönik, hogy együtt dolgozhatunk. Nagyon jólesett, hogy páran közülük ott lehettek velem Kolozsvárt, és együtt örülhettünk.

– Olvasóink régóta ismerhetik Dvorácsek Ágoston nevét, hiszen tanítványai évek óta sikeresen szerepelnek a Természet Világa diákoknak kiírt cikkpályázatán, írásaik rendre megjelennek folyóiratunkban.

Hadd ismerjük meg most Önt is kicsit közelebről. Kik voltak a felmenői, miért, hogyan lett tanár? Kik tanították az egyetemen? Mikor, hogyan került a híres nagyenyedi kollégiumba? Voltak, vannak tanári példaképei?

– Öseimre büszke vagyok. Névadóim Bohémiából, vagyis Csehországból költözött a Bánságba, Resicára szénégetőként, az ő leszármazottja, nagyapám vasutas volt Piskin, aki olasz feleségét Dél-Tirolból hozta el Erdélybe. Anyai nagyapám aradi sváb, az ő felesége, a kalotaszegi származású nagyanyám volt az a nagyszülő, aki megismertetett a magyar népmesék csodálatos világával, akinek a magyar kultúrámat köszönhettem. Szüleim is egyszerű munkásemberek voltak. Édesapám tanácsát követve gimnáziumi tanulmányaimat egy kolozsvári román tannyelvű szakliceumban végeztem. Gyerekkoromban a csillagos égbolt bűvölt el, csillagász szerettem volna

lenni, később a kor egyik fontos felfedezése, a lézer billentette érdeklődésemet a fizika felé, így hát nem kanyarodtam mérnöki pályára, hanem a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem Fizika Karára jelentkeztem, mert izgalmasnak tekintetem a kutatói pályát. Az egyetemen kiváló tanáraim voltak, közülük Gábos Zoltánt emelném ki, akit annyira tiszteltem, hogy gyengére sikeredett vizsgámat megismételtem összel, mert nem akartam, hogy csalódjon bennem. Ez volt az egyetlen eset, amikor újvizsgáztatást igényeltem. Másik tanárom, akire csodálattal tekintettem, Victor Mercea volt, akinek atomfizikai előadásai lenyűgöztek minket. 1976-ban végeztem, és bár javasol-



Kedvenc osztályával Kolozsvárt (1995)

tak felsőoktatásra és kutatásra, az akkori törvény szerint előbb három évet az iparban vagy a tanügyben kellett letölteni. Így kerültem egy nagyenyedi román tannyelvű szakliceumba, azért, hogy ne távolodjak el Kolozsvártól és szülővárosomtól, Marosújvártól. 1990-ben iratkoztam át a nagyenyedi Bethlen Gábor Kollégiumba, amelyet gyerekkorom óta csodáltam és



Dvorácsek Ágoston a Mentor Díjjal

tiszteltem. Múzeumát gyakran meglátogattam kisiskolás koromban, talán ez a gyűjtemény irányította érdeklődésemet a természet felé. Ha akkor nem sikerül Nagyenyedre jutnom, valószerű, hogy nem maradok Erdélyben. Büszke voltam döntéseimre és megpróbáltam tenni valamit azért, hogy régi hírnevéhez méltó maradjon az iskolám.

– Mi készítette arra, hogy a hivatalos iskolai órákon túl felkarolja a tehetséges diákokat, kisebb-nagyobb alkotómunkára ösztönözze őket?

– Az első kollégiumi években, amikor még kötelező volt felvételizni fizikából a műszaki karokra, és a reál osztályok fizikából is érettségiztek, voltak apró sikerélményeim a fizikaoktatás terén. Később azonban csökkent az érdeklődés és nem volt semmi esélyem, hogy diákjaim sikeresen szerepeljenek a fizikaversenyeken. 1997-ben jelentkeztem először diákjaimmal egy tudományos konferenciára, amit Csíkszeredában rendeztek, és akkor jöttem rá, hogy ez az a verseny, amelyen talán jobb eredményeket is elérhetnénk. A folytatás megerősítette bennem ezt a sejtést. Jól választottunk! A mi diákjaink általában nem kivételes képességűek, nincs szelekció a beiratkozásnál, többnyire a szórványban működő szerény kis iskolákból érkeznek, ahol néha tanerőgondok vannak. Akad azonban köztük sok tehetséges gyermek, akiknek szorgalma többet ér, mint az alapos felkészültség. Ezekkel a csillogó szemű diákokkal lehet dolgozni, őket lehet biztatni, és a siker nemcsak őket villanyozza fel, hanem a hasonlóan szorgalmas társait is. Ezekből a csillogó szeműekből verbuválódott az évek során a Fenichel Sámuel Önképzőkör kis tudós társasága.



A „Bolondok a hegyen” csapattal a Kelemen-havasokban (1997)

– Emlékszik a kezdetekre, amikor diákjai átélhették a többletmunkájuk eredményének örömét?

– Mint említettem, a csikszeredai diákkonferencia volt az a szikra, amely elindította a „láncreakciót”. Jól éreztük magunkat, egyik dolgozatunk, amely a Hargita hegységbeli Szeltersz vadvirágairól szólt, elismerést nyert, persze, hogy mindenki örült. Azzal a dolgozattal 1999-ben beneveztünk a Kunszentmiklóson rendezett Református Középiskolák Tudományos Diákköri Konferenciájára (RKTDK), ahová a szerzővel, Nagy Kingával, kalandos éjszaka után, egy Németországba tartó kamionos barátom segítségével, majd autóstoppal érkezünk meg 13 órakor, pont, amikor véget ért a konferencia. A zsűrielnök megszánt, újra összehívta társait, bemutattuk a dolgozatot és II. díjjal jutalmaztak. Ez volt első nemzetközi sikerünk! Kinga azóta két egyetemi diplomát szerzett, ma egy gyulafehérvári természetvédelmi hivatal munkatársa. Szívesen emlékezünk a Tudományos Diákkörök I. Országos Konferenciájára (TUDOK 2000), amelyet Budapesten rendeztek meg, ahova népes küldöttséggel utaztunk, és két I. díjat szereztünk. Az is elég kalandos volt, első éjszakánkat szállás híján a Puskás Tivadar Távközlési Szakközépiskola tornatermében töltöttük, ahol reggel Horváth László igazgató úr kente a zsíros kenyeret kis csapatunknak. A 2002-es Győrben rendezett TUDOK-ra egy héttel hamarabb indultunk el, mert a nagy hajrában elnéztem az időpontot. Ezt Debrecenben vettem észre, miközben aludni tértünk volna, a Református Kollégium Diákothonában, ahol Győri József igazgató barátom jóvoltából gyakran landoltunk, hogy közelebb lehessünk egy-egy konferencia helyszínéhez. Felajánlották, hogy maradjunk ott egy héttig, de mégis visszautaztunk, majd újra nekiindultunk a következő héten.



A kezdet! Az első diákcsoport, amelyet elkísért a csikszeredai diákkonferenciára 1997-ben (a középső sorban, bal oldalt Nagy Kinga)

szét, az azokat kísérő kutatómunka eredményeit bemutathattuk tudományos diákkonferenciákon. Ez többletmunkát je-

– Mikor figyelt fel először a *Természet Világa Természet-Tudomány diák-cikkpályázatára*?

– A *Szeltersz csodálatos növényvilága* dolgozattal 1998-ban jelentkeztünk a diák-cikkpályázatra, a *Természet Világa* akkoriban járt a kollégiumnak. Sajnos, nem díjazták, és akkor felháborodott levelet is küldtem a főszerkesztő úrnak, amiért nem értesítették diákomat arról, hogy milyen elvárások-

nak nem felelt meg a pályamunkánk, hol voltak hiányosságok. Nem tudhattam, hogy akkoriban annyi pályamunka érkezett, hogy lehetetlen lett volna egyenként elemzéseket küldeni azoknak, akiket nem díjaztak. A következő évben két dolgozattal neveztünk be, és I. díjat, illetve dicséretet kaptunk. Ezt követően minden évben jelentkeztünk és sok örömteli pillanatot élünk át, amikor a Magyar Tudományos Akadémia Nagytermében elhangzott, hogy „Bethlen Gábor Kollégium”, és jött a taps!

– Milyen lehetőséget látott a folyóirat cikkpályázatában, amely segíthette Önt az oktató-nevelő munkájában?

– A pályázatra beküldött cikkek jó ré-

lentett, más jellegű felkészülést, a bemutatókhoz előbb táblázatokat, fóliákat, kisfilmeket készítettünk, aztán jött a PowerPoint prezentáció. A diákok megtanultak kutatni, könyvtárban búvárkodni (erre volt lehetőség, hiszen nálunk található Erdély egyik leggazdagabb dokumentációs könyvtára), kivonatokat készíteni, fényképezni, terepen dolgozni. Fontos volt, hogy a dolgozatokat helyesen fogalmazzák és írják meg. Ez nemcsak a diákok anyanyelvápolását segítette, hanem az anyémet is, hiszen én csak a négy elemi végeztem magyarul. Jólesett, amikor megdicsérték diákjaim fogalmazását és helyesírását is. A konferenciákon igyekeztünk tömören, helyesen és szépen előadni munkánkat, erre külön készültünk, az irányító tanárok és Józsa Miklós magyar szakos barátom előtt addig ismételtettük, javí-



Ballagnak azok a diákok, akikkel legtöbbet járta Erdély hegyeit. Ők voltak a „Bolondok a hegyen” (1998)

tottuk a bemutatókat, amíg mindent sikerült tisztára csiszolni. Azok a diákok, akik részt vettek az önképzőkör tevékenységében, sokkal könnyebben írtak esszéket az egyetemen, jobban készítették el vizsgadolgozataikat és mutatták be azokat. Önbizalmat adott nekik ez a munka. Biztos vagyok benne, hogy tanultak ebből, mert magam is sokat tanultam velük együtt.

– Egy-egy sikeres diákmunka elkészítéséhez időigényes, komoly felkészülés és ötletes kivitelezés szükséges-e. Hogyan választja ki a feladathoz a diákokat? Nagyon fontos a témaválasztás. Ön adja a diáknak ehhez az ötletet, vagy volt már eset, amikor a tanítványa maga hozta a feldolgozandó témát?

– Szeltersz környékének különleges vadvirágai már korábban, 1978-ban megragadták a figyelmemet, ezért amikor 1991-ben akkori osztályom egyik diákánya megemlítette, hogy a Vargyas völgyében a szelterszi borvízforrás közelében sátorozhatnánk rokonai kaszálója közelében,

rögtön döntöttem, és attól kezdve 2004-ig odavittem az érdeklődő diákokat. Az egyik ilyen táborozás idején készültek azok a vadvirágképek, amelyek az első sikeres dolgozat témáját adták. Ahhoz a vidékhez kapcsolódnak más diákdolgozatok is, írtunk a Vargyas szorosáról és a nádasszéki gyógyfürdőről. Az ottani tapasztalatok alapján a következő tanévben az érdekelt diák kidolgozott egy-egy témát, néha úgy sikerült, hogy benevezhettünk vele. Diákjaimmal megjártuk a Székelyköt, a Nagy-Hagymást, a Madarasi Hargitát, a Kelemen-havasokat, a Rétyi Nyírt, a Gyimeseket, itt volt Nagyenyed környéke, az Érchegység és a Maros völgye, téma volt bőven és mi nyitott szemekkel jártunk, nemcsak néztünk, láttunk is. Kivételes helyzetben voltunk, a híres kollégium múltjából is bőven meríthettünk, gazdag könyvtárának köszönhetően. Mindig érdeklődtem diákjaink származási helyéről, és amikor érdekes vidékekről értesültem, javasoltam, hogy érdeklődjenek a hely természeti vagy történelmi nevezetességeiről, vagy arról, hogy híres erdélyi személyiség neve kötődött-e az illető környezethez. Sokszor sikerült felcsigázni a diák érdeklődését, és már nekifoghattunk kutatni, elemezni, gyűjteni, fényképezni. A digitális korszak előtt néha el kellett utaznom a helyszínre, hogy igényesebb géppel készítsék jó minőségű képeket, de legtöbbször a diákok hoztak jó felvételeket és régi fotókat. Amikor már kezdtek felismerni és elismerni munkánkat, a „külső” diákok is jöttek témákkal, ötletekkel, amelyeket aztán kidolgoztattam velük. Érdekes volt diákpárral dolgozni, jól ki tudták egészíteni egymást, hagytam, hogy maguk szervezzék meg a munkát. Ez

A Természet Világa által 2004-ben díjazott nagyenyedi diákok a Magyar Tudományos Akadémia épülete előtt



néha simábban gördült, mint amikor egy diákkal íratom a cikket. Ebben a korban a lányok gyakrabban vállalják, hogy nekivágnak, a fiúkat nehezebb rávenni, néha fel is adják, de némelyikük nagyobb kitartással dolgozik, mint a gyengébb nemhez tartozó társa.

– *A diákok pályadolgozatainak elkészítése milyen utakat jár be az Ön felügyelete alatt?*

– A legnehezebb megtalálni azt a diákot, aki a



Osztálytalálkozó azokkal, akikkel legtöbbet kirándult az évek során (Berethalom, 2004)



„32 tányér!” kiállításra összegyűlt a tábor. Ez volt a nagy pillanat, amikor szétoszthatták a tanár úr által főzött falatokat (Szeltersz, 2001)

jelenlegi információözönben, a sok figyelemelvonó kísértés ellenére mer többletmunkát vállalni, a téma vele jön, vagy ha nincs, könnyű felcsigázni érdeklődését, és általában kitartóan végig is járja az utat. Az egyik legnagyobb gond: hogyan kezdjem? Erre azt szoktam javasolni, hogy ne törje a fejét a bevezetőn, vágjon neki a „közepének”, majd kialakul a bevezető és a befejező rész, a cím is később születik meg! Ebben a fázisban igényelnek segítséget, ilyenkor megrágjuk együtt a témát, hogy a diákom megtalálja a megfelelő, odaillő bevezetőt és epilógust. Közben világhálón érkeznek a fércék, a kérdések, és küldöm vissza a javításokat, tanácsokat, ötleteket. A végén jön az, hogy „ha nem lenne utolsó pillanat, akkor semmi sem készülne el!”. Amikor már minden kész, jön a jól-eső nagy úr, amikor már csak várni kell az eredményre. A Természet Világánál ez az Oscar-díjak kiosztásának periódusára esik.

Nekünk ez talán többet jelent, mint a filmművészeknek.

– *Az Ön vezetésével már 15 éve működik a kollégiumukban a tehetséges fiatalok Fenichel Sámuel Önképzőköre. Milyen céllal hozták létre ezt az önképzőkört? Beváltotta az alapításkori reményeket a fiataloknak ez a tudásműhelye?*

– Sosem szerettem a túlervezett munkát, a papírhalmazokat, de kénytelenek voltunk szervezett kereteket biztosítani munkánkhoz, mert a kiszállások anyagi részét nem lehetett összehozni támogatók nélkül. Az önképzőkör könnyebben pályázhatott, így a kollégium Bethlen Alapítványa komoly anyagi támogatásán kívül más alapítványok is segíthették munkánkat. A Természet–Tudomány Alapítvány, a Kutatói Alapítvány segítségével kívül magánszemélyek is besegítettek. Itt szeretném kiemelni a Holányi család önzetlen hozzájárulását. Megbízottjuk, Holányi Zoltán gyakran tapsolt nekünk az RKTDK- és a TUDOK-konferenciákon, és sokszor ünnepelt velünk együtt az Akadémia Nagytermében is. Remélem, hogy tanártársaim folytatják tevékenységünket és további sikerekkel öregbítik a lassan négyszáz éves kollégiumi múltat, amelyben az önképzőköri munka mindig harmonikusan kiegészítette a katedrai tevékenységet.

– *A Bethlen Gábor Kollégiumban az Ön és tanártársai, valamint a fiatalok révén elért eredmények megsüvegeledők. Kérem, mondjon adatokat arról, hogy diákjaik milyen eredményeket értek el különféle megmérettetéseken.*

– Az eltelt 15 év alatt az önképzőkör diákjai 172 díjat szereztek különböző konferenciákon és pályázatokon, ebből 120-at Magyarországon. A Természet Világa cikkpályázatán 45 díjat nyertünk, 3 első, 10 második, 14 harmadik és 18 különdíjat. Összesen 84 cikkünket publikálták, 45-öt a Természet Világa. Erre vagyunk leginkább büszkék, hiszen a folyóiratot szerte a világon olvassák.



A csurgói RKTDK konferencián résztvevő nagyenyedi diákok 2006-ban

– Említene néhány olyan pályamunkát, amihez emlékezetes, érdekes történet kapcsolódik?

– Hirtelen Polgár Dalma, a lelkes gyergyóditrói diákom jut eszembe, akit az RKTDK-konferencián megkérdeztek, hogyan lehetséges az, hogy egy lány a vízimalmosokról ír dolgozatot, majd a következő évben a kovácsokkal folytatja. A válasz: egyik nagyapám molnár volt, a másik pedig kovács! Ugyanott Nagy Loránd Zsigmond varsolci diákom a díjkiosztó után, ahol első díjat nyert, ahelyett, hogy lelkesedett volna, szomorúan mondta: tavalay kiemelt első díjat kaptam. Neki kellett mindig keresni a bemutatáshoz egy muskátlivirágot a kalapjába, ami Csurgón egyszerű volt, de Marosvásárhelyen alig sikerült. Első nagy sikerünk a Természet Világa pályázatán az *Áprily virágai* volt, amit két diáklány írt. Csurgóra azonban csak egyszerűs dolgozatot fogadtak be, ezért a következő évben megírták az *Áprily virágai* címűt is, és egyikük az egyikkel, a másik a másikkal nevezett be és nyertek! Az önképzőkör legsikeresebb diákja, Szabó Emília, az első dolgozat megírása után megkérdezte, ki írta a legtöbb dolgozatot. Hat a rekord – mondtam. – Akkor én hetet fogok írni! – válaszolta. Így is lett.

– Tudom, végzett tanítványai további életútjait is igyekszik nyomon követni. A díjnyertes diákjai általában milyen pályákat választottak? Kérem, említse meg néhányat azok közül, akivel ma is szorosabb kapcsolatot tart.

– Dalma jelenleg egy sepsiszentgyörgyi projektértékelő cégnél van állásban, közel a Rétyi Nyírhez, amelyről valamikor dolgozatot írt. Balázs Kinga Münchenben bioinformatikával foglalkozik, Krizbai Ágnes az Egyesült Államokban egyetemen

tanít, Molnár Tünde Kolozsvárt a Földrajzi Intézet titkárnöve, Fogarasi Annamária két közgazdasági egyetemet végzett és francia munkaközvetítői céget vezet Kolozsvárt, Szabó Emília magyar–német szakos tanár, Maxim Orsolya gyógyszerész lett, de van mérnök, újságíró, okleveles kertész is a korábbi díjnyertes tanítványaim között. Nagyon büszke vagyok ezekre a diákjaimra, akikkel annyi munkát végeztünk, annyit izgultunk, sokat utaztunk és a végén nagyon tudtunk örülni a díjkiosztókon elhangzó szívet melengető értékelő mondatoknak, a felharsanó tapsnak. Azokkal, akik nincsenek túl távol, amikor csak alkalom adódik, szívesen találkozom. Van mit beszélni a közös múltrol!

– Bocsásson meg érte, hogy férfiemberként egy buzgó kotlóshoz hasonlítom, de nem tudok elszakadni egy évvel ezelőtti képtől. A diákpályázatunk díjátadó ünnepsége előtti napon, Budapesten, a



Molnár Tünde és Szabó Emília a Természet Világa által 2008-ban díjazott nagyenyedi diákok a Magyar Tudományos Akadémián

Vörösmarty téren megpillantottam egy népes diákcsoportot, amely egy lelkesen magyarózó felnőttet körbevéve igyekezett fővárosunkból minél több emléket hazavinni. Megörültünk egymásnak, hiszen ők a nagyenyedi díjnyertes diákok voltak, Dvoráček tanár úr vezetésével. Ma is minden versenyre, díjátadásra elkíséri diákjait, gyakran saját gépkocsijával szállítja őket. Tanulmányi kirándulásra, gombásztáborokba viszi nyáron a diákjait. Meddig bírja még ezt?

– Remélem, hogy két évig még tehetem, akkor nyugdíjba vonulok és nem lesz alkalmam közvetlenül dolgozni a diákokkal. Hosszabbíthatnék még három évet, de egy tavalyi incidenst kö-

vetően eldöntöttem, hogy nem maradok. Remélem, hogy lesz energiám írni, talán azzal is segíthetek fiatalabb olvasóimnak. A kirándulások és táborok hiányozni fognak, azokon sokat tanultak, nemcsak azok, akik köri tevékenységet folytattak, hanem mindenki. Jó volt izgulni a versenyeken és örülni a sikernek és a tapsnak. Biztosan hiányozni fognak a gyerekek, a mai tanügyi viszonyok azonban nem.

– *Családja hogyan viselte, hogy Ön olyan tanár, aki szinte alig van otthon?*

– Nehéz a válasz, azt azonban tudom, hogy fiam mindig büszke volt arra, amit tettem. Nekem ez volt nagyon fontos!

– *Az iskolájában nem kirívó ez a megszállottság? Értékeli, elismerik a munkáját, az iskolájának hírnevet szerző diákjainak eredményeit?*

– Erre a kollegáim válaszolhatnak. Remélem, nem váltottam ki senkiben ellenérzést, diákjaim munkáját pedig, azt hiszem, mindenki elismeri. Sikerült olyan útra terelni a fiatalok érdeklődését, ami hasznukra vált. Ha ezzel az iskola hírnevén is javíthattunk, az jót tett mindenkinek.

– *Tanáretetének sok emlékezetes, felémelő, ugyanakkor szomorú időszaka is lehetett. Merré billen a mérleg nyelve?*

– Ha az egész időszakot veszem, amit a Bethlen Gábor Kollégiumban töltöttem, akkor pozitív a mérleg, ha csak az utolsó évet számítom, akkor a mérleg nyelve ellenkező irányba is lendült, de az elején említett elismerés visszaadta önbizalmamat. Sok volt a sikerélmény, nem csak a köri tevékenység során. Az utóbbi években volt egy ragyogó diákom, aki olyan komolyan nekiállt a fizikának, hogy sikerült jó helyezést elérnie a magyarországi versenyeken is. Váradi Róbert elsőként jutott be a Kolozsvári Műszaki Egyetemre a sok száz jelentkezőt megelőzve, és bár nem kellett vizsgáznia fizikából, jó hasznát veszi kettőnk munkájának. Szakmailag erre nagyon büszke vagyok.

– *Ha újra kezdené, akkor is a tanári pályát választaná? Sok év tapasztalatával mi az, amit másképpen csinálna?*

– Ha ugyanaz a világ venne körül, mint 43 évvel ezelőtt, az a vasfüggönyökkel körülzárt, reménytelen világ, talán ugyanezt az utat követném. Ha azonban most érettségiznék, ebben a szabad, átjárható, összehasonlíthatatlanul több lehetőséget nyújtó világban, lehet, hogy a régi álmodat követném, talán csillagásznak, kutatónak készülnék, kihasználva azt a lehetőséget, hogy neves egyetemekre és kutatólaboratóriumokra is eljuthatnék ösztöndíjasként. Ma azonban biztosan nehezebb lenne a választás.

Kérdések: STAAR GYULA

Vulkánok földjén jártunk...

A 9. NEMZETKÖZI CSILLAGÁSZATI ÉS ASZTROFIZIKAI DIÁKOLIMPIA MAGYAR KRÓNIKÁJA

2015. JÚLIUS 25 – AUGUSZTUS 4., MAGELANG, INDONÉZIA

Hosszú előkészületek, válogatóverseny, felkészítő foglalkozások sora után, és köszönhetően az Emberi Erőforrások Minisztériuma pályázati támogatásának, hazánk idén is részt vehetett a nemzetközi közösség kilencedik csillagászati diákolimpiáján.

Az olimpiának idén Indonézia, ezen belül is Közép-Jáva, Magelang kisváros adott otthont. Már az elején komoly gondok voltak a repülőjegy rendeléssel, mivel az olimpia időpontja az Európából Indonéziába áramló turisztikai célú utazások csúcsidejére esett. A magyar küldöttség csak úgy tudott együtt, egy járattal odaérkezni a rendezők által megadott időre, a megadott nemzetközi repülőtérre (*Semarang*), ha egy több szempontból is előnytelen járatra vásároltunk jegyeket, és egy főnek odafelé még így sem jutott hely a turistaosztályon, hanem az első osz-



A 2015. évi magyar diákolimpii csapat a magelangai szálloda teraszán, háttérben három vulkánnal (a jobb oldali a Merapi)

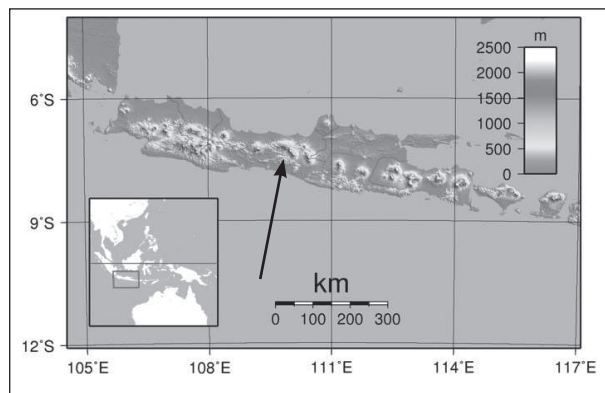
mienkénél: négyzetkilométerenként 1117 fő! Hosszú és keskeny sziget, kb. 1000 km hosszúságú (*szinte pontosan K-Ny irányban elnyúlt*), míg keresztirányban legnagyobb szélessége is mindössze 160 km körüli. Mintegy 38 vulkán adja meg a sziget fő arculatát, amelyek nagyjából a hosszanti közép-tengelyében sorakoznak. Ezek közül egy tucatnyi jelenleg is aktív. Több vulkán magassága is meghaladja a 3000 métert. Az olimpiának otthont adó Magelang körül például tiszta időben 5–6 vulkán is látható. Az indonéz méreteknben

volt, de éjszaka sem hűlt le 23–24 fok alá. A páratartalom általában 60–70% körüli, a látástávolság a pára, némi vulkáni por és a közlekedési légszennyezés miatt alig 1–2 km. Az első néhány nap még a viszonylag közeli hegyek és vulkánok sem látszóttak, esténként pedig csak a legfényesebb csillagok.

Az olimpiai események – mint mindig – kulturális show-val tarkított megnyitó ünnepséggel kezdődtek, 2015.

július 27-én, kora este. A helyszín a világörökség részét képező Borobudur templom előterében felállított színpad, nézőtér és fogadó sátrak voltak. A diákok és a csapatvezetők ezután 8 napig nem is találkozhatnak, semmilyen formában nem kommunikálhatnak egymással. Ezt minden olimpián fizikailag is elkülönített, egymástól távoli elszállásolással érik el, továbbá a versenyzők minden aktív (*internetezésre alkalmas*) eszközt elzárják a tényleges fordulók lebonyolításának idejére.

Egy nemzeti küldöttség maximum 5 versenyző diákból, 2 csapatvezetőből és 2 megfigyelőből állhat – ebből az 5 diák és 2 csapatvezető helyi részvételi költségeit a rendező ország fizeti. Lehetőség van egy második „vendég” csapat nevezésére is. Ha azonban valamely ország még egy csapatot kíván küldeni, annak már a részvételi költségeit is fizetni kell, csakúgy,



Jáva domborzati térképe, nyíllal bejelölve Magelang városka helye

tálya kellett helyet foglalnunk a részére. Végül eljött a nagy nap, és felszállt velünk Ferihegyről a katarai légitársaság Airbus 330-as gépe.

A vendéglátó Indonézia kb. 18 ezer szigetből álló trópusi ország, amiből mindössze 5 ezer sziget lakott. A világ második és harmadik legnagyobb szigetét is magáénak mondhatja (*Borneó és Új-Guinea – bár csak területeik egy része tartozik Indonézia fennhatósága alá*). Összesen 255 millió körüli lakosságának több mint fele (143 millió) egyetlen szigeten, Jáván él. Minthogy ennek területe alig 30%-kal nagyobb hazánknál (*még ezzel is a világ 13. legnagyobb szigete*), népsűrűsége így több, mint egy nagyságrenddel nagyobb a

kicsinek mondható, 140 ezres lélekszámú városka, Magelang földrajzi koordinátái: 7,5 fok déli szélesség, és 110 fok keleti hosszúság. Az olimpia idején tehát „téli”-nek nevezhető időszak uralkodott, ami igen különös hangulatú volt a számunkra (*mintha a nyárból hirtelen az ősze érkezünk volna*): este 6-kor már sötétedett, és reggel 6-ig sötét volt. A nappali hőmérséklet általában 28 fok körüli

Az olimpiai ülésterem – a csapatvezetők munkahelye a diákolimpii 8 munkanapja alatt





Pihenőidőben a diákoknak sokféle játékot, sportolási lehetőséget szerveznek

mint a megfigyelőkét. A tértíndő résztvevők költségeit évente a rendező fél állapítja meg, ez idén minden eddiginél magasabb, 1000 USD volt. A korábbi magyar részvétel útiköltségeit, és megfigyelői költségeit maguk a versenyzők és csapatvezetők családjai fizették, támogatás híján. Idén jelentős segítséget nyújtott a minisztérium a költségek átvállalásával, amiért minden résztvevő nagyon hálás!

Idén 38 ország 44 csapata versenyezhetett. Banglades, Indonézia, Irán, Malajzia, Oroszország és Románia küldött „vendégcsapatot” is. Így összesen 218 diák és 110 felnőtt alkotta a „derékhadat”. A helyi szervezők létszámát nem tudjuk megbecsülni, de minthogy minden ország küldöttsége 1–2 helyi vezetőt kap, akik egész idő alatt segítik őket mindenben, plusz összesen 26–30 csillagászati feladat javítása, vitája feladatonként 1–2 szakcsillagászt igényel, plusz a háttérben munkálkodók hada – így kb. további 150–200 főről beszélhetünk. A diákok a Puri Asri nevű parkosított rekreációs központban tartózkodtak az olimpia 2 hete során, a felnőttek pedig Magelang két nagy belvárosi szállodájának egyikét foglalták el, szinte teljes mértékben.

A munkát mindig a felnőttek kezdik, hiszen gyors tempóban el kell készülnie a feladatsoroknak, hogy a diákok nekikezd-hessenek a versengésnek. Ez nem is baj, mert legalább a nagy távolságot beutazott diákok ki tudják pihenni az időeltolódás, és a hosszú utazás fáradalmait.

Többnyire (így idén is) a megfigyelési feladatsornak a csapatvezetői grémi-um elé tárásával kezdődik az olimpiai aktivitás, mivel az időjárás szeszélye talán csak a legelső napokban teszi lehetővé az éjszakai észleléseket. Szakmailag

és nyelvhelyességileg is komoly viták folynak, néha egy-egy feladatot teljességgel törölnie kell a szakmai nivóért felelős bizottságnak. A sok órás vita után elfogadott végső verziókat ezután nemzeti nyelvekre kell fordítani, és annyi példányban kinyomtatni, ahány fős csapata van az adott országnak. A szétválogatott összeállítást beborítékolva, az olimpia elnökének és titkárnak aláírásával, pecsétjével lezárva, versenyzői névkódokkal ellátva kell leadni a végén. Ez

általában hajnalig húzódó munkafolyamat. Az angol anyanyelvű országok természetesen előnyben vannak, hiszen



Boldog pillanat: borítékban a következő forduló magyar fordítású feladatsora (Udvardi Imre, a magyar csapat két vezetőjének egyike adja át a leellenőrzött paksamétát)

alapból angolul készülnek a feladatsorok. A másik véglet a bonyolult írású országok esete: rendszerint ők maradnak a legvégére, hiszen nekik komoly feladat a PC billentyűze-kről kipötyögni a rendkívüli sokféleségű grafikus karaktereiket. Így rendszerint az arab országok, India, Kína maradnak utolsóként.

Nap mint nap, jól eltervezett sorrendben kerülnek sorra a könnyű és nehéz elméleti feladatok, majd az adatfeldolgozási kérdések. Mire ezekkel 3–4 nap alatt sikerül végezni, addigra megérkeznek a diákok első fordulójának megoldási lapjai, lehet kezdé-

ni javítani, pontozni. Az értékelés mindig kétféle: az eredeti lapokat a rendező ország szakembergárdája javítja (el lehet képzelni, milyen nehézségekkel jár nemzeti nyelveken kommentált megoldások értékelése), a fénymásolatokat pedig a csapatvezetők kapják meg. Sok éves tapasztalatumunk, hogy a hivatalos versenybírák általánosán jól, és igen korrektül pontoznak (mi többnyire jóval szigorúbbak voltunk a saját diákjainkhoz, és sok helyen épp inkább alápontoztuk a produktumukat). Csak nagy ritkán esik meg, hogy valamit félreértenek, vagy nem vesznek észre, és kevesebb pontot adnak. Az ilyen esetek miatt van belevéve a rendszerbe egy (néha két) napos „moderálás”, amikor feszes időrendbe besorozva minden ország csapatvezetői odamehetnek az egyes feladatok pontozásával megbízott szakértőhöz, és megvitathatják az észrevett eltérések okait. Ha jogos a reklamáció, el is tudnak hozni diákjaiknak pontokat. Idén is sikerült jó néhány feladatnál korrekciót elérnünk, de sajnos ez sem sokat segített...

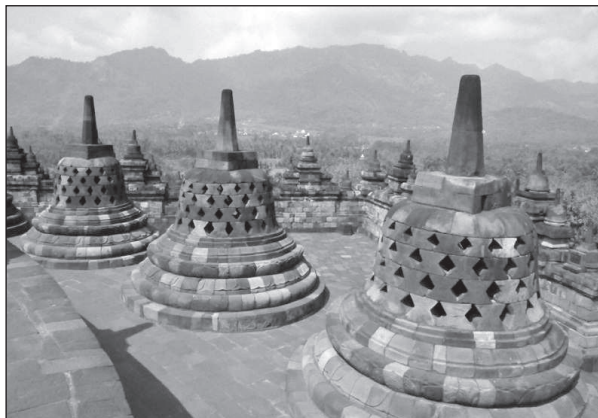
Közben persze telnek a napok, és itt-ott pár órát sikerül elcsípni a környék felderítésére, megismerésére is. Ezen felül egy, maximum két kirándulást is be szoktak építeni a programba, ami persze nem könnyű feladat, elég feszes az időrend. Így Indonéziáról is kaptunk egy kis keresztmetszetet.

Az egyik félnapos kirándulás a Magelanghoz közeli, világörökségi helyszín: a Borobudur buddhista templom megismerésére irányult. Ezt állítólag kb. 75 évnyi munkával építhették, i.sz. 800 körül, Jáva „aranykorának” nevezhető időszak során. A környezetéből 34 m magasságba emelkedő templom kb. 55 000 m³-nyi kőből épült, és egy-fajta mandalát – világábrázolást formáz. Alsó öt szintje négyszögletes alaprajzú, a felső három kör, ami már a szellemi szfé-

Nyüzösög a tárgyalóterem: folyik a pontozás megvitatása, csapatvezetők kontra pontozóbírók



rát jellepezi. Ezek a szinteken több, mint hetven, különféle méretű sztúpa (harang alakú szentély) sorakozik. Többnyire ezek látványáról ismert ez az építmény. A legtetején egy hatalmas, 15 m átmérőjű sztúpa díszíti, a Nirvána elérésének szimbólumaként. A déli félteke legnagyobb történelmi építményét 1991-től minősítette az UNESCO a világörökség részévé. 2010 novemberében a közeli Merapi kitörése során vastagon beleperte a vulkáni hamu, így komoly veszélybe került. Hónapokig tartó kemény munkával sikerült megtisztítani.



Borobudur ötödik szintjén

A második kirándulás nem volt betervezve, de a csapatvezetők egyhangú nyomásának engedve elvitték a társaságot a hírhedt Merapi vulkánhoz.

A jól végzett munka után, utolsó előtti

még ezüstöt sem ért el. Ha pedig még lyebbre ásunk, akkor észrevehető, hogy az idei „arany” pontthatár, amelyet az abszolút első helyezett pontszámához igazi-

tanak, mindössze átlagosan 75% körüli szinten mozgott, ellentétben jó néhány korábbi olimpiával. Tehát még a legjobbak is jócskán alulteljesítettek. A magyarázat pedig abban rejlik, hogy az elméleti forduló (ami a pontszámok 50%-át jelenti) előestéjén ételmérgezés történt a diákszállás éttermében, így már az éjjel során sem tudott aludni a diákság nagy része – belázasodtak, hasmenéssel és hányingerrel küszködtek. Bár a helyi rendezők igyekeztek menteni a menthetőt: gyógyszerert kapott minden kárvallott, a verseny ideje alatt néhány perccel szaladgáltak ki a WC-re a gyerekek, sőt egy amerikai és egy orosz versenyzőt mentők vittek el. Normálisan nem is tudhattak teljesíteni, hiszen mindenki a saját szervezetével küzdött. A fertőzés tünetei még jó



A Merapi csúcsa. Jól látható, hogy füstölög... vajon mikor tört ki ismét?



Tradicionalis indonéz tánc a diákok és csapatvezetői küldöttségek közös estéjén

nap végre lehetett lazítani egyet: a korábbi olimpiák koreográfiájához hasonlóan, az utolsó versenyforduló zárultával ismét találkozhattak a diákok és vezetőik. Egy közös nagy estélyen beszélhették meg a tapasztalataikat. Közben indonéz tradicionális zenével (gamelán) és tánccal szórakoztatták a résztvevőket. A rendező ország kulturális bemutatkozása mindig fontos része az olimpiának.

Végül eljött a zárőnnepség. Ezen osztották ki az érmeket, de ebből a rituáléból sajnos idén kimaradtak a magyar diákok. De nem ez volt az egyedüli meglepetése az idei olimpiának, hanem az, hogy a legtöbb, általában néhány aranyéremmel büszkélkedő európai ország szintén kimaradt az aranyesőből, némelyikük

Az indonéziai diákolimpia magyar küldöttsége az olimpia szimbólumaival díszített háttér előtt (balról jobbra: Kiss L. László csillagász, az MTA levelező tagja, Vígh Benjámin, Tószegi Balázs, Csörnyei Géza, Kalup Csilla versenyzők, Udvardi Imre csapatvezető, gimnáziumi fizika tanár, Hegedűs Bálint versenyző, és Hegedűs Tibor csapatvezető, csillagász)



néhány napig elhúzódtak, úgyhogy még az adatfeldolgozási fordulóra is kihatottak. A mieink napokig enni sem nagyon mertek az ételekből. Természetszerűleg a hasonló körülményekhez jobban „hozzászokott” ázsiaiak bírták jobban. Az aranyérmesek között egyetlen európaikat, egy oroszot találhattunk idén. Szinte mindenki csalódottan tért haza. Az eset utóhatásai, a jövőbeli olimpiák hasonló esetei során követendő eljárások szabályozása még e cikk megírásakor is tartanak élénk levelezés formájában. Hazánk csapatvezetői konkrét javaslatokat terjesztettek elő az elnökségnek.

Mindennek ellenére mind a csapattagok, mind a felnőtt kísérők igyekeznek a jóra, szépre emlékezni. A szervezés maga jónak volt mondható, a helyiek nagyon igyekeztek. Az órákig tartó kellemet-



A zárőünnepség emlékezetes látványa: a kivilágított, több, mint ezer éves Prambanan templomegyüttes monumentális tornyai (szintén UNESCO világörökségi helyszín)

len buszban várakozások okozói is egyes résztvevők voltak, nem a szervezés hiányosságai. Nagyon barátságos né-

sakor már él az új válogatóverseny honlapja, indul a tehetségek felkutatása – reméljük kellő számban lesznek jelentkezők.

pet, különös hangulatú országot ismertünk meg, és az élményeken kívül rengeteg tapasztalatot is szereztünk. Ezeket már a következő évi olimpiára történő felkészülések során is hasznosítani fogjuk – valamint az egyre közelebb, hazai megrendezésű 2019.

évi olimpia előkészítésénél is figyelembe vesszük. 2016-ban téli olimpia lesz, az indiai Bhubaneswar december 9-19. között várja a csillagászati tudását próbára tenni kívánó középiskolásokat. A cikk megírásakor már él az új válogatóverseny honlapja, indul a tehetségek felkutatása – reméljük kellő számban lesznek jelentkezők.

A magyar csapat vezetői köszönetet mondanak az Emberi Erőforrások Minisztériumának az 59399-2/2014/KOIR ikt. számú támogatásért, amely mind a felkészülés folyamatát, mind a tényleges kiutazás költségeit fedezte. Ezen kívül anyagiakkal még a Bajai Observatórium Alapítvány, az MTA Csillagászati és Földrajzi Kutatóközpontja, és az alábbi magánszemélyek járultak hozzá az ideai magyar részvételhez: Csabai László, dr. Ill Márton (*posztumusz*), Kalup Gyuláné (*társadalmi munkával*), dr. Kiss László, Laczkó Éva, Morvai József, Piriti János, Porhanda Zsolt, Szöllősi Attila, Tepliczky István, Tordai Benjámín Tamás, Uhrin András.

DR. HEGEDŰS TIBOR,
az IOAA magyarországi koordinátora,
csapatvezető csillagász
UDVARDI IMRE,
IOAA magyarországi koordinátor,
csapatvezető tanár

7. országos „Kulin György” csillagászati verseny általános iskolásoknak és csillagászati és asztrofizikai diákolimpiai válogatóverseny középiskolásoknak

2015–2016. tanév

Szervezők:

Bajai Observatórium Alapítvány (<http://www.bajaobs.hu/boa>)
ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium (<http://www.gothard.hu>)
Magyar Csillagászati Egyesület (<http://www.mcse.hu>)

Szegedi Tudományegyetem TTIK Fizikus Tanszékcsoport és Csillagvizsgáló, valamint Bajai Observatórium (<http://astro.u-szeged.hu> – <http://www.bajaobs.hu>)

a TIT Budapesti Planetárium, és a TIT Komárom-Esztergom Megyei Egyesület
(<http://www.planetarium.hu> , <http://www.titkom.hu/>)

A Bajai Observatórium Alapítvány, az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium, a Magyar Csillagászati Egyesület, a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar Kísérleti Fizikus Tanszékcsoportja és Csillagvizsgálója, valamint Bajai Observatóriuma, és a TIT Budapesti Planetárium és Komárom-Esztergom Megyei Egyesülete ismét országos diákvételkedőt hirdet, két év után először újra két kategóriában (általános iskolai és középiskolai) a 2015/2016. tanévben.

Résztvevők, nevezés:

A versenyben részt vehetnek hazai és határon túli magyar ajkú, a 2015/2016. tanév-

ben általános vagy középiskolába járó diákok. **A vetélkedő két kategóriában zajlik majd párhuzamosan:** az I. kategóriába az általános iskolás (elsősorban felső tagozatos) diákok jelentkezését várjuk, míg a II. kategória a középiskolásoké (főleg 9-12. osztályosoké). Nevezés: a lentebb megadott versenyhonlapokról letölthető **nevezési lap** kitöltésével.

I. kategória (általános iskola)

1. A versenybe 3 fős csapatok nevezhetnek. Egy iskolából, osztályból több csapat is nevezhet, de egy tanuló csak egy csapat tagja lehet. A csapatok több iskolából is összeállhatnak. Ha valaki betegség vagy egyéb okok miatt a vetélkedő folyamán

kiesik a csapatból, másik diák léphet a helyére, de erről a verseny szervezőit értesíteni kell.

2. A nevezésben kért adatok: a csapat tagok neve, születési időpontja, lakhelye, iskolája neve, osztálya, a csapat e-mail-címe, postacíme (*a régió* megjelölésével*), ha van felkészítő tanár, annak neve – mindezek titkosak maradnak a döntőig. Éppen ezért meg kell adni egy választott csapatnevet is, ami lehetőleg kapcsolódjon a vetélkedő témájához (*a név tartalmazzon legalább öt betűt és egy háromjegyű számot is, pl. Orion567, Marslakók312, maximum 15 karakter hosszúságban. „Kulin” ne legyen, és csak betűket valamint számjegyeket használjanak!*)

3. A nevezési díj 1500 Ft/csapat (azaz 500 Ft/fő), amit a nevezéssel egy időben kell befizetni átutalással (vagy közvetlen bankpénztári befizetéssel) az alábbi bankszámlára

TIT Komárom-Esztergom Megyei Egyesület, bankszámlaszám: 10200452-36012844-00000000 K&H Bank.

Fontos, hogy az átutaláson/bankpénztári befizetési rendelvénnyel a megjegyzés rovatban a csapat nevét és a befizető nevét is tüntessék fel!

A határon túli csapatok nevezési díját támogatóink átvállalják, így nekik nem kell nevezési díjat fizetni!

4. Az első forduló beérkezési határideje utáni nevezéseket nem vehetünk figyelembe!

II. kategória (középiskola 9–12. osztályosai számára)

1. Ez a másik kategóriától eltérően **nem csapat-, hanem egyéni verseny**, egyben a 2016. évi indiai Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia hazai válogatója is!

2. A nevezésben kért adatok: a versenyző neve, születési időpontja, lakhelye, iskolája neve, osztálya, e-mail címe, ha van felkészítő tanár, annak neve.

3. A nevezési díj 1000 Ft, amit a nevezéssel egy időben kell befizetni átutalással (vagy közvetlen bankpénztári befizetéssel) az alábbi bankszámlára:

Bajai Obszervatórium Alapítvány; bankszámlaszám: 11732033-20028424 , Bajai OTP

Itt is fontos, hogy az átutaláson/bankpénztári befizetési rendelvénnyel a megjegyzés rovatban a versenyző nevét és a befizetés célját („nevezési díj”) is tüntessék fel!

4. Az első forduló beérkezési határideje utáni nevezéseket nem vehetünk figyelembe!

A verseny tartalmáról, a három előkészítő forduló lebonyolításáról:

1. A verseny témája, ismeretanyaga: csillagászat, űrkutatás. A három forduló során a vetélkedő honlapján (honlapjain) változatos feladatokat kapnak a résztvevők.

Az I. kategória csapatai természetesen játékosabb, életkorukhoz, ismereteikhez illeszkedő feladatokat. Lehetnek tudománytörténeti, az űrkutatás mérföldköveire vonatkozó és a fényszennyezéssel kapcsolatos kérdések valamint gyakorlati vonatkozású feladatok is.

Az I. kategória első internetes fordulójának feladatai a versenykiírással egyidejűleg már meg is jelennek, a II. kategóriáé csak október első napjaiban várható. Kérjük, az érdeklődők néhány naponta ellenőrizték a weblapot! A beküldési határidő természetesen igazodik a kiírás dátumához (várhatóan 1 hónapot adunk egy-egy forduló feladatainak kidolgozására).

A II. kategória egyéni versenyzői többnyire számolási feladatokat, néha adatfeldolgozási, valamint valamilyen mérési-

megfigyelési problémákat kapnak. A II. kategória esetén az egyes fordulók fokozatosan nehezedő feladatokat fognak tartalmazni, a végén már közelítendő a nemzetközi diákolimpiák színvonalához.

Mindkét kategória hivatalos weblapja: <http://www.bajaobs.hu> fő lapról érhető el, a Kulin ikonra kattintva

2. A felkészüléshez az első három fordulóban bármi felhasználható, a döntőben semmi sem. Különös gondot fordítunk arra, hogy a megoldások ne legyenek egyszerűen megtalálhatók, „kiollózhatók” az internetről. Ha egy szöveges megoldás, ill. esszé több versenyzőnél feltűnően megegyezik, akkor egyikük sem kap pontot rá.

3. A három forduló lebonyolítása és a beküldés is elektronikusan történik. A feladatok a verseny honlapján jelennek meg. Az elérhető maximális pontszám a feladatok kitűzésénél feltüntetésre kerül. A megoldásokat többnyire elektronikus levélben (e-mailben, ill. hozzá csatoltan) kell beküldeni. (Ha ettől eltérés lesz, arra külön felhívjuk a figyelmet!)

4. A kiértékelést, a megoldások pontozását a Szegedi Tudományegyetem, az ELTE GAO és a TIT munkatársai végzik. A megoldásokat és a pontverseny állását, minden forduló után, de legkésőbb a következő forduló kiírása előtt, a vetélkedő honlapján közöljük majd.

5. A verseny feladatbeküldéseinek, ill. egyéb (menet közben) felmerülő kérdések, problémák tekintetében is használható e-mail címek:

I. Általános iskolai kategória:

kulinvetelkedo@gmail.com

II. Középiskolai kategória:

kulin@bajaobs.hu

FONTOS TUDNIVALÓ!

Bár önálló felkészüléssel is eredményre juthatnak a versenyben a lelkes, önképző diákok – mégis sokaknak segítséget jelenthet, hogy az ország több pontján, 2015. októberétől

OLIMPIAI FELKÉSZÍTŐ CSILLAGÁSZATI SZAKKÖRÖK INDULNAK

várhatóan két-három hetenkénti, szombati foglalkozásokkal, területi alapú „beiskolázással”. Érdeklődni, jelentkezni az alábbi módokon lehet:

Békés, Borsod-Abaúj-Zemplén, Hajdú-Bihar, Szabolcs-Szatmár megyékből:

Soha Rudolf Ferenc, Agóra (Debrecen), E-mail: soha.ferenc@agoradebrecen.hu, mobil: + 36-20-411-5290

Bács-Kiskun, Baranya, Csongrád, Tolna megyékből:

Hegedüs Tibor, SzTE Bajai Obsz., E-mail: hege@electra.bajaobs.hu, mobil: +36-20-937-042

Győr-Sopron, Vas, Veszprém, Zala megyékből:

Kovács József, ELTE GAO, E-mail: jkovacs@gothard.hu, mobil: +36-20-471-9479

Budapest, és a többi, fentebb fel nem sorolt megyék:

Udvardi Imre, K. K. Gimn. (Bp), E-mail: imre.udvardi@gmail.com, mobil: +36-30-937-3720

A későbbi, nyilvános döntőkről:

I. (általános iskolás) kategória:

1. A szóbeli döntőbe minden régió* legjobb csapata, valamint a legtöbb pontot elért határon túli csapat jut be.

2. A döntőben a csapatok főleg szóbeli feladatokat kapnak. A döntőben nem lehet segédeszközöket (pl. könyvet, internetet, mobil) használni.

3. Az utazást a csapatoknak maguknak kell megoldaniuk. (A vonatkozó költségek megtérítésére keressük a támogatókat, de jelenleg még nincs rá forrásunk.)

4. Díjazás: minden döntőbe jutott diák és felkészítő tanár oklevelet kap, az első 5 csapat szakkönyveket, posztereket, távcsöveket, tábori részvételt nyer.

5. Az eredmények közzétételének módja: a verseny honlapján és a <http://hitek.csillagaszat.hu> hírportálon, a döntőről beszámoló lesz a Komárom-Esztergom megyei 24 Óra c. napilapban és a „Meteor” havi csillagászati folyóiratban.

II. (középiskolás) kategória:

1. A szóbeli döntőbe a 10–12 legtöbb pontot elérő versenyző kerül be.

2. A feladatok nehézségi foka közelíteni fogja a nemzetközi diákolimpiáét. Alapvetően írásbeli feladatok lesznek, valamint egy mérési-adatfeldolgozási és néhány megfigyelési-égboltismereti.

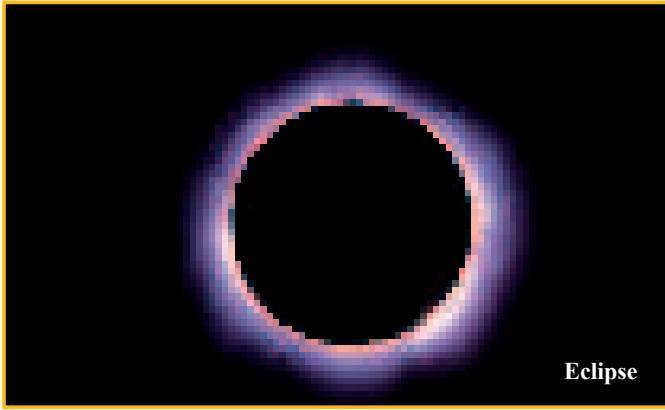
3. A döntőben nem lehet segédeszközöket (pl. könyvet, internetet, mobil) használni.

4. Az utazás, és az esetleges szállás költségét a versenyzőknek kell vállalniuk. (A vonatkozó költségek megtérítésére keressük a támogatókat, de jelenleg nincs rá forrásunk.)

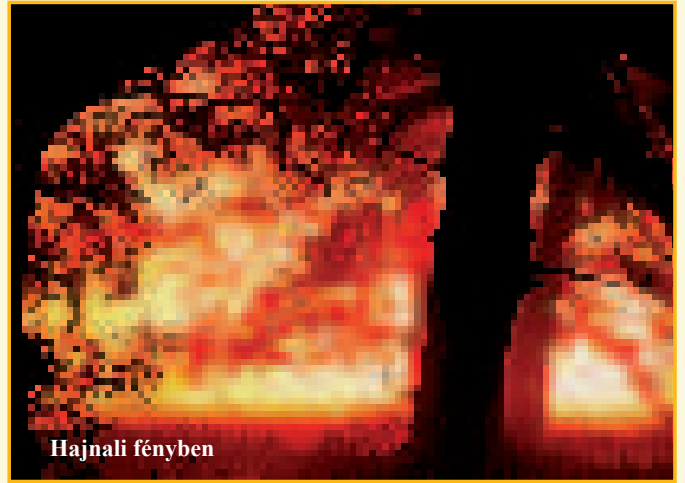
5. Díjazás: minden döntőbe jutott diák és felkészítő tanár oklevelet kap, az első 6 versenyző szakkönyveket, posztereket, távcsöveket, tábori részvételt nyer. Az első 4 (gyakorlati okokból elsősorban az országhatárunkon belüli) helyezettből kerül ki a tizedik nemzetközi csillagászati diákolimpián hazánkat képviselő csapat és tartalékosa.

8. Az eredmények közzétételének módja: a verseny honlapján és a <http://hitek.csillagaszat.hu> hírportálon, a döntőről beszámoló lesz a Petőfi Népe napilapban és a Meteor folyóiratban.

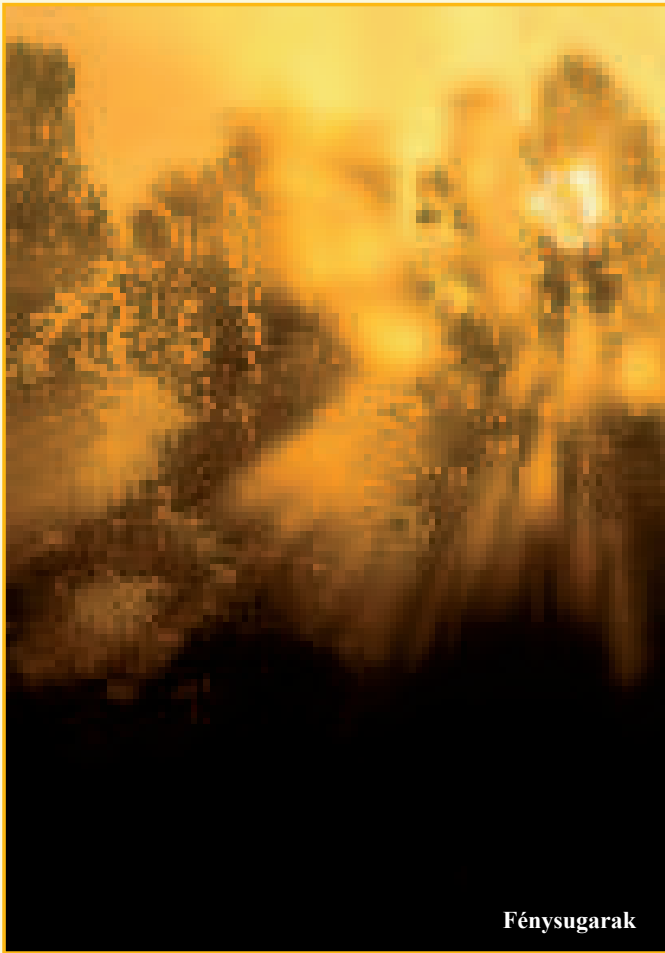
Fény-képek



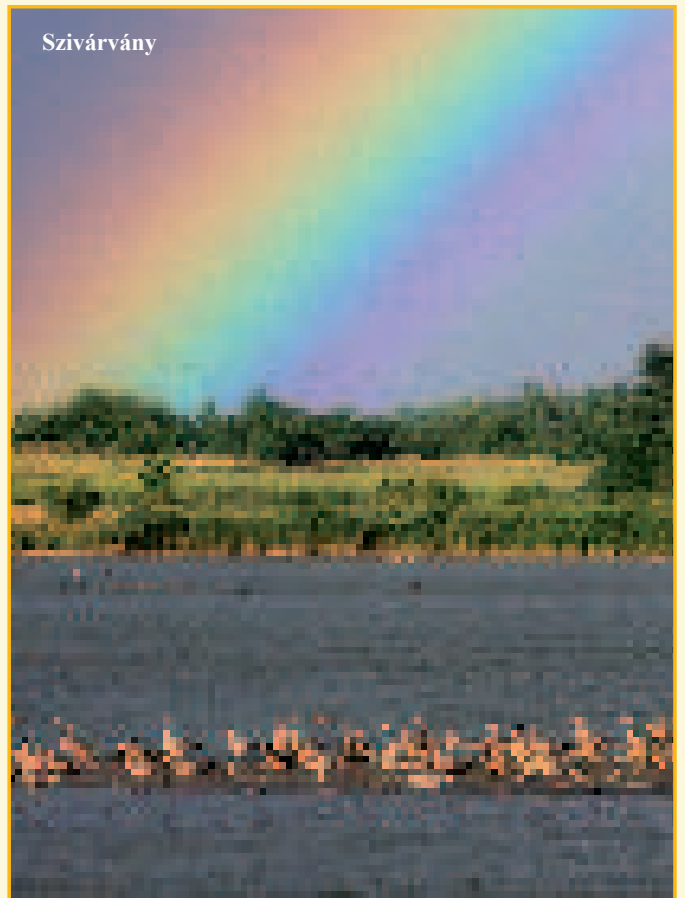
Eclipse



Hajnali fényben



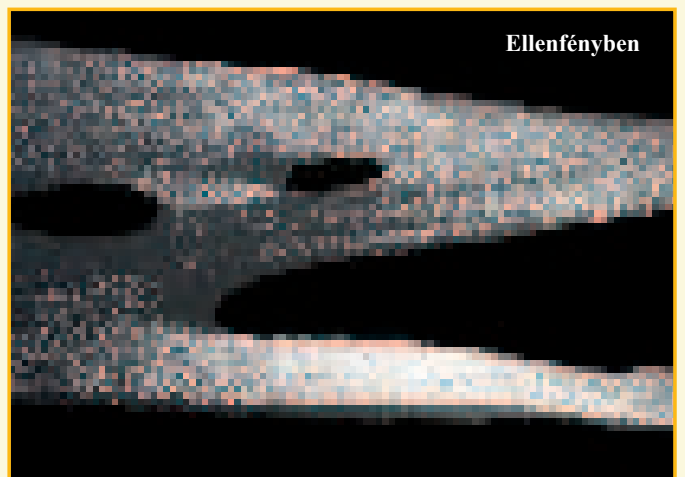
Fénysugarak



Szivárvány



Gyűjtőlencsék



Ellenfényben

Kalotás Zsolt felvételei

Megjelent a Természet Világa új különszáma!

A FÉNY ÉVE – 2015

Az Európai Fizikai Társulat (EPS) kezdeményezésére 2015. év *A Fény* Nemzetközi Éve volt. A világeseményé váló kezdeményezéshez Magyarország is csatlakozott.

A fényvel kapcsolatos hazai események, programok kidolgozására, szervezésére a Magyar Tudományos Akadémia 26 fős Programbizottságot kért fel, amelynek elnöke *Kroó Norbert* akadémikus, elnöki tanácsadó. Kroó professzor mondja a vele készített interjúban: „*A Fény Évét ürügynek, eszköznek kell tekintenünk ahhoz, hogy a széles közönség, elsősorban a fiatalok figyelmét ráirányítsuk a tudományra, azon belül elsősorban a fizikára... Hangsúlyt adjunk olyan dolgoknak, melyeket az egész társadalom számára fontosnak tartunk, amik a természettudományhoz is kötődnek.*”

A tervezett programok között ajánlott kiadványként szerepel a *Természet Világa* tudományos ismeretterjesztő folyóirat tematikus *Különszáma*, amely a fénynek a természettudományokban és az élet számos területén betöltött, kiemelkedően fontos szerepét mutatja be.

A fény szerepének sokoldalú megvilágításakor fontos tudományos kérdések kerülnek boncasztalra, és az is, hogy milyen eredményeket értek el a magyar kutatók ezen kérdések megválaszolása során. A közérthetően megírt cikkek ezeket az eredményeket eljuttathatják az olvasókhhoz, fontos missziót teljesítve ezzel. A *Természet Világa Fény Éve* különszáma országos terjesztési hálózatba kerül, november végétől minden érdeklődő számára elérhetővé válik.

A különszám tartalma

„Aki a múltját nem becsüli, az a jövőt sem érdemli meg.”
Beszélgetés **Kroó Norbert** akadémikussal, a Fény Éve magyarországi Programbizottság elnökével
(**Both Előd** interjúja)

Both Előd: Évfordulók

A fény Nobel-díjasai

Abonyi Iván: I. A fénysugárzás modern elméletének kialakulása a fizikai Nobel-díjak tükrében

Radnai Gyula: II. Fénylő évek, nevek, események az orvosi, fizikai, kémiai Nobel-díjak történetében

Pécz Béla: Legyen világosság! – mondta a Nobel-díj Bizottság. A 2014. év Nobel-díjasai

Patkós András: Létezhet-e anyag fény nélkül?
Kutatás a fénytelen anyag után

Solt György: Az első fény



Kiss L. László: A számokká alakított fény.
Digitális égboltfelmérések

Kolláth Zoltán: Történetek a fényszennyezésről

Farkas Győző: Hogyan készül és mire jó az ultrarövid fényimpulzus?

Fényreszabott méter. Beszélgetés **Bay Zoltánnal**
(**Staar Gyula** interjúja)

Schiller Róbert: Napfényből hidrogén

Kajtár Márton: Miért piros a paprika? (**Tomasz Jenő** előszavával)

Horváth Ottó–Szabóné Bárdos Erzsébet–Fodor Lajos:
A fotokémia környezetünkben és környezetünkért

Lente Gábor: „...és lőn világosság.” Fényt kibocsátó kémiai reakciók a világító rudaktól a szentjánosbogarakig

Horváth Gábor: A fénysarkítás dicsérete. Látás poláros fényvel

Szabad János: Fény, belső óra és napi ritmus

Kozma-Bognár László: A növényi cirkadián óra

Andrásfalvy Bertalan: Világító pipettahegy

Csáji Attila: A fényművészetről a Fény Évében

