

# Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

145. évf. 10. sz.

2014. OKTÓBER

ÁRA: 650 Ft

Előfizetőknek: 540 Ft

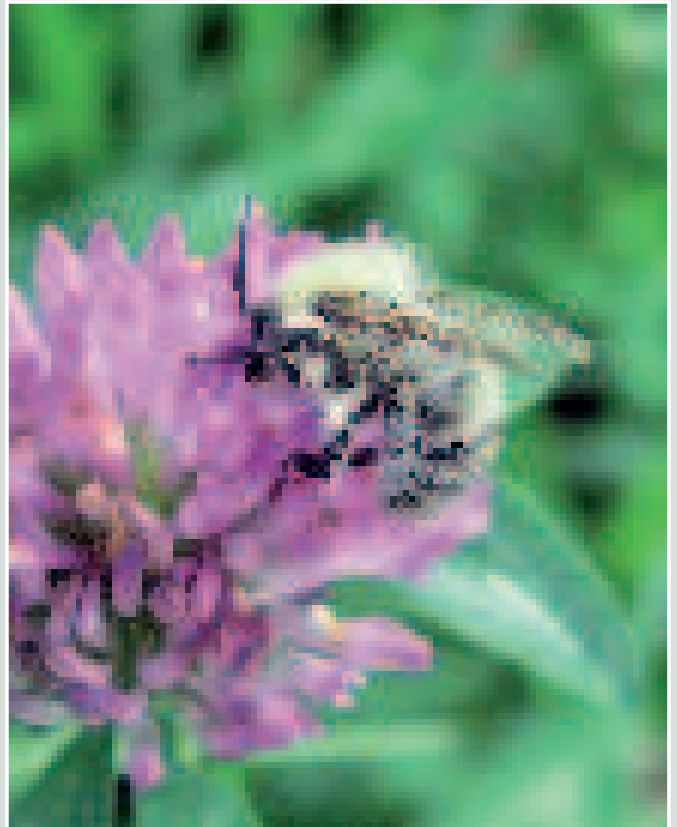
■ EGY ŪRHAJÓŠ TANÁCSAI  
■ MAGYARORSZÁG „TENGEREI”

■ MAGYAR FIATALOK A DIÁKOLIMPIÁKON

# A földi poszméh és rokonai



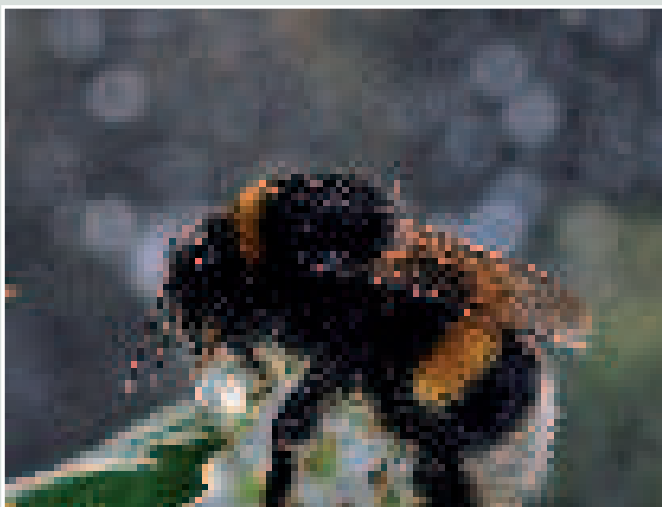
Földi álposzméh (*Bombus vestalis*)



Erdei poszméh (*Bombus sylvarum*)



Földi poszméh (*Bombus terrestris*)

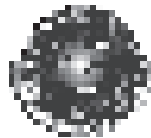


Szürke poszméh (*Bombus lucorum*)



Kövi poszméh (*Bombus lapidarius*)

# Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ  
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben  
SZILY KÁLMÁN  
MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KOZLÓNY  
145. ÉVFOLYAMA



2014. 10. sz. OKTÓBER  
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 111142) támogatásával.  
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai  
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



A kiadvány a Magyar Tudományos  
Akadémia támogatásával készült.

Főszerkesztő:  
STAAR GYULA  
Szerkesztőség:  
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.  
Telefon: 327-8962, fax: 327-8969  
Levélcím: 1444 Budapest 8., Pf. 256  
E-mail-cím: termvil@mail.datanet.hu  
Internet: www.termeszettvilaga.hu  
vagy http://www.chemonet.hu/TermVil/

Felelős kiadó:  
PIRÓTH ESZTER  
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomtatás:  
iPress Center Hungary Zrt.

Felelős vezető:  
Lakatos Imre  
vezérigazgató

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

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

Előfizetési díj:  
fél évre 3240 Ft, egy évre 6480 Ft

# TARTALOM

<b>Tömpe Péter:</b> Alkímia és középkori orvoslás.	
A Kalocsai Érseki Könyvtár ritkasága.....	434
Egy úrhajós tanácsai földlakóknak ( <b>Both Előd</b> összeállítása).....	438
<b>Halmos László:</b> Magyarország tengerei, a szikes tavak.....	442
<b>Nagy Róbert:</b> Az értágulatok mechanikája.....	446
<b>Schiller Róbert:</b> Egy mondat Platón és Planck között. 450 éve született Galilei....	450
<b>Telbisz Tamás:</b> Víz, jég, ember a karszton. Montenegro.....	452
A fény éve.....	456
<b>Abonyi Iván:</b> Tudomány és művészet találkozása ( <i>OLVASÓNAPLÓ</i> ).....	456
<b>Keszthelyi Lajos:</b> Fizikusok és matematikusok az Eötvös Collegiumban	
Emlékek, gondolatok egy könyv olvasásakor.....	457
<b>Venetianer Pál:</b> Mutasd meg DNS-ed, megmondom életkorod!.....	462
<i>HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSÉGEK</i> .....	463
A magyar csillagászat doyenje. <b>Guman Istvánnal</b> beszélget <b>Rezsabek Nándor</b> .....	466
<b>Bencze Gyula:</b> Elhunyt az utolsó navahó „kódfejtő”.....	468
<b>Vas Zoltán–Merkl Ottó:</b> A földi poszméh.....	469
<b>Ladányi László:</b> Bazaltutcán Vadlány-lik.....	472
<b>Bakó Gábor:</b> Belvízfelmérés és térinformatika.....	474
<i>ORVOSSZEMMEL</i> ( <b>Matos Lajos</b> rovata).....	476
<b>Kapronczay Katalin:</b> Az Ötpacsirta utcától a Gólya utcáig ( <i>OLVASÓNAPLÓ</i> ).....	477
<i>FOLYÓIRATSZEMLE</i> .....	478
<i>E számunk szerzői</i> .....	480

*Címképünk:* Asztana legérdekesebb, 2007-ben épült hídja (*Vankó Péter* felvétele)

*Borítólapunk második oldalán:* A földi poszméh és rokonai

(*Bodor János és Ringer Marianna* felvételei)

*Borítólapunk harmadik oldalán:* Montenegro (*Telbisz Tamás* felvételei)

*Mellékletünk:* Magyar fiatalok a diákolimpiákon. Vankó Péter: Fizikaverseny egy furcsa városban. Hováth Gyula–Zsakó László: Beszámoló a 2014. évi Nemzetközi Informatikai Diákolimpiáról. Makkai Bernadett–Trócsányi András: Beszámoló a XI. IGU Nemzetközi Földrajzi Olimpiáról. Pelikán József: Beszámoló az 55. Nemzetközi Matematikai Diákolimpiáról. A XXIII. Természet-Tudomány diák pályázat cikkei. Oláh Réka, illetve Gajda Gergely és Gajda Benedek írása. A XXIV. Természet-Tudomány diák pályázat pályázati felhívása

## 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,  
PATKÓ ANDRÁS, PINTÉR TEODOR PÉTER, RESZLER ÁKOS,  
SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI, SZATHMÁRY EÖRS,  
SZERÉNYI GÁBOR, VIDA GÁBOR, WESZELY TIBOR

Főszerkesztő: STAAR GYULA

Szerkesztők:  
KAPITÁNY KATALIN (yka@mail.datanet.hu, 327-8960)  
NÉMETH GÉZA (n.geza@mail.datanet.hu, 327-8961)

Tördelés: LewArt Design

Titkárságvezető:  
LUKÁCS ANNAMÁRIA

TÖMPE PÉTER

# Alkímia és középkori orvoslás

## A Kalocsai Érseki Könyvtár ritkasága

V iszonylag kevés könyvészeti és tárgyi emlék maradt fenn a középkori Magyarország gyűjteményeiből. Különösen vonatkozik ez a természettudományok, így a középkori gyógyászat és az alkímia területére, melyről legismertebb kémiatörténészeink, Szathmáry László<sup>1</sup>, Szőkefalvi-Nagy Zoltán, Szabadváry Ferenc<sup>2</sup> és Balázs Lóránt<sup>3</sup> adtak áttekintést. Nevezett történészeink mindegyike megemlíti a most megkerült könyv szerzőjét, *Laonhardt Thurneysser zum Thurn* (1531–1596) nevét, mint a XVI. század egyik legismertebb vándortudósát, a nagy Paracelsus követőjét. *Thurneysser* neve valamilyen újkori kémiatörténeti munkában előfordul, így a legismertebb alkímia történeti könyv szerzője, *Hermann Kopp* is hosszan ismerteti kalandos életét és kétségtelen tudományos érdemeit.<sup>4</sup>

2014 májusában *Grócz Zita*, a Kalocsai Főszékesegyház Könyvtárának vezetője<sup>5</sup>, egy nagyméretű, fakult bőrkötésű könyvet talált. Az 1578-ban Berlinben, gót és latin nyelven nyomtatott, 181 oldalas munka számos színezett fametszetet és iniciálét tartalmazó, bőrkötésű, igen jó állapotban ránk maradt könyv képeinek nagy része kézzel festett, reprezentatív kiadás (1. ábra).<sup>6</sup> Utolsó lapja a szerzőnek a korra jellemző stílusú, fametszett címerét is tartalmazó ki-



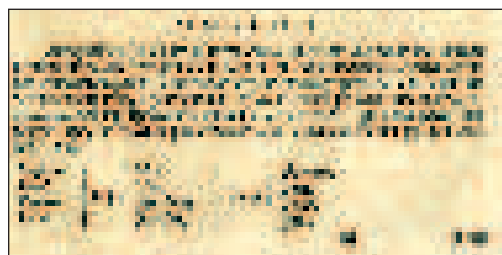
1. ábra. Laonhardt Thurneysser zum Thurn *Historia* című könyvének első oldala és utolsó lapja, a szerző és kiadó Thurneysser címerével

adói jelzet. (Thurneysser 1569-től saját kiadói vállalkozást és nyomdát működtetett.)<sup>7</sup>

A könyvet a latin nyelvű, kéziratos bejegyzése szerint egy bizonyos *Rankow* lovag vásárolta 1579-ben, majd évszázadok múltával, a beragasztott „ex libris” szerint, *Johann Friedrich Günther von Strernegg* báró tulajdona volt, aki könyvtára egyéb darabjaival együtt, feltehetően az 1770-es években eladta *Patachich Ádám Sándor* (1717–1784) kalocsai érseknek<sup>8</sup>.

Az állítólag 32 nyelvet ismerő *Thurneysser* 1566. évi ma-

gyarországi utazásaira és kapcsolataira ékes bizonyíték, hogy „bolyongó



2. ábra. Thurneysser kéziratában megtalálható magyar szavak a kaballisztikus erővel bíró (al) meghalni, halál, temetés és a rothadás szavaink

<sup>8</sup> Báró zajezdai Patachich Ádám Sándor 1766-tól haláláig volt kalocsai érsek, a magyar oktatásügy egyik irányítója és az érseki palota építtetője, saját könyvgyűjteményét egyesítette az érseki gyűjteménnyel, így megalapította a Kalocsai Főszékesegyházi Könyvtárat.

<sup>9</sup> Susanne Benjamin: Ein Berliner Dr. Faustus?, Berlinische Monatschrift Heft 7. Luisenstadt Ed. (1996)

orvosként” a korban divatos szómágia kaballisztikus csodaszavának néhány magyar szót is alkalmazott, mint például a halál, a meghalni, a temetés és a rothadás szavakat (2. ábra). Szintén honi kapcsolataira utal, hogy a „Historia” bevezetésében lengyel királynak és erdélyi fejedelemnek, *Báthory Istvánnak*

1 Szathmáry László: Magyar alkémisták, K. M. Természettudományi Társulat, Budapest. 1928. (319. old.)

2 Szabadváry Ferenc és Szőkefalvi-Nagy Zoltán: A kémia története Magyarországon, Akadémiai Kiadó, Budapest. 1972. (23. old.)

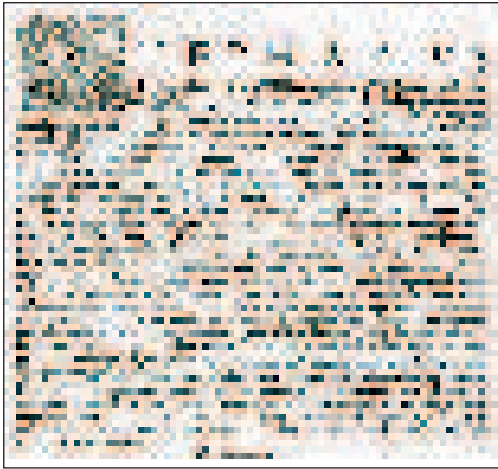
3 Balázs Lóránt: A kémia története, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 1996. (152. old.)

4 Hermann Kopp: Die Alchemie, Carl Winter, Heidelberg. 1886.

5 Főszékesegyházi Könyvtár Kalocsa. 6300 Kalocsa, Szentháromság tér. 1.

6 A digitalizált képmásolatokat Kelemen Eörs készítette. (PHYTEAS Könyvmanufaktúra, Budapest.)

7 Thomas Hofmeier und Daniel Arpagaus: Kleine alchemische Bibliothek, Leonhard-Thurneysser-Verlag, Berlin & Basel. 2007.



**3. ábra.** Leonhardt Thurneysser zum Thurn most megkerült *Historia und beschreibung influentischer elementischer und natürlicher wirkungen* című könyvét Báthory István erdélyi fejedelemnek ajánlotta

(1533–1586) mond köszönetet (3. ábra). Thurneysser korának egyik leghíresebb fametsző illusztrátorával, *Jost Ammannal* (1539–1591) dolgozott együtt. (A Thurneysserről készült számos ovális portrét a frankfurti *Peter Hille* készítette. Az arcképeket díszítő attribútumok között és a könyv egyes ábráin is gyakran megjelenik *Thurneysser* címere. Magáról *Thurneysser*ről is sok fametszet található, hiszen meglehetősen öntörvényű és hiú ember lehetett. Egyéni ötlete volt az alkímiai ábécé megszerkesztése, melyben az egyes betűket hajlított csőrű retorták adták ki (4. ábra).

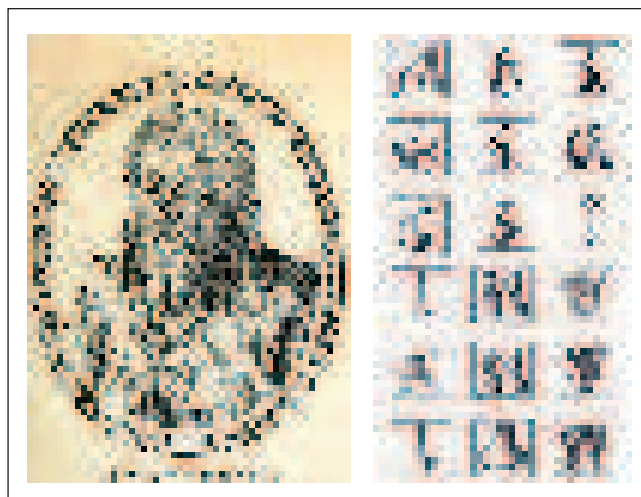
*Hofmeier* szerint a betűk eredetileg egy *Milius* nevű alkímistától származnak, akiről nem sokat tudunk.

A *Leonhardt Thurneysser zum Thurn* „Historia” könyvének címe szintén a korra jellemző terjengős stílusban íródott: „Historia und beschreibung influentischer elementischer und natürlicher wirkungen, aller fremden und heimischen erdgewechssen – durch Leonhardt Thurneyssez zum Thurn”, ami gyógyító hatás mibenlétére utal. Úgy fordítható, hogy „Úgy a’ honi, mint a külföldi természettt gyógynövények gyógyhatásának leírása és története”.

A fejedelmek közelében élő udvari orvosok („Leibarzt”) és alkímisták nem voltak szerény, visszahúzódó emberek, létük a gyógyítás látványos sikerétől függött. Tudásukat misztikus külső és szinte értelmezhetetlen

szavak közé rejtették. Jutalmuk a fényes gazdagság, vagy a börtön, esetleg a halál volt. *Thurneysser* sikere csúcán például négy fekete ménnel vontatott kocsin közlekedett és gazdagon díszített fekete köpenyt viselt, számos drágakő talizmánnal ékesített testén. Félelmetes látványt nyújthatott, mert 1586-ban a bázeli polgárok nem engedték, hogy házat vásároljon közöttük. Ezért a város falain kívüli dombra költözött. *Susanne Benjamin* szakíró szerint *Goethe* Thurneysserrel mintázta Dr. Faustus alakját (5. ábra). Bár Thurneysser nem nevezhető csupán alkímistának, igen nagy sikerrel alkalmazta azok leginkább ki-

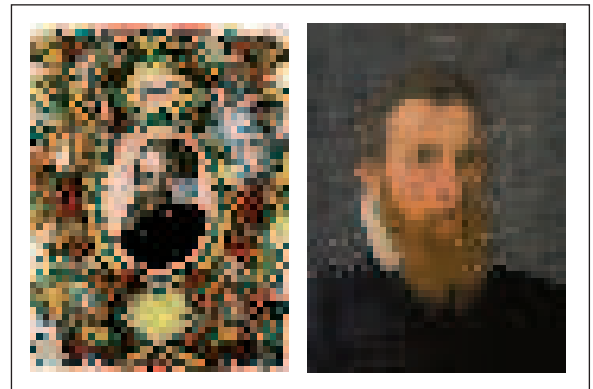
sebb, ma is elismert területe a fázisátalakulások vizsgálata és alkalmazása volt. Az olvasztás, pállasztás, az oldás, a szublimáció, a desztilláció, a rektifikálás és a bepárlás alapvető eljárásai az alkímisták nevéhez fűződik. Ez utóbbit alkalmazta Thurneysser az új uroszkópia kidolgozásában, amivel világhírre és nagy gazdagságra tett szert.



**4. ábra.** Thurneysser képmása a *Historia* című kötetből és az alkímista ábécé néhány betűjének képe

A középkori orvostudomány kevés laboratórumi diagnosztikus vizsgálati módszere közül az *uroszkópia* az

egyik legfontosabb és – valljuk be – leghasznosabb eljárása volt. A vizelet organoleptikus vizsgálata: annak átlátszósága, színe, szaga, íze és ezek változása fontos volt a diagnosztizálásban. A XVI. század orvosa például külön segédt alkalmazott a vizelet ízének (cukor és acetón) vizsgálatára, az akkor még megnevezhetetlen diabétesz megállapításában. Az uroszkópiai vizsgálathoz, a fényviszonyok megfelelő kialakítására, jellegzetes gömblombikot használtak, melyből számos megtalálható az orvostörténeti múzeumokban (6. ábra). A vékony nyakkal ellátott lombiknak teljesen átlátszónak, szabályos gömb formájúnak és homogén falvastagságúnak kellett lennie az optimális fényviszonyok biztosítása érdekében. A frissen kapott vizeletet hőszigetelő kö-



**5. ábra.** Leonhardt Thurneysser képmása a *Historia* negyedik oldalán és egy ismeretlen művész által készített festményen. (A szerző jelmondata: *festina lente, vagyis lassan járj, tovább érsz!*)

penyel (6A. ábra) igyekeztek testhőmérsékleten tartani és állandó keverés közben figyelték a kiváló szilárd üledék vagy felszálló gázbuborékok jelenlétét, de első sorban annak színét. A májlézió következtében kialakuló sárgaságot a vizelet barna színeződése igazolta, a mozgásra habosodó és vörös színű vizelet vesebetegségre, az élénkvörös szín pedig a húgyúti tumorok jelenlétére utalt. *Thurneysser* az alkímistáktól tanult bepárlást alkalmazta speciális uroszkópiai eszközében. A gömblombik helyett egy emberi testet mintázó üvegedényt alakított ki (6B. ábra). *Thurneysser* a beküldött vizelettel megtöltötte a diagnosztikus edényét, majd a nyitott orrészén keresztül a vizet kidesztillálta. A vizelet szárazanyagtartalma – a további hevítés hatására – az edény kü-

lönböző részeire felfröcsögve vált ki szilárd só alakjában. Az anyagkiválások helye a megbetegedett testrész helyét jelezte. A módszer nem függött a minta hőmérsékletétől, ezért a távoli országokból küldött vizeletmintákból is diagnózist állított fel.

Thurneysser bepárlási kísérleteket végzett az esővízzel és különböző természetes vizekkel is. Ezzel számos gyógyforrást és ásványos vizet talált, amiről korábbi munkáiban számolt be.

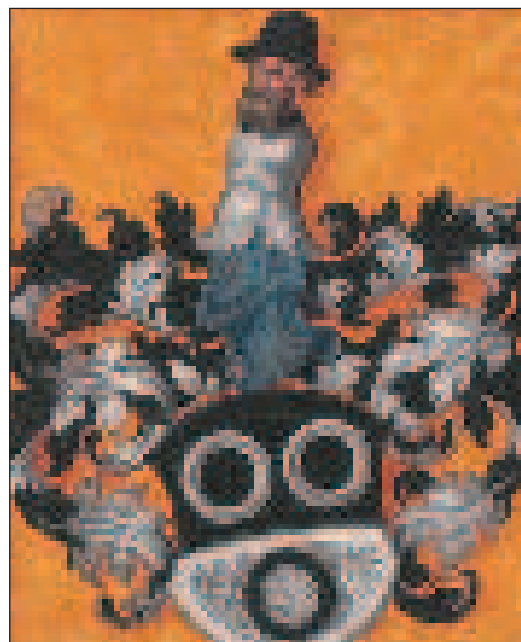
Laonhardt Thurneysser zum Thurn élete maga volt a kaland, fényel és árnyékkal, tudománnyal és szélhámos-sággal vegyesen. A nevében megjelenő Thurn a Thortürme szóból ered, és születési helyére, a bázeli kaputoronyra utal (Turm=Thurn), ahol nagyapja kovácsműhelye volt egykoron. E toronymotívum később Thurneysser címerében jelenik meg. Laonhardt Thurneysser édesapja (eredeti nevén Jacob Frygermut) lakatos, majd aranyműves volt Bázelen. Édesanyja a Zürichi származású, kalandos sorú Ursula Panner volt.

Laonhardt a győzedelmes bázeli reformáció (1527–1529) idején, 1531-ben született Bázelen. Tanulmányairól keveset tudunk, de bizonyos, hogy egyetemi tanulmányokat nem folytatott, pedig az atyai házban elsajátított aranyműves mesterség után a híres bázeli orvosprofesszor Johannes Huber (7. ábra) famulusa lett. Segített a gyógynövények gyűjtésében, azok preparálásában, a gyógyszerkészítésben, majd

1549. évet töltötte, majd Angliába hajózott, és Rochdaleben élt 1551-ig. 1552-ben visszatért Németországba. Itt Albert szász választófejedelem hadi szolgálatába állt. Ez idő alatt Kölnben gyógyszerészettel, kémiával, metallurgiával, növénytantal, matematikával, asztronómiával és orvoslással foglalkozott, majd Leonard Thurneysser zum Thurn néven is ismert lett John George brandenburgi választófejedelem udvarában is.

Egy év múltával az Inn folyó völgyében található Tarenz város ércbányáiban dolgozott, ahol hamarosan bányatulajdonos lett és tagja volt a pénzváltók és aranyművesek ipartestületének. I. Ferdinand fejedelem (1560–1570) hamarosan felismerte Thurneysser tehetségét és fiainak nevezett tudósok, mint Pietro Paolo Vergerio, Gerolamo Cardano és a többiek között gyógyszerészetet, kémiát, metallurgiát, növénytant, matematikát, csillagászatot és orvostudományt tanult, majd tanított.

1559-ben, egy borozgatást követően rosszul lett és kilenc hónapra ágyának dőlt. Élet és halál között lebegett, de a – Paracelsus tanainak alapján – saját maga készítette gyógyszerekkel felépült és híres „paracelsiánus” lett.



7. ábra. Johannes Huber (1507–1571) bázeli orvosprofesszornak (az egyetem rektorának), Thurneysser első tanárának a címere

hogy ásványokat és növényeket, valamint orvosi recepteket gyűjtsön. Ezen utazásokat követően Thurneysser már nem foglalkozott metallurgiával, hanem gyógyszerész doktorként tevékenykedett.

Utazásai során Thurneysser Magyarországra is eljutott, amiről Szathmáry László is ír a „Magyar alkémisták” című munkájában. 1569 és 1570 között Leonard Thurneysser Münsterben élt, ahova a város püspöke, John of Hoya hívta meg, hogy udvari gyógyszer-tárat alapítson. Thurneysser elképzeléseit azonban a püspök egy idő múlva nem tudta finanszírozni, ezért Frankfurt an der Oder városában találkozott a brandenburgi választófejedelemmel, Jahn Georggal, ahol meggyógyította annak beteg feleségét is. Hálából a választófejedelem 1352 tallér jutalmat adott neki és meghívta udvari orvosának Berlinbe, amit Thurneysser el is fogadott. A domonikánus kolostorban (ami ma „Gray Abbey” néven ismert) Thurneysser egy üveghuta tervezésében is részt vett. Ugyanítt Leonard Thurneysser saját otthonát is alapított, saját könyvtárral, nyomdával és laboratóriummal. Nyomdájában készítette az első folyóiratot.

Jólétben élt, amit saját készítésű gyógyszerei biztosítottak. Laboratóriumában asztrológiai naptárak és horoszkópok készítésével és az egészséget megvédő talizmánok készítésével is foglalkozott. A brandenburgi ögróftól igényelt területeken zafírt, rubint és smaragdot talált és a Spree folyó hordalékából aranyat mosott. Saját nyomdájában különböző, német, latin, görög, arab és héber nyelvű munkákat nyomtatott ki. Ő alkotta meg – itt, Bran-

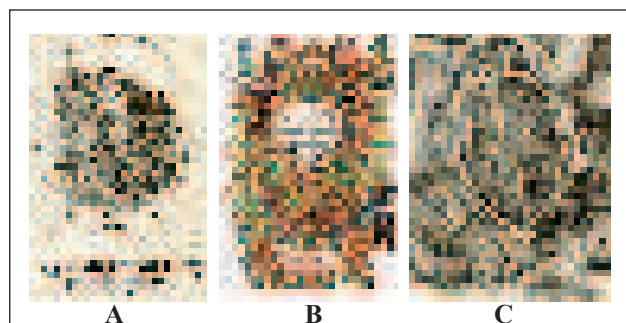


6. ábra. Vizeletvizsgálatra szolgáló gömblombik hőszigetelő kosárral (A) és a Thurneysser által használt, ember formájú bepárló edény (B)

fizikai és kémiai kísérletekben. Kifejlődött érdeklődése az ásványtan és az alkímia iránt és a Hubernél töltött idő alatt megismerte Paracelsus írásait, melyek nagy benyomást tettek a fiatalemberre.

1547-ben, tehát 16 éves korában a tehetséges és igen ambiciózus fiatalember megkezdte vándoréveit. Először a franciaországi Marseillebe ért, ahol az

Rövid időre visszatért Bázelenbe, majd Nürnbergbe ment. Hamarosan visszatért Tirolba és II. Habsburg Ferdinánd (1529–1595) szolgálatába állt, ahol sikeresen meggyógyította annak feleségét, Philippine Welsert. E gyógyítás hozta meg Thurneysser sikerét, mert hálából Philippine Welsler utazásokkal bízta meg Thurneyssert, abból a célból,



**8. ábra.** Thurneysser könyvének hátlapján attributumként megjelenik Pegazus, ami egyik lábával Thurneysser címerét tartja, másikkal pedig az asztrológiai tudományát jelképező éggömböt (A). A címerpajzs megjelenik a könyv első oldalán is (B). A címerpajzs két bástya motívuma szülővárosára Bázélre utal, a három korong (gyűrű) pedig az alkémia egyik régi szimbóluma, ami ifjúkori mesterének, Johannes Huber bázeli orvosprofesszor címerében mint fő elem jelenik meg (7. ábra) (C). Thurneysser könyveiben gyakori motívum a fiatalkori katonaéveire utaló vértet, az utazásaira emlékeztető horgony és csónak, valamint számos alkímiai eszköz

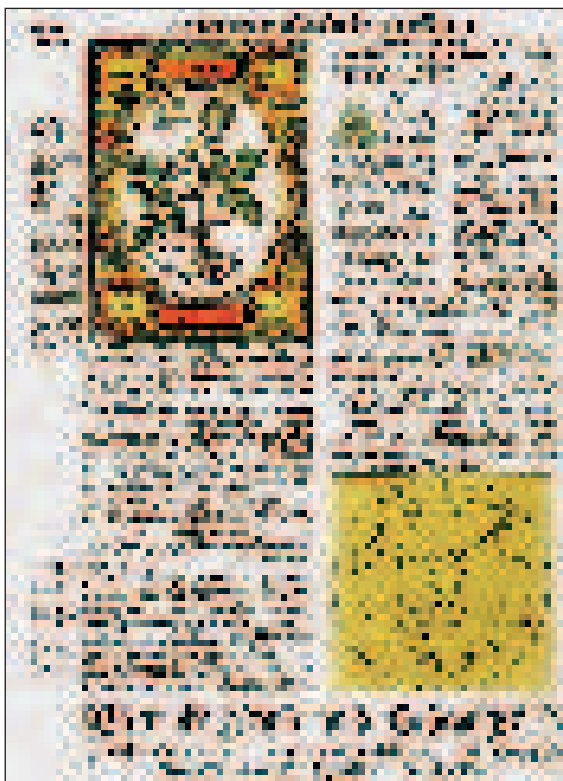
denburgban – az első tudományos kísérleti bemutató termet, valamint egy növényházat, ahol egzotikus állatok is éltek.

Élete fordulópontja volt, amikor 1579-ben hazatért szülővárosába, Bázélbe, ahol harmadszor is megházasodott és jólétben élt. A feleségével folytatott heves viták azonban megrontották a házasságát, ezért Thurneysser, feleségére hagyva vagyonát, visszatért Berlinbe. 1584-ben azonban elhagyta Berlint, megkeresztelkedett, és belépett a katolikus egyházba. 1595-ig Rómában élt, majd a kölni kolostorba költözött, ahol 1596-ban, tisztázatlan körülmények között elhunyt. Kölnben temették el – saját kérésére – a dominikánusok kolostorába, Albertus Magnus mellé.

Laonhardt Thurneysser *zum Thurn* e most megtalált *Historia* című műve annak bizonyítéka, hogy az alkémia nem szélhámosság és nyerészkedés, hanem a kor természettudományos gondolkodásának pillanatnyi állapotát tükröző kísérleti tevékenység. Az elem átalakításba vetett (téves) hit csupán tudáshiány, mivel nem létezett a mai értelemben véve ismert elemfogalom és az elemeknek is csak kis hányadát ismerték (Thurneysser korában mindössze tizenkettő elemet

szített gyógyító szerek, hatásukat csak az égiektől nyerik el, amit az aktuális csillagképből ismerhetünk meg (9. ábra). ■

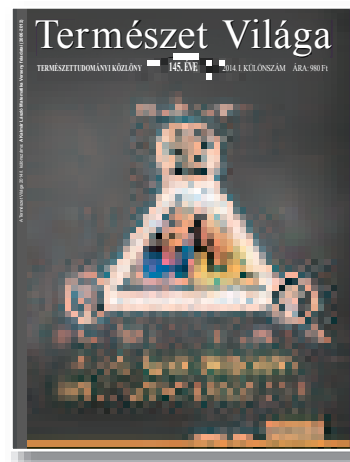
**9. ábra.** A most megtalált Thurneysser-könyv, a *Historia* egy oldala. Bal szélén és a jobb oldali sárga mezőben az asztrológiai ismertetőikkel és utasításokkal, a felső részleten egy pillangósvirágú gyógynövény, mellette az abból kivonható hatóanyag nyerésére utaló leírás



ismertek: Ag, Au, As, Bi, C, Fe, Hg, Pb, Sb, Sn, Cu, S). Az ismeretek hézagait töltötték ki miszticizmus-sal. Könyveik leíró és módszertani jellegűek, aminek szép példái a *Historia*-ban olvasható gyógynövények hatásával és az azokból készíthető gyógyszerformák (elixírek, extraktumok, szárítmányok) készítését bemutató technológiák (prezálás, szárítás, desztilláció, frakcionálás).

Ugyancsak a kor megkövetelte szemlélet az asztrológiai meghatározottságba vetett hit, tehát az, hogy az általunk ké-

## Legutóbbi különszámunk



A *Természet Világa* legújabb különszáma, amely a TIT Kalmár László Matematika Verseny 2006 és 2012 közötti feladatainak és megoldásainak gyűjteménye.

Juhász Péter, a különszám szerkesztője írja a most megjelenő feladatgyűjteményről: „A Kalmár László Matematika Verseny az 5-8. évfolyamok részére 3 fordulós. Az iskolai, majd a megyei forduló után az országos döntőn két feladatsort oldanak meg a versenyzők. Az iskolai fordulót követő megyei fordulón központilag készített feladatsort oldanak meg a versenyzők.

A Kalmár László Matematika Verseny megyei szintű, illetve döntős feladatsorait és a hozzájuk kapcsolódó javítási útmutatókat 1977-től 2012-ig Urbán János állította össze. Az érdekes, gondolkodtató feladatokat éveken át gyűjtötte, csiszolta, érlelte, alakította. Ebben az alkotómunkában kiváló társa, lektora volt Reiman István, aki a magyar matematikai olimpiai csapat felkészítője volt, több évtizeden át. Kiváló és példás együttműködésük a tisztességet és a nyugalmat sugározta. E két neves tanáregyéniség munkája következtében kincset érő versenyfeladatok születtek az általános iskolások számára. Ezek a feladatok a tanult ismeretek rafinált alkalmazását, eredeti gondolkodást, ötletességet és kreativitást igénylő, nyílt végű különleges feladatok.”

A 160 oldalas különszámunk ára: 980 Ft.

A különszámunk megrendelhető Kiadónknál, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál (1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16. Telefon: 327 8965, fax: 327 8969, e-mail: titlap@telc.hu).

# Egy űrhajós tanácsai földlakóknak

Chris Hadfield ezredes évtizedekig készült az űrrepüléseire, majd csaknem négyezer órát töltött a világűrben. Eközben svájci bietskája segítségével behatolt egy űrállomásra, repülőgépe vezetése közben ártalmatlanná tett egy élő kígyót és átmenetileg elveszítette a látását, miközben egy Föld körül keringő űrhajó külső oldalán lógott. Hadfield ezredes sikereinek – és túlélésének – a titka az a szokatlan életfilozófia, amelyet a NASA-nál tanult meg: „készülj fel a legrosszabbra – azután élvezd minden pillanatát!”

Chris Hadfield a világon az egyik legtapasztaltabb és legtöbbet teljesített űrhajós. 1988-ban osztályelsőként végezte el az USA Légierőjének berepülőpilóta-képző iskoláját, 1991-ben pedig a Haditengerészetnél az év pilótája lett. Hadfieldet a Kanadai Űrügynökség 1992-ben válogatta ki űrhajós-nak. Az űrrepülőgép 25 repülése során volt a legénység földi kapcsolattartója (capcom). 1995-ben az *Atlantis* űrrepülőgéppel a *Mir* űrállomást látogatta meg, 2001-ben viszont az *Endeavour* űrrepülőgéppel már az épülő Nemzetközi Űrállomáson járt. 2001–2003 között az oroszországi Csillagvárosban a NASA műveleti igazgatója, 2003–2006 között Houstonban a Johnson Űrközpont robotikai vezetője, 2006–2008 közt pedig a Nemzetközi Űrállomás műveleti igazgatója. Harmadik űrrepülése során, 2012–2013-ban, Hadfield fél évet töltött a Nemzetközi Űrállomáson, ebből három hónapig az ISS első kanadai parancsnokaként dolgozott. Rekordszámú tudományos kísérletet hajtott végre, irányított egy vészhelyzetben végzett űrsétát, világszerte elismerést vívott ki lélegzetelállító fényképeivel és a világűrbeli élet bemutató ismeretterjesztő filmjeivel. Zenés videoklipjét, David Bowie „Space Oddity” című dalának súlytalansági változatát három nap alatt több mint 10 millióan nézték meg, miután felkerült az internetre.

Chris Hadfield munkásságát elsősorban a közösségi médiában az űrtevékenység népszerűsítéséért az EURISY szövetség – magyar javaslatra – éppen a napokban a rangos Hubert Curien-díjjal ismerte el. Utolsó űrrepülésének több magyar vonatkozása is volt. Budapestről, családi kapcsolatainak is köszönhetően, látványos éjszakai felvételt készített. Mint minden űrhajós, ő is rendszeresen a magyar Pille dózismérővel ellenőrizte az ISS fedélzetén a testét érő sugárterhelést. Végül, de nem utolsósorban az elvégzett sok tudo-



Chris Hadfield a kiképzése részeként az űrsétákhoz alkalmas szkafterében merülési gyakorlatra készül (Forrás: NASA)

mányos kísérlet egyikeként az űrhajósok agyműködését vizsgáló NeuroSpat kísérlet egyik alanya volt. A kísérletet az MTA Természettudományi Kutatóközpont (az ötlet megszületésekor MTA Pszichológiai Intézete) kutatói tervezték és valósították meg.

Az *Egy űrhajós tanácsai földlakóknak* című könyve hamarosan magyarul is megjelenik. Kedvcsinálóként – a kiadó szíves hozzájárulásával – néhány izgalmas történetet villantunk fel a könyvből. (Both Előd)

## Űrséta vakon

„Sok váratlan eseményre felkészítettek bennünket az űrséta kapcsán, de arra nem, mi a teendő, ha részlegesen megvakulunk. Mít csináljak? Nos, vegyük sorra! Most éppen a Canadarm2 rögzítőcsavarjait húzom meg egy nagy kézi szerszámmal. Lábamat a lábtartóban rögzítettem, a tartókötelemet pedig stabilan hozzákapcsoltam az űrállomáshoz. Nem vagyok közvetlen életveszélyben. A többi érzékszervem rendben van, sőt a másik szememmel sincs semmi baj. Úgy döntöttem, tovább dolgozom, és senkinek sem szólok. Megfogom a következő csavart, és elkezdem becsavarni a helyére. A bal szemem viszont, nem elég, hogy csip, most még könnybe is lábad.

A könnyekhez gravitáció kell. Ha a Földön valamilyen irritáló anyag vagy tárgy kerül a szemünkbe, a szemünk fölötti kis



csatornában termelődő könny vagy lefolyik az arcunkon, vagy a könnycsatornán keresztül az orrunkba jut, és az orrunk kezd folyni. A súlytalanságban azonban a könny nem folyik semerre. Egyszerűen ott marad a szemben, és ha valaki nem hagyja abba a sírást, akkor egyre nagyobb sós folyadékgyömb gyűlik össze és imbolyog a szemgolyóján.





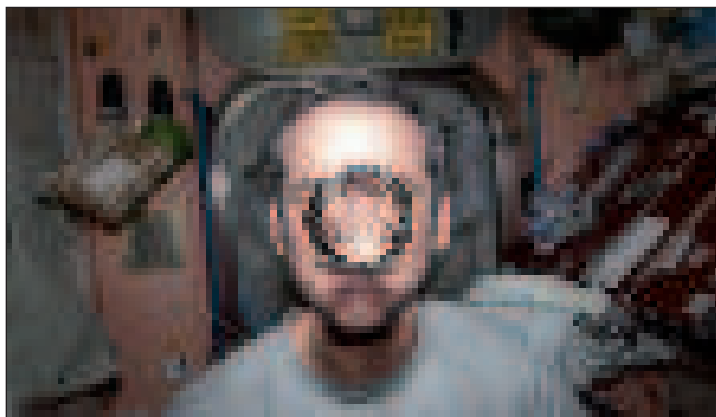
**Az ISS 34/35. alaplegénysége 2012. december 19-én beszáll a Szojuz űrhajóba. Fent Chris Hadfield, középen Tom Marshburn, lent Roman Romanyenko, a Szojuz parancsnoka (Credit: NASA/Carla Cioffi)**

... a bal szememben egyre növekedő könnygolyó rögtön utat talál a jobb szemem felé, mintha gátszakadás történt volna. Most már az is becsukódik, mert bármi került is a bal szemembe, azt nem hígította fel a könnyem eléggé, ezért most már a jobb szemem is erősen könnyezik. Megpróbálom erőnek erejével nyitva tartani a szememet, de nincs sok értelme – csak a vizes homályt látom, azt is csak addig, amíg a reflexeim lezárják a szemhéjamat. A világűrben a tökéletes látásom néhány perc leforgása alatt teljes vak-sággá változott. A világűrben. Egy csavar-kulccsal a kezemben.

„Houston, itt az EV1. Bajban vagyok.” Amint a szavak elhagyják a számát, magam előtt látom, milyen reakciót váltanak ki odalent, mintha csak én lennék saját magam kapcsolattartója. Először értem kezdenek aggódni, de másodpercekkel később az irányítóközpontban már mindenki felvillanyozódik: megpróbálnak elméleteket gyártani arról, mi történhetett, hangosan gondolkodnak azon, mit jelent ez a feladatok elvégzését illetően, miközben a megoldáson törnek a fejüket.”

### Hasműtét űrrepülés előtt

„... Ezért tudtomon kívül egy újabb, négy laparoszkópos sebészből álló bizottságot kértek fel annak megvizsgálására, jó ötlet



**A súlytalanságnak köszönhetően az űrállomás fedélzetén látványos felvételek készíthetők – az óriás vízcsepp vastag lencseként képezi le a mögötte lebegő űrhajós arcát (Forrás: NASA)**

lenne-e – az ő szóhasználatuk szerint – „még egy gyors pillantást vetni a belsőmbé” – más szavakkal feltárási sebészi beavatkozást akartak végezni annak eldöntésére, hogy teljesen rendben vagyok-e, vagy nem.

Senki sem szólt erről egy szót sem, sem nekem, sem pedig a NASA űrrepülési sebészének, aki az ISS-en tartózkodásom idején közvetlenül felelős volt az egészségi állapotomért. Ez a titkolódzás és gyámkodás komolyan zavart. Rám merték bízni a világ közös űrhajóját, miközben a testemről úgy hoznak döntéseket, mintha kísérleti patkány lennék, akit még csak meghallgatni sem érdemes. Egy dolgot megtanultam: nem szabad feltételezni, hogy minden egyes

jük. Az, hogy engem kihagytak a buliból, azt az érzést keltette, mintha az orvosszakértők mindenhatóak lennének, én viszont semmi érdemlegeset sem tudnék hozzáadni a megbeszélésekhez.

Maga az érvelés is zavart. A sebészekből álló csoport úgy javasolta az újabb műtétet, mintha legalábbis egy fodrászokból álló bizottság javasolta volna, hogy változtassak a frizurámon. Pontosan ez történt, bár a négy sebész közül három úgy gondolta, hogy a kiújulás esélye alacsony vagy nulla.

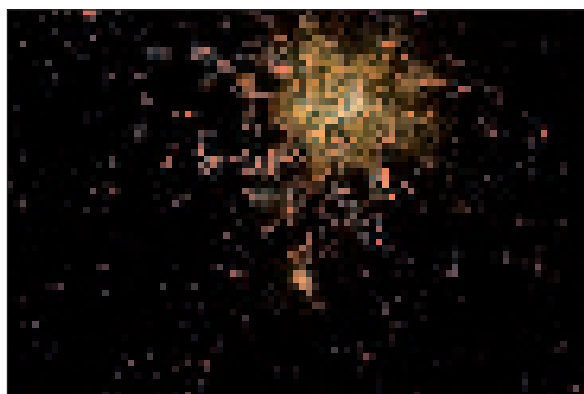
Ezért januárban megkérdeztek, álavetném-e magamat egy újabb műtétnek. Eleinte az volt az álláspontom, hogy „megteszem, ha mindenképpen ragaszkodnak hozzá” – ez azonban hamarosan határozott „nem”-mé változott. Helene és én lázasan kutattunk, és minél többet megtudtunk, annál idiótább ötletnek tűnt ennek a „gyors bepillantásnak” a gondolata.”

### Behatolás

„...A tervezettnél három másodperccel hamarabb végrehajtottuk az összekapcsolást. Talán el tudják képzelni, milyen megkönnyebbülés és várakozás lett úrrá mindegyikünkön, amikor végre elérkezett a nagy pillanat, kinyithatjuk a zárófedelelet és beléphetünk a Mir fedélzetére. Vártuk, hogy felcsendüljön a *Tűzszekerek* (*Chariots of*

*Fire*) diadalmas zenéje, amely legjobban illik a nemzetközi együttműködés ilyen történelmi jelentőségű pillanatához.

Igen ám, csak hogy nem tudtuk kinyitni a zárófedelelet. A túloldalról minden kezük ügyébe kerülő eszközzel ütögették. Az orosz mér-



**Hadfield felvétele az éjszakai Budapestről és környékéről (Forrás: facebook.com/AstronautChrisHadfield)**

orvosszakértő az orvosi problémák és eljárások mindegyikének szakértője. A mi magunk által előbányászott információ döntő jelentőségűnek bizonyult, akárcsak az a lehetőség, hogy az orvosi kockázatokat az űrrepülés általános kockázatának összefüggésében vizsgál-

nőkök azonban, kicsit túlbuzgóan, több réteggel is leragasztották, leszíjazták és szigetelték a dokkolómodulunk zárófedelét. Így kénytelenek voltunk igazi űrkorszakbeli megoldáshoz folyamodni: svájci bicskánk segítségével hatoltunk be a *Mirre*. Tanulság: soha ne hagyj el a bolygót svájci bicska nélkül.

Átúsztunk az űrállomásra, hogy üdvözljük a minket váró legénység tagjait – az oroszok szerencsétlenséget hozónak tartják, ha a küszöb fölött fognak kezét, ezért megvárták, amíg mindannyian a *Mir* belsejébe kerülünk. ...”

### Társas kapcsolat

„A legénységben a társaimmal is kapcsolatban állónak éreztem magamat. Az ISS-en az orosz és az amerikai űrhajósok külön-külön napirend szerint dolgoznak, az űrállomás két szegmense is elkülönül egymástól, ezért csak akkor találkozunk egymással, ha kifejezetten törekszünk rá. Mi az odafent töltött öt hónapunk alatt így tettünk, néha csak úgy átlebegtünk hozzájuk, hogy vacsora után együtt töltünk egy negyed órácskát. Az étkezések amúgy is a társas kapcsolatok nagyon fontos eseményei, különösen, amikor csak hárman vagyunk a fedélzeten. Miután Kevin és legénysége távozott, Roman egyedül maradt az orosz szegmensben, ezért arra biztattuk, hogy amikor csak tud, jöjjön át és étkezzen velünk. Roman, Tom és én evés után gyakran elbeszélgettünk, és zenét hallgattunk – Romannak szédületes gyűjteménye volt az iPad-jén.”

### A tudomány oltárán

„A vizeletminta gyűjtése valamivel bonyolultabb, ahhoz szükség van a kémcsövek tárolóedényére, egy teljes takarítókészletre és egy nagyobbacska műanyag zsákra, amelyik melegvízes palackra hasonlít, de az egyik végén egy kondom volt, a másik végéből pedig egy hosszú, vékony, injekciós tűre emlékeztető cső állt ki, amelynek a végét kék gumihártya zárta le. A zacskó belsejében valamilyen vegyületet helyeztek el, amelyet el kellett keverni a vizeletmintával, hogy az egész kísérlet sikerüljön. Közben elárulom, nem pontosan tudom, hogyan birkóznak meg ezzel a feladattal az űrhajósnők, de amint rövidesen kiderül, egész biztosan nem úgy, ahogy a férfiak.”

### Evés

„Az ételek elkészítésével nincs sok gond az űrállomáson. Minden innivaló, a kávé és teát is beleértve, zacskóban érkezik; többségük por formájában, amelyhez egyszerűen csak vizet kell adni, majd szívószállal kiisszuk. Az ételek legtöbbje dehidratált, ezért ezeknek a

csomagjába egy túszerű eszközzel forró vagy hideg vizet kell csak hozzáadni, ezután felvágjuk a csomagot, és máris hozzá lehet látni. Rengeteg ragacos állagú étel van, például a zabkása, a puding és a főtt spenót, amelyeket azért készítenek ilyenre, hogy egyszerűbb legyen a kanálra, majd azzal a szánkba tenni, elkerülve, hogy az étel darabjai szanaszét röpökjenek. Friss gyümölcsöt és zöldséget általában csak havonta egyszer kaptunk, amikor az utánpótlást hozó teherűrhajó vagy az újabb *Szojuz* megérkezett.

### Alvás

„A súlytalanságban nincs szükség matracra vagy párnára; olyan érzésünk van, mint ha egy felhőn feküdnénk tökéletesen alátámasztva, ezért nem kell forgolódnunk, hogy kényelmesebb helyzetet találjunk. Miután belebújtam a pizsamámba (orosz gyártmányú, jégeralsó fazonú), becziparáztam magamat a kapucnis hálószakombá, amely egy karkivágással ellátott óriás gubóra hasonlított. Az űrrepülőgépen töltött repüléseimről pontosan emlékeztem, milyen érdekes látványt nyújtanak az alvó űrhajósok, amint mindkét karjuk Frankenstein-szerűen előttük lebeg, a hajuk sörényre hasonlító legyezőként terül szét, arcki-fejzésük pedig a legteljesebb elégedettséget tükrözi. Lekapcsoltam a kis lámpámat, és tökéletes megkönnyebbültséget éreztem azon a nem e világi helyen, mert tudtam, hogy Houstonban és Koroljovban az irányítóközpontok munkatársai folyamatosan figyelnek minket, miközben álmunkban is ott keringünk az égen, körbe-körbe a világ körül.”

### Népszerűsítés

„Röviddel az ISS-re érkezésem után elkezdtem rövid videókat készíteni a hétköznapi életnek ezekről a csak az űrben előforduló jellegzetességeiről. Ezeket a Kanadai Űrügynökség a saját honlapjára is feltette, és a YouTube-ra is feltöltötték. A videók készítése számomra meglehetősen egyszerű volt – csak megnyomtam a HD videokamerán a „felvétel” gombot és bemutattam valamit, például a futópad használatát vagy azt, ahogyan kezét mosunk.”

### Zenés hétfő

„Történetesen, amikor az űrben voltam, soha vissza nem térő alkalom kínálkozott, hogy előadjam egy, Ed Robertsonnal a Barenaked Ladies együttes tagjával még a Földön közösen írt számunkat. A szám címe „I.S.S. (Is Someone Singing?)”, azaz „ISS – Énekel ott valaki?” volt. A dalt a *Zenés hétfő* című tévéműsorban adtuk elő, amelyet a Zeneoktatási Szövetség szervezett. Szerte a világon közel egymillió iskolás énekel velünk, miközben én a saját szólamomat az űrállomás japán moduljában lebegve adtam elő. Az esemény létrehozásához rengeteg szervezőmunkára volt szükség, de amikor láttam azt a rengeteg gyereket, akik átszellemülten és lelkesen, mind az ISS-ről énekelnek, akkor úgy éreztem, az előkészítéssel töltött minden perc megérte a fáradságot. Őszintén szólva, még most sem tudom meghatottság nélkül végignézni azt a felvételt.”



A Nemzetközi Űrállomáshoz kapcsolódó Szojuz űrhajó az USA keleti partvidéke fölött (Forrás: NASA)

### Népszerűség

„Evan még valamit szeretett volna: készítsem el az első zenés videofelvételt az űrben. Azt akarta, hogy énekeljem el David Bowie „Space Oddity” (Űrbeli furcsaság) című számát. Nem sokkal az ISS-re érkezésem után javasolta ezt, majd a Földön mindent előkészített, hogy sikerüljön is, felsorakoztatta a megfelelő embereket, akik segítenek a szerkesztésben meg minden másban.

....

Azon az utolsó estén, 9 óra világidőkor átnéztem a *Szojuzra* vonatkozó feladatlistámat, miközben a „Space Oddity” (Űrbeli furcsaság) című dalom felkerült a YouTube-ra. Nem sokat törődtem ezzel, azon kívül, hogy reméltem, minden rendben van, ahogyan Evan intézi. Az egész az ő ötlete volt, az ő felelőssége, az ő gyereke, és ő volt az egyetlen, aki ideges-

kedett miatta – ami jól jelzi, mennyire a sajátjának érezte. Nekem nem volt más dolgom, mint elénekelni a dalt és pengetni a gitárt, miután megnyomtam a „felvétel” gombot. Mielőtt aludni mentem volna, gyorsan rápillantottam az internetre, hogy lássam, megnézte-e már valaki a dalt. Megdöbentem. A számláló már közel egymillió találatot jelzett.”

### Vészhelyzet

„Úgy négy órával később hívtak a Földről, és közölték, hogy az ISS menetirány szerinti bal oldalán szivárog az ammónia. Ez komoly ügy. Egy hőcserélőn keresztül ammónia hűti az űrállomás hatalmas akkumulátorait, az energiaátalakító rendszert és a lakótereket. Egymástól független hűtőkörök működnek, amelyek szivárgott, az az egyik erősen igénybe vett elektromosenergia-elosztó egységet hűtötte. E nélkül jelentősen csökkenne a fedélzeten rendelkezésre álló elektromos teljesítmény – nem lenne elég energiánk az összes kísérlet működtetéséhez, mert akkor a többi rend-



**Chris Cassidy és Tom Marshburn amerikai űrhajósok megpróbálják megszüntetni az ISS külső részén fellépett ammóniaszivárgást. Munkájukat az ISS parancsnokaként Chris Hadfield az űrállomás belsejéből irányítja**  
(Forrás: NASA)

szemben fennállna a túlmelegedés veszélye. Gondolatban gyorsan végigfutottam a lehetőségeinken: hagyjuk szivárogni az ammóniát, elveszítve ezzel az energiaellátó rendszer egyik kritikus elemét, a javítást pedig a következő legénységre hagyjuk; vagy elhalasztjuk a leszállásunkat és megpróbáljuk mi magunk kijavítani a hibát – mert körülbelül egy hét szükséges, hogy felkészüljünk az űrsétára. Ahogy múltak az órák, egyre rosszabb hírek érkeztek: a szivárgás erősödött. A Nemzetközi Űrállomás vészelt.”

### Visszatérés

„A hővédő pajzs kezd elpárologni, ennek ellenére a kabinban egyre melegebb és nyirkosabb a levegő. Az ablakon kinézve na-

rancsárga és sárga lángokat látok, miközben szélsébeben szikrák özöne hagyja el a járművet. Robbanások sorozatát hallok. Vagy valamilyen hiba lehet a hővédő pajzsral, vagy valahonnan kiszabadul a bezárt nedvesség, esetleg komoly problémánk van. Egy szót sem szólok, mert mit is lehetne ilyenkor mondani? Ha a pajzs felmondja a szolgálatot, halál fiai vagyunk. Egy tüzesen izzó lövedékben űlve hasítunk végig az égen, bele a napfelkeltébe.

Két perccel később, 120 kilométer magasan a levegő már érezhetően sűrűbb. A kabinban a hőmérséklet tovább emelkedik, Maple Leaf trikómat átítatja az izzadság. Még erősebb a közegellenállás, közben pedig vad erővel tör ránk a gravitáció, a túlterhelés az ülésünkbe présel. A túlterhelés hirtelen eléri a földi súlyunk 3,8-szeresét, ami szinte összemorzsolja az elmúlt öt hónapban a súlytalanság élményéhez szokott testünket. Erzem az arcomon a bőröm súlyát, ahogy az egész a fülem irányába préselődik. Szaporán, aprókat lélegzem: a tüdőm nem akar a gravitáció ellen harcolni. Karjaimat tonna súlyúnak érzem, még az is komoly erőfeszítembe kerül, hogy néhány centiméterre fölemeljem és megpöcköljek egy kapcsolót az irányítópulton. Tíz perccel belül a súlytalanságból a többszörös g-terhelésen keresztül visszaérkezünk a Föld felszínén uralkodó 1g nehézkedésbe, de ez a tíz perc hosszúnak tűnik.”

### Gravitáció – fél év súlytalanság után

„Mosolygok és megpróbálom egy olyan ember benyomását kelteni, aki nem szédül, és akinek nincs hányingere. A karomat azonban olyan nehéznek érzem, hogy alig bírom felemelni, ezért inkább mozdulatlan maradok, hogy minél kevesebbet kelljen erőlködnöm. Testem minden porcikája fáj, vagy össze van rázva – vagy mindkettő. Olyan, mintha újszülött lennék, hirtelen rám zúdulnak a zajok, a színek, az illatok és a gravitáció, miután hónapokig viszonylagos nyugalomban és elszigeteltségben lebegtem. Nem csoda, hogy az újszülöttek tiltakozásképpen sírni kezdenek megszületésük után.

Miután 15 perccel nyugodtan ültem, átadom a személyes holmijaimat az egyik segítőnek, aki gondoskodik arról, hogy a dolgok ne tűnjenek el rejtélyes módon (ami a

világűrben járt, az könnyen a gyűjtők maratalékává válhat). Ezután székestül és mindenestül a sebtében felállított orvosi sátorba visznek, ahol egy tábori ágyra fektetnek. Addigra már hányok, borzalmasan érzem magamat. Az egészségügyi személyzet rendbe tesz, segít kibújni a Szokolból és a Leaf's mezemből, amelyet addigra már átítatott a verejték. Feladják rám a szokásos, kék űrhajós kezeslábast, majd intravénásan folyadékot nyomnak belém, nehogy eláljuljak.”

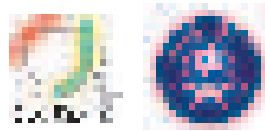
### Kígyó a pilótafülkében

„Az egyik alkalommal, amikor egy kétmotoros Beechcraft Baronnal repültem, egyik barátom, a tűzoltó Russ Wilson volt az útitársam. Már Florida nyugat felé kinyúló „nyele” fölött repültünk, amikor azt éreztem, hogy valami enyhén hozzádörgölődik a lábamhoz – a csupasz lábszáramhoz: bannanrohasztóan meleg nyári nap volt, ezért rövidnadrágban utaztunk. Arra gondoltam, hogy valószínűleg a pilótaülés alatt lógó elektromos vezetékek valamelyike lehetett. Fészkelődtem egy kicsit az ülésemben, hogy odébb lökjem. Egy pillanattal később azonban megint azt éreztem, hogy valami hozzáér a lábamhoz. Különös. Lenéztem, és azt láttam, hogy a padlóról egy fekete kígyó ágaskodik a magasba. Nem egy sikkó, nem is pítón, de mindenesetre a legnagyobb kígyó, amelyet valaha is pilótafülkében láttam. Ösztönösen felhúztam a lábamat az ülésemre, erre Russ is lenézett, és ő is észrevette a kígyót. Néhány hosszú másodperccel át így maradtunk, a megdöbbenéstől megkövülten.

Ha a repülés különösen nagy kihívást jelent, akkor a vadászpilóták azt szokták mondani, hogy „kígyókat öltünk és tüzet oltottunk”. Ez viszont valóságos kígyó volt, márpedig 3000 méter magasan nem tűnt valami jó ötletnek, hogy megkíséreljük elpusztítani. Ha sikertelenül próbálunk az életére törni, akkor aligha őrizzük meg az irántunk eddig mutatott jóindulatát. Russ azonnal cselekedett: felkapta a feladatlistánkat tartalmazó táblát, és azzal lecsorította a kígyót a földre. Ezután előírászerűen, közvetlenül a feje mögött megragadta a dögöt és kihúzta az ülésem alól.

Ettől a kígyó hevesen csapkodni kezdett a teste többi részével, örjögve próbált menekülni, miközben én megpróbáltam továbbra is úgy vezetni a gépet, mintha mi sem történt volna. De mit tegyünk ezután?”

A könyv olvasói nemcsak azt tudják meg, mi történt a kígyóval, hanem számos érdekes történetet olvashatnak az űrhajósok életéről a Földön és a világűrben. (Chris Hadfield: *Egy űrhajós tanácsai földlakóknak. Akkord Kiadó, Budapest, 2014. Várható megjelenés: 2014. október. – A szemelvényeket válogatta: Both Előd*) ☞



HALMOS LÁSZLÓ

# Magyarország tengerei, a szikes tavak

A szikesedés rendkívül összetett folyamat, mely a világ számos táján előfordul. Kialakító tényezői között a legfontosabb a talaj vízháztartása és a klimatikus viszonyok. A szikesedés folyamatának lényege, hogy nátrium-sók halmozódnak fel a talajok, üledékek felszínközeli szintjeiben és a talajszerkezet jelentősen romlik (Bohn et al., 1985, McBride, 1994). A szikesedés létrejöttének hajtóerői lehetnek természetesen és antropogének egyaránt. Előbbi esetben védendő és fenntartandó természeti értékről beszélünk, míg utóbbi eset – főleg a mezőgazdaságban – problémaként kezelendő.

A sós állóvizek kategóriájában a szikes vizek vízkémiai tulajdonságaik alapján jól elkülöníthető csoportot képeznek. A szó szoros értelmében vett szikes tó csak néhány van Magyarországon, melyek közül a legnagyobbak a Velencei-tó és a Fertő-tó (Boros, 2002). Sokkal nagyobb számban fordulnak elő olyan időszakos állóvizek, melyek területét szikesedés jellemzi, azonban ezek az osztályozás alapján vizes élőhelyeknek minősülnek. A vizes élőhelyeket a tavaktól az különbözteti meg, hogy nem különíthető el parti és nyílt vízi rész a vízmélység alapján (Boros, 2002). Annak ellenére, hogy az alföldi szikes vizek nagy részét ökológiai értelemben nem nevezhetnénk tavaknak, mégis a köznyelvben a tó megnevezés terjedt el a leginkább. Az egyszerűség kedvéért e cikk is így hivatkozik ezekre a képződményekre.

A szikes tavak képződése három fő típusba sorolható (Boros, 2002). Az első a folyók lefűződő kanyarulatainak kiszáradása és elszikesedése nyomán jön létre (pl.: kardoskúti Fehér-tó). A második típus a szélbarázdák, azaz deflációs mélyedések elszikesedésével alakul ki (Kevein et al., 2000) (pl.: szegedi Fehér-tó). Ezek a medrek könnyen azonosíthatók például a Duna-Tisza közén, ugyanis az uralkodó széliránynak megfelelően elnyúlt tavakról van szó. A harmadik – Magyarországon ritkábban előforduló – típus a sztyepp-talak kategóriába tartozik. Jellemző előfor-

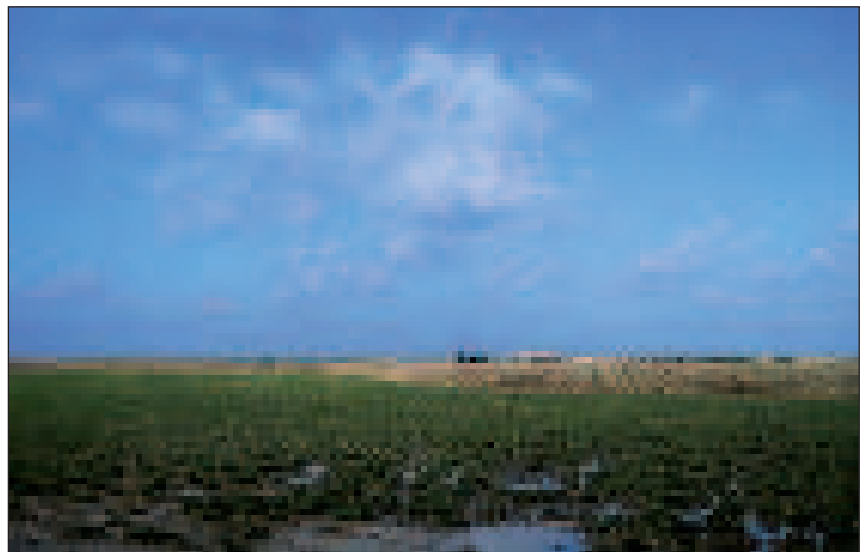
dulási helye a hajdúsági löszhátak térsége (pl.: Kerek-fenék). A sztyepp-talak medrei könnyen azonosíthatók, mivel partvonaluk szabályos kör alakú. Létrejöttükben a víz általi körkörös erózió és a lösz kémiai mállása játssza a főszerepet, mely berogyást eredményez.

## Szikes tavak a Kárpát-medencében

A Kárpát-medence két legnagyobb természetes szikes tavnán (Fertő- és Velencei-tó) állandó a vízborítás, míg ez sok alföldi szikes tó esetében nem igaz. A klasszikus szikes területek a medencejelleg miatt a Kárpát-medence mélyebb részein, Magyarországon a Duna-Tisza közén és

rásból származó víz több 10 cm-rel a talajszint fölé emelkedhet (pl.: kardoskúti Fehér-tó).

Vizsgálataink helyszínül két tipikus alföldi szikes tavat jelöltünk ki. Az egyik mintaterület a kardoskúti Fehér-tó, mely Orosházától 12 km-re DNy-i irányban található (1-2. ábra). A Körös-Maros közének legnagyobb tava az Ós-Maros hordalékkúpján található. A tömeder genetikáját tekintve két részre osztható. Ez a két rész földtani felépítését és hidrológiáját tekintve eltér egymástól. A másik kijelölt mintaterület a szegedi Fehér-tó (3. ábra), mely a Kiskunság nagytáj déli határán, a Dorozsma-Majsai Homokhát kistáj részét képezi. A Fehér-tó elnevezés valójában halastavak rendszerét jelöli manapság. A Szegedtől északnyugati irányban fekvő tó 14 km<sup>2</sup>-es ki-



1. ábra. A kardoskúti Fehér-tó

a Tiszántúlon találhatóak (pl.: szegedi és kardoskúti Fehér-tó, Sós-tó, Konyári Kerek-szik). Ennek oka, hogy a felszín alatti vízáramlás mely a hegységperemi beszivárgással indul, a medence mélyebb részein tör a felszínre (Mádlné Szőnyi et al., 2005). A felszínre törés sokszor szó szerint értendő, ugyanis olyan erős feláramlás alakulhat ki, hogy a talajvízfor-

terjedésű és közel 200 km<sup>2</sup>-es a vízgyűjtője. A tórendszer két nagy egységből áll. A nyugati tömeder az ősi Fehér-tó, míg a keleti meder a korábbi – a vízrendezések előtt a Tisza által rendszeresen elöntött – szikes mocsár területén helyezkedik el.

Mindkét tó kiemelt természetvédelmi terület és a Ramsari Egyezmény előírásai vonatkoznak rájuk.

## Miért fontosak a szikes tavak?

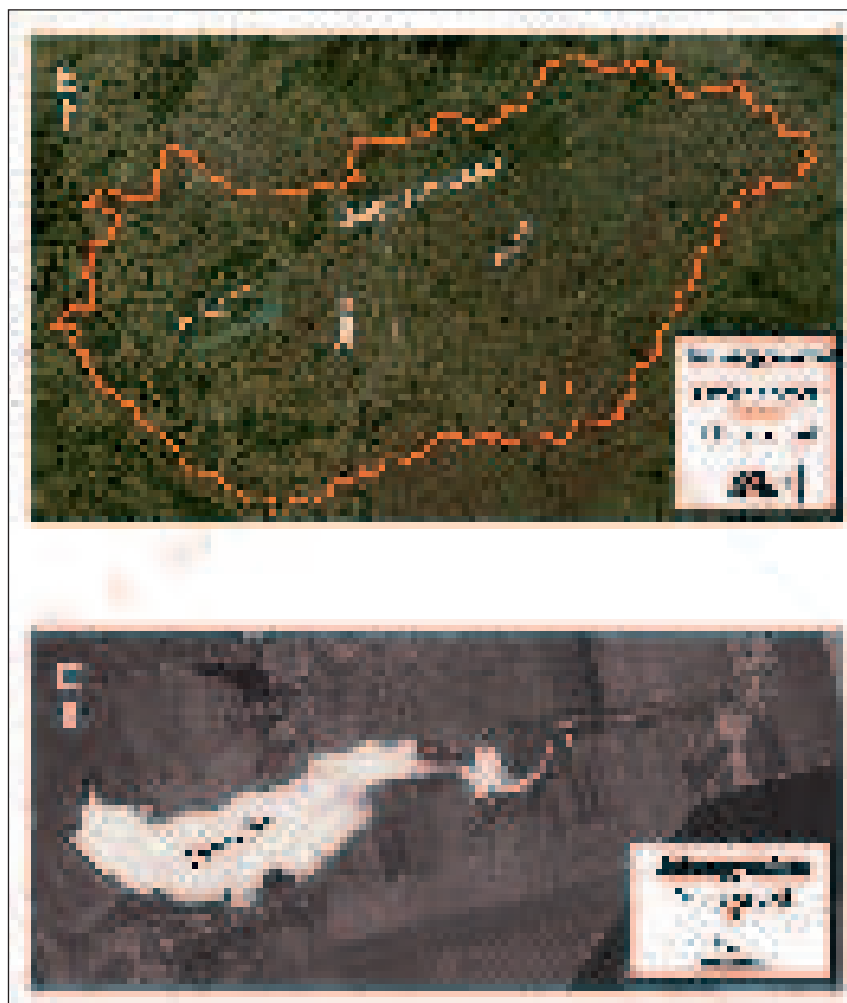
A szikes tavak egyedülálló ökológiai és környezeti rendszerek, Magyarországon védett természeti értékek. Rendkívül érzékeny ökoszisztéma jellemzi ezeket az élőhelyeket, sérülékenységük a fajok specializáltságának köszönhető, ugyanis többségük máshol elő nem forduló, sótűrő, sókedvelő élőlény. Nagy részben ez a különleges ökoszisztéma a címadás oka is, hiszen sok, szikeseiken honos növény és állatfaj legközelebbi rokona tengerparti, illetve tenger melléki sós mocsarak és lagúnák lakója (Boros, 2002). Nem elhanyagolható tény, hogy egyes vonuló madárfajok – melyek vándorlása és telelése tengerparti élőhelyekhez kötött – sokszor Magyarország szikes tavainak területén találnak menedéket. Európa egyes, jellemzően tenger melléki környezetet kedvelő madárfajai szigetszerű közép-európai populációinak fészkelőhelyét jelentik az Alföld szikesei.

A szikes tavak nemcsak egyedi ökoszisztémájuk miatt fontosak, hanem a múltban az alföldi ember számára nyersanyagforrással szolgáltak. A kiszáradó mederfenéken száraz időszakban kivirágzik a sziksó. A sziksót, más néven szódát ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a kiszáradt felszínről összegyűjtötték és háztartási tisztítószerként széles körben használták a kora középkorban (egyébként manapság a környezettudatosság terjedésével természetes tisztítószerként újra reneszánszát éli). A XIV. században megjelent a szappanfőzés, amelyhez egyik fontos hozzávalójaként, a sziksót egészen az 1930-as évekig alkalmazták.

A másik – szikes tavak által szolgáltatott – fontos nyersanyag a tavi karbonát. Főként a Duna-Tisza között található szikes tavakban képződik. Ezek a képződmények világviszonylatban is ritkaságnak számítanak és jelenleg sem tisztázott pontosan, hogyan alakulhatnak ki felszíni körülmények között. A népi nevén darázkövként vagy réti mészkövként emlegetett tavi karbonátot több száz éve használják építőkövként az Alföldön, ahol az ilyen jellegű nyersanyag egyébként csak hosszas és energiaigényes szállítással lett volna elérhető. Már a XI. század óta iparszerűen termelték ki a réti mészkövet a Duna-Tisza között. Számos dél-alföldi középkori templom (Ópusztaszer, Szeged, Kecskemét, Ellés, Csölyospálos, Kiskunmajsa, Alpár) alapozásához használták fel (Molnár et al., 1981).

## Geokémiai és ásványtani folyamatok

A Kárpát-medence szikes tavainak nagy része tipikusan asztatikus, azaz kiszáradó víztér. Ez azt jelenti, hogy a legaszályosabb időszakban teljesen kiszáradnak. A szikeseekben ez a száradási folyamat a felszín felé mozdítja el az oldott sókat, ame-



2. ábra. A kádostói Fehér-tó

lyek ott betöményedve kiválnak az oldatból és sókivirágzásokat hoznak létre.

A szikes vizekre és üledékekre sótartalmuk mellett igen erős, 9–11 pH értékű lúgosság jellemző. Az imént említett sók közül a szódabikarbóna és a sziksó egyaránt a szénsav nátrium sói, így lúgosan hidrolizálnak. Ez azt jelenti, hogy vízbe kerülve a  $\text{H}_3\text{O}^+$  és a  $\text{OH}^-$  ionok arányát utóbbiak javára tolják el. A folyamat könnyebb átláthatósága miatt a következő egyenletben szemléltetjük a jelenséget:

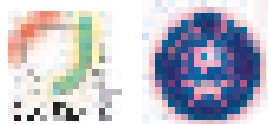


Az  $\text{OH}^-$  ionok koncentrációjának növekedésével a pH erősen lúgossá válik. Az egyenlet a lúgos közeg kialakulásának oka mellett szemlélteti a  $\text{HCO}_3^-$  felhalmozódásának folyamatát is a vízben.

A fenti folyamatok eredményeként alapvetően két fő típust különböztetünk meg a víz színe alapján; a fekete és a fehér szikes vizeket. A fehér szikes vizek szürkésfehér színüket a vízben lebegő kolloid anyagok-

tól kapják. A zavaros vízbe nem tud mélyre hatolni a napfény, így az ilyen jellegű vizek szerves anyag produktivitása alacsony. A fekete szikes vizekben az aljzaton szerves anyag halmozódik fel és a fény is mélyebbre hatol. A fekete és a fehér vizek egy időben, ugyanabban a tómederben is előfordulhatnak (Boros, 2002).

Mivel a szikes tavak kémiai karakterét az oldott sók határozzák meg, így röviden érdemes szót ejteni az általános összetételükről, illetve a felépítő ionokról. A magyarországi alkalikus, azaz lúgos karakterű szikeseiben uralkodóan jelenlévő kationok mennyiségük alapján csökkenő sorrendben a következők:  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$ . Az anionok esetében nem lehet ilyen sorrendet felállítani, mivel koncentrációjuk területenként erősen változó. A szikes területek leggyakoribb anionjai a  $\text{HCO}_3^-$ , a  $\text{CO}_3^{2-}$ , sokkal ritkábban a  $\text{SO}_4^{2-}$  és a  $\text{Cl}^-$  ionok. A kationok között a sorrendiség is mutatja a  $\text{Na}^+$  meghatározó szerepét. A vízben oldható sók akár 99%-a is lehet  $\text{Na}^+$  vegyület. A legfontosabb ilyen sók a szódabikarbóna ( $\text{NaHCO}_3$ ), a sziksó



( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), Glauber-só ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) ritkábban a halit ( $\text{NaCl}$ ) (Szendrei és Szakáll, 2006, Pál-Molnár és Bazsó, 2007).

A tavak nyári kiszáradása kapcsán érdeemes szót ejteni egy már említett – világviszonylatban is ritka – képződményről, a réti mészkőről. A Duna-Tisza közének szikes tavaira jellemző, hogy medrükben karbonátiszap képződik. A téli időszakban e tavak az őszi-téli csapadék miatt hígulnak, a

tásának emelkedése miatt a karbonát kiválik a vízből és mészszip formájában a mederben felhalmozódik (Molnár et al., 1981).

### Mi történik egy szikes tó üledékében?

A szikes tavak üledékének két nagyon fontos alap geokémiai paramétere van. Ezek a korábban már tárgyalt pH és az EC (electric

A fent említett mintaterületeken 8–8 alkalommal végeztünk mintavételezést egy éven keresztül. A mintavételi időpontok a területeken mért 100 éves csapadékmennyiségek éves eloszlása alapján jelöltük ki; három alkalom tavasszal, három nyáron és kettő ősszel. A bolygatott mintavétel során egy méternyi fúrómagot emeltünk ki minden alkalommal ugyanazon földrajzi koordinátájú területről. A megfelelő mintaelőkészítést követően megmértük az üledékek pH- és EC-értékeit a felszíntől számított 1 m mélységben 5 cm-enként, emellett a szemcseösszetételt is meghatároztuk.

A vezetőképesség diagramokon azt látjuk, hogy az oldott anyagok eloszlását a felszín felé áramló víz alakítja ki (4. ábra). Az éves második csapadékmáximumot követően ősszel voltak mérhetőek a legnagyobb vezetőképesség értékek a szelvény felső 0-10 cm-ében a kardoskúti, 0-30 cm-ében a szegedi Fehér-tó esetében. A két területen felvett EC szelvények azonban jelentősen különböző tendenciákat mutatnak a mélyebb szintekben.

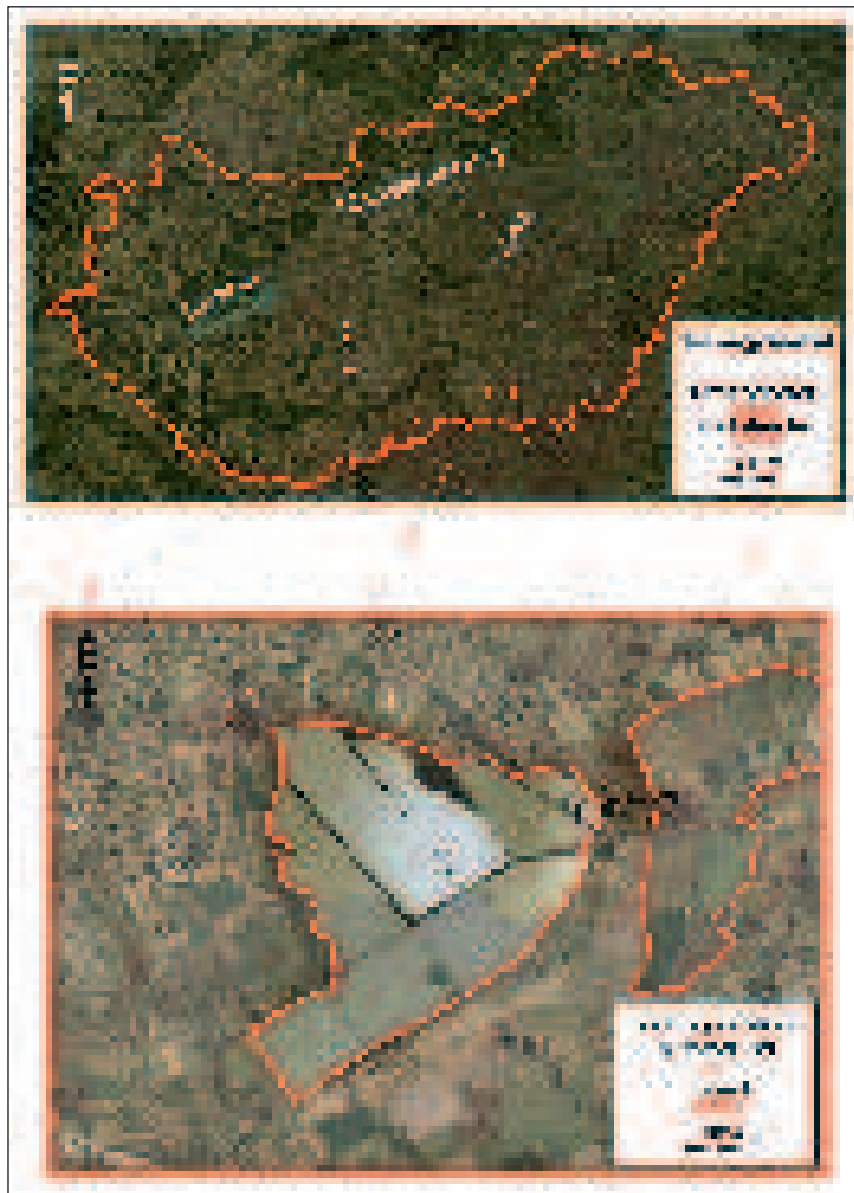
Kardoskúton magasabb vezetőképesség értékek voltak mérhetőek. A nyári adatok a szelvény felső 20 cm-ében elmaradnak az ősszel mértéktől, de e szint alatt nagyon hasonlóan alakulnak. A legnagyobb EC értékek tavasszal 15–80 cm között jelentkeznek. Ennek hátterében az áll, hogy a kardoskúti Fehér-tó egy erős kiáramlási zónában található és a környező magasabb területek felől a tavaszi hóolvadást követően a megnövekedett víztömeg nagy mennyiségű oldott anyagot szállít a területre.

A szegedi Fehér-tó EC értékei átlagosan 1–2 mS/cm-rel alacsonyabbak a kardoskúti Fehér-tó esetében mérteknél, tehát az üledékek előbbi helyen jóval kevesebb sót tartalmaznak. Az őszi és a nyári eredmények a tavasziak felett alakulnak. A szelvény teljes hosszában a mélységgel csökkenő tendenciát mutatnak az adatok úgy a nyár folyamán, mint ősszel. A tavasz során viszonylag kiegyenlített a trendvonal. Ennek oka az, hogy a kevésbé intenzív feláramlás szállít ugyan sokat a területre, de a durvább szemcseösszetételű üledékben a vízborítás miatt ekkor jobban homogenizálódik a szelvény sótartalma.

A pH tekintetében mindkét helyszín esetében az összes mérési időpontban pH=10 feletti értékek jelentkeztek. A kémhatás ősszel a leglúgosabb, míg tavasszal a legalacsonyabbak ezek az értékek (4. ábra).

A kardoskúti Fehér-tó esetében 10–20 cm között a tavaszi pH-adatokban egy masszív csúcs jelenik meg, de ettől eltekintve minimális különbségek mutatkoznak a három különböző időszak pH-grafikonjai között. A 10–20 cm közötti anomália megfigyelhető az EC-diagramon is, ami alátámasztja, hogy só koncentrációról van szó.

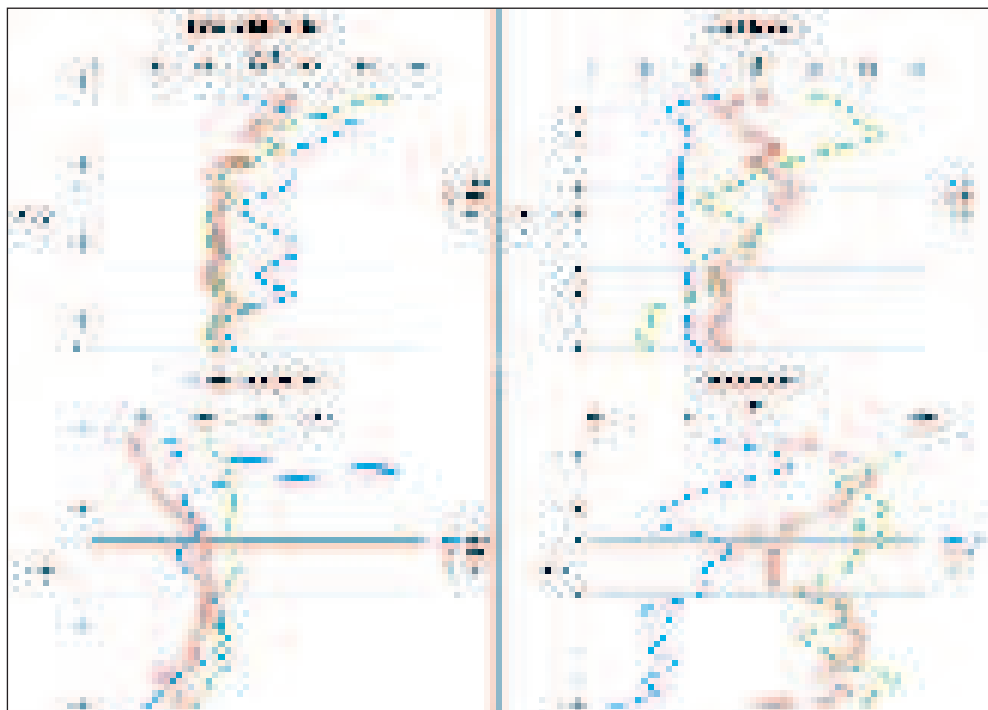
A szegedi Fehér-tó üledékeiben mért nyári-őszi pH-értékek egyaránt magasabbak a tavasszal mértékhöz képest. A tavaszi ada-



3. ábra. A szegedi Fehér-tó

kémhatás csökken, valamint a növényi aszimiláció hiánya és a disszimiláció is akadályozza a karbonát-képződést (téli a hidegebb vízben annyi  $\text{CO}_2$  szaporodik fel, hogy a karbonát  $\text{HCO}_3^-$  formájában van jelen). Tavasz végén, nyár elején a tó vizének fokozódó párolgása és melegeése valamint kémha-

conductivity=elektromos vezetőképesség; 1 mS/cm vezetőképesség ionösszetételtől függően ~500-700 mg/l oldott anyag tartalmaznak felel meg. Szikesnek nevezünk egy üledéket akkor, ha a belőle mért talajszuszpenzió vezetőképessége nagyobb, mint 2 mS/cm.



**4. ábra.** Az EC és pH értékek alakulása a mintaterületeken

tok a már említett homogenizálódás miatt alakulnak így. A durvább és ennél fogva porózusabb üledékben egyenletesebb oldott anyag-eloszlás alakul ki, így a betöményedés nem olyan erőteljes, mint a nyár és az őszi során. Az őszi magas értékek az összes esetben az éves második csapadékmáximo utáni intenzív kiszáradásnak köszönhetőek.

### Miért fontos?

A természetes szikeseket veszélyeztetzi az emberi tevékenység és a klímaváltozás. Előbbire jó példa, hogy sokszor a természetvédelmi terület mellett található szántóföldről a trágya átkerülhet a védett szikesre és ott lassanként sztyeppesedést okoz. Ugyanígy a Duna-Tisza közén az elmúlt 20–30 évben a talajvízszint jelentős süllyedését antropogén eredetűnek tartják (Szilágyi és Vorosmarty, 1993). A klímaváltozás is okolható a szikes tavak veszélyeztetésével, ugyanis telente rendszeresen elmarad a jelentősebb csapadék, így tavasszal nincs hóolvadás, mely feltöltené a szikeseket (Mika, 1988, Rakonczai et al. 2008). Ez azért probléma, mert a szikesek fenntartásához tartós vízfeláramlásra van szükség, hogy az oldható sókat a felszín közelébe szállítsa. Ha ez nem történik meg, akkor a szikes terület a felhalmozódó szerves anyagok bemosódása és a feltalaj átszellőzése, valamint a növényi aktivitás által sztyeppesedésnek indul, azaz lassanként elveszíti szikes jellegét.

Mint arról korábban szó volt, a szikes tavak védendő természeti értékeink, míg a mezőgazdasági területeken komoly gondot okoz a szikesedés. Ahhoz, hogy hatékonyan kezelni tudjuk ezeket a területeket, ismernünk kell a szikesedés lehető legtöbb sajátosságát, így a geokémiai tulajdonságait is. Erre a legjobb módszer, ha minél több, adatbázisba rendezhető információval rendelkezünk egy geokémiai modell megalkotásához. Jelen esetben a helyszínválasztás is ennek jegyében történt, ugyanis a kardoskúti Fehér-tó és a szegedi Fehér-tó eltérő genetikával rendelkezik, így eltérések mutatkoznak a területek földtanában és ebből kifolyólag alapvető különbségek vannak a geokémiai folyamatokban is.

A vizsgált mintaterületek tavasszal vízborítás alatt álltak, ezért tapasztalható a felszínhez közeli szintben a többi időszakhoz képest csökkent sótartalom. A kiszáradás nyár végéig tart, majd az őszi esőzések után emelkedik a legnagyobb értékekig az oldott anyagok mennyisége a felszínen.

Értelemszerűen, ha kevesebb az oldott sók mennyisége, akkor a kémhatás is kevésbé lúgos, azonban figyelembe kell venni, hogy a kapcsolat közöttük nem lineáris, hanem logaritmikus a pH fogalmából kiindulva.

A bemutatott mérésekből kiderül, hogy a két terület sótartalmában jelentősen eltér, ami feltételezhetően nem csak a területek földtani felépítésének különbségéből adódik, hanem a Duna-Tisza közén tapasztalt talajvízszint süllyedéséből, a mikromorfológiából és a növényzeti borítottságból.

### Irodalom

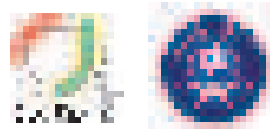
Bohn, H.L., McNeal, B.L., O'Connor, G.A. (1985): Talajkémia. Mezőgazdasági Kiadó – Gondolat Kiadó, Budapest, 363p.  
 Boros, E. (2002): Szikes Tavak. Környezetvédelmi Minisztérium, Természetvédelmi Hivatal. ISBN: 963 00 7168 1, 28.  
 Kovács, A., Szolnoky, L., Timaffy, L. (1991): Anyagi kultúra 2. Kézművészet, Magyar néprajz III. Akadémiai Kiadó, Budapest, 823p.  
 Keveiné Bárány, I., Mucsi, L., Timár, B. (2000): A szegedi Fehér-tó állapotváltozásai. Az Alföld történeti földrajza. Nyíregyháza, 53-66.  
 Mádlné Szőnyi J., Tóth J., Simon Sz., Pogácsás Gy. (2005): Felszíni és felszínalatti vizek kapcsolatának eredménye a Duna-Tisza közén. Általános Földtani Szemle 30, 93-100.  
 McBride, M.C. (1994): Environmental chemistry of soils. Oxford University Press, New York, 406p.  
 Mika, J., (1988): Regional features of the global warming in the Carpathian Basin. Időjárás 92, 178-189.

Molnár, B., Szolnoky, M., Kovács, S. (1981): Recens hipersalin dolomitok diagenetikai és litifikációs folyamatai a Duna-Tisza közén. Földtani Közöny 111, 119-144.  
 Rakonczai, J., Bozsó, G., Margóczy, K., Barna, Gy., Pál-Molnár, E., (2008): Modification of salt affected soils and their vegetation under the influence of climate change at the steppe of Szabadkigyós (Hungary). Cereal Research Communications 36, 2047-2050.  
 Szendrei, G., Szakáll, S. (2006): A talajfelszínen előforduló sókivirágzásokkal kapcsolatos ismeretek Magyarországon 1998-ig. In: Szendrei, G., Tóth, T. (eds.) (2008): A magyarországi szikes talajok felszíni sósványai. Topographia Mineralogica Hungariae IX., Miskolc, 33-46.  
 Szilágyi, J., Vorosmarty, Ch. (1993): A Duna-Tisza közti talajvízszint-süllyedések okainak vizsgálata. Vízügyi Közlemények 75,3, 280–294.

Témavezetők:  
**BOZSÓ GÁBOR, PÁL-MOLNÁR ELEMÉR**

### Köszönetnyilvánítás

Dr. Bozsó Gábor publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



NAGY RÓBERT

# Az értágulatok mechanikája

A modern alkalmazott orvoslásban a biológia, majd a kémia korábbi uralma után a fizika, mint természettudományos alapvetés is helyet követelt magának. Az emberi szervezet makroszintű viselkedése több ponton jól követhető a *mechanika törvényeinek* segítségével. Talán a legkézenfekvőbb példa erre a csontváz *tartószerkezet analógiája* és az ennek felhasználásával létrehozott mozgásszervi vagy akár fogprotézisek tervezési és kialakítási eljárásai. Ugyanígy az érhálózat bizonyos tulajdonságai is megragadhatók egy pulzáló áramlást közvetítő, lágy anyagú, a környezetébe rugalmasan ágyazott *csőhálózat modelljén* keresztül, mely hasznos eszköznek bizonyult többek közt egy, az érfalat

csúcsaiban zsák alakot formázva jön létre helyi, véráramlás által keltett komplex mechanikai stimulussal hatására. Maximális átmérője akár 3 cm is lehet [1].

A második típus orsószzerű tágulatot képez a szívből induló, a gerinc mellett lefelé futó főverőéren, az *aortán*. A két típus több szempontból is eltér, és külön kezelendő, azonban a vizsgálatokra fordított mechanikai apparátus nagyon hasonló. A továbbiakban fókuszáljunk mégis az utóbbiakra, a hasi aneurizmákra [2].

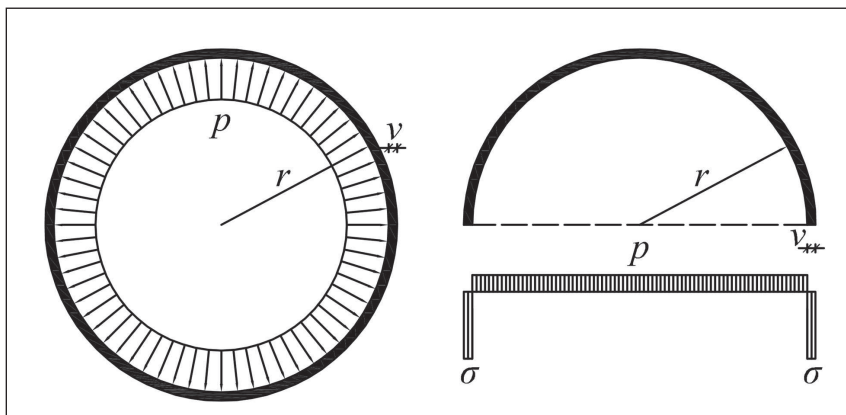
Az egészséges aorta átmérője 15–24 mm. Ezen az érszakaszon aneurizmának nevezünk a kialakult tágulatot, ha átmérője *1,5-szörösre* növekszik. A betegség – amely leginkább az idősebb férfiakat fenyegeti – egyike a leggya-

Ellenkező esetben ugyanis a műtét kockázata hasonló magához a felhasadáséhoz. Ha tehát valami módon a fennmaradó, úgynevezett kis aneurizmák közül ki tudnánk választani a felhasadás szempontjából veszélyesebbeket, akkor a már célzott műtétekkel emberek életét hosszabbíthatnánk meg.

## Mechanikai megközelítés

A mechanikai feladatok megoldása során általában ismert *terhek*, és a modell szempontjából elhagyható környezet lényeges visszahatásait magukba sűrítő *peremfeltételek* mellett egy megfelelő *anyagmodellen* keresztül képesek vagyunk meghatározni a szerkezetek mozgását, majd a bennük keletkező *megnyúlásokat* és *feszültségeket*, melyeket a *tönkremeneteli feltétellel* összehasonlítva, elvégezhető a *szilárdságtani megfeleléségi* ellenőrzés. Esetünkben, ha a törési feltételt meghaladják a falban a véráramlás keltette igénybevételek, az anyagi folytonosság megszűnik, a „szerkezet tönkremegy”.

Az elv legegyszerűbb következménye a klinikum ökölszabályának kvalitatív igazolása, mely szerint a tágulat átmérőjének növekedésével nő a felhasadás kockázata. Ezt egy nyomás alatt lévő rugalmas vékony falú henger modelljével szemléltethetjük. Gondolatban vágjuk ketté hosszirányban a hengert az **1. ábra** szerint. Ekkor a levegővel töltött hengerfélre az elhagyott részből átadódó függőleges nyomással a vele ellentétes irányú, a falban kialakuló érintő irányú normálfeszültségnek kell egyensúlyt tartania, melynek értéke *Laplace* után az 1. egyenlet alapján adódik, és az  $r$  sugarával egyenesen arányosan nő, ahol  $v$  a fal vastagsága és  $p$  az áramlásból a falra átadódó túlnyomás.



1. ábra. Belső nyomással terhelt rugalmas, vékony falú hengerben ébredő feszültségek

sújtó gyakori betegség, az aneurizma kialakulási folyamatának megértésében és a már kifejlődött elváltozások kezelési módjának kiválasztásában. Ennek szilárdtest-mechanikai vonatkozásait és jövőben lehetséges gyakorlati alkalmazási lehetőségeit mutatjuk be a továbbiakban.

## Az aneurizma

Az aneurysma szó a tágulatot jelentő ógörög *άνευρυσμα* (aneurusma) kifejezésből ered és az orvosi szaknyelv főként a verőerek (artériák) falának helyi *kitüremkedését* érti alatta. Két fő típusra oszthatók.

Az első az *agy* fő vérellátásáért felelős, gyűrű alakban elrendezett hálózatának, az úgynevezett Willis-féle kör elágazásainak

koribb halálalokoknak. A tágulat felhasadása esetén az életben maradás esélye minimális és a történelem során többek közt olyan híres emberek életét is követelte, mint Albert Einstein vagy Charles de Gaulle.

A tágulatok *műtéti* úton kezelhetők. Ilyenkor általában az eret felnyitva egy mesterséges csövet (stent) rögzítenek a meggyengült érfalon belülre. A beavatkozás azonban meglehetősen nagy kockázattal jár. Ezért elengedhetetlen, hogy a lehető legjobb döntési eljárás kerüljön a sebészek kezébe.

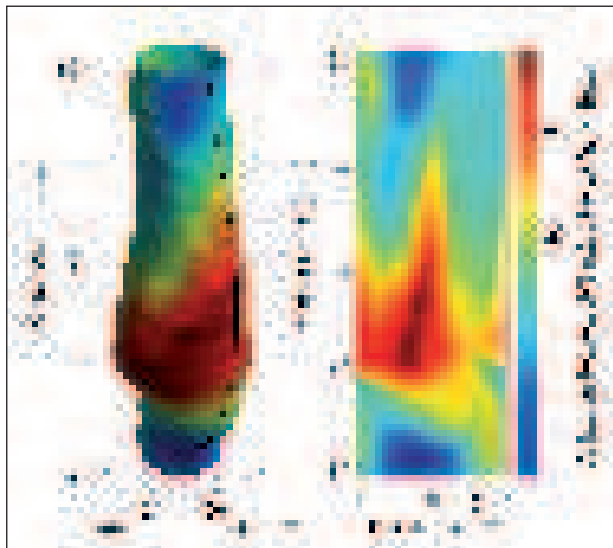
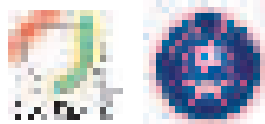
A *klinikai gyakorlatban* a tágulatok kezeléséről általában – egyéb, statisztikai felmérésekkel megállapított kockázati faktorok mérlegelése mellett – az átmérő, illetve az éves növekedési ütem alapján döntenek. Ha e két érték meghaladja az 5,5 cm-t, illetve a 0,5 cm/év-et, sebészi beavatkozás szükséges.

$$\sigma_t = \frac{p \cdot r}{v} \quad (1)$$

## Numerikus szimuláció

Valós esetekben az összefüggés közvetlenül nem alkalmazható a geometria komplexitása, a feladat időfüggő jellege, a fal vastagsága és inhomogenitása valamint a nyúlások nagysága okán. A legfejlettebb, betegre szabott *számítógépes szimuláció*





2. ábra. A tágulat alakja a diasztole pillanatában. A jobb oldalon az érfal síkba terített kontúrbrája látható a lumen tengelyétől mért távolság szerint színezve.  $\varphi=0$  a tágulat legnagyobb kiterjedésének iránya

ókat alkalmazó vizsgálati módszerek viszont képesek kiküszöbölni ezeket a hiányosságokat a mérnöki gyakorlat széles körben alkalmazott eszközének, a végeelemes módszernek az alkalmazásával [3].

Segítségével bonyolult geometriájú szilárd testek tetszőleges terhelése esetén rutinszerűen, akár nemlineáris és irreverzibilis anyagtulajdonság mellett is meghatározhatjuk a kialakuló igénybevételeket, ezt felhasználva pedig a tönkremenetelt okozó terheket. A geometriát véges számú elemre osztjuk, és ezeken a keresett elmozdulásmező végtelen dimenziós függvényterét szintén *diszkretizálva* – rögzített bázisfüggvények, általában polinomok, súlyozott összegeként – közelítjük a valós megoldást egy variációs elvből adódó funkcionál minimalizálásával. Tehát a komplex geometrián értelmezett elmozdulásfüggvény meghatározása helyett egyszerű geometriai alakzatokon egy véges hosszúságú számsor meghatározása a feladatunk, ami a bázisfüggvények speciális megválasztása miatt épp az elemek csomópontjainak elmozdulásait adja vissza. Megjegyezzük, hogy a lendületes fejlődésnek indult, úgynevezett *izogeometrikus eljárással* [4] már a valós geometrián is képesek vagyunk hatékonyan elvégezni ezeket a szimulációkat.

A biológiai anyagok tulajdonságai nagyon tág határokra belül mozognak. Éppen ebben rejlik az említett módszerek legnagyobb hiányossága, ugyanis nem vagyunk képesek meghatározni az élő

szervezetben (*in vivo*) az *anyagjellemzők* értékét, illetve *eloszlását*. Pusztán statisztikai adatok alapján ugyan a nagyságrend megbecsülhető, azonban a tágulatok esetén ez helyről helyre is jelentősen változhat. Általánosan kimondható, hogy az anyag lokálisan merevebbé válása magára *koncentrálja az igénybevételeket*. A kitágult falszakaszon épp ez történik. Ráadásul a megnövekedett igénybevételekkel szemben a degradáció során *lecsökkent tönkremeneteli feltétel* áll.

### Inverz paraméterazonosítás

Ha nemcsak a terheket, hanem az elmozdulásokat is ismernék mérésekből, az egyedüli ismeretlenek a kettő közt kapcsolatot teremtő, előre felállított, anyagi viselkedést leíró modell változói lennének. Ez pedig – a végeelemes módszer matematikai apparátusát egy optimalizáló algoritmmal kiegészítve – meghatározható a *munkafolyamat megfordításával*. Ekkor ugyanis a teherből számított és a mért elmozdulás-értékek eltérése minimálissá válik [5].

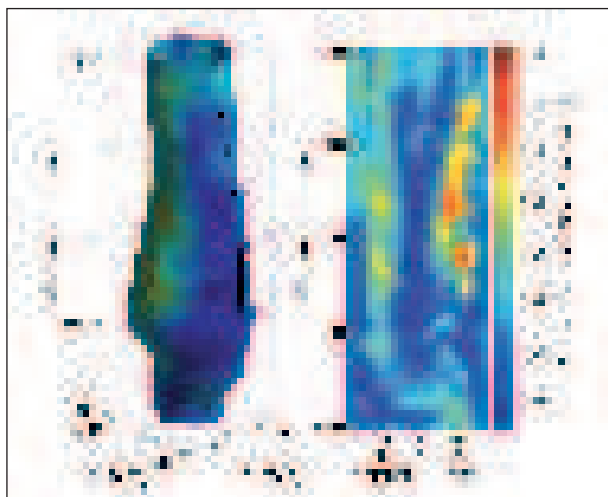
A kutatásaink mérnökök és orvosok szoros együttműködésével ennek a módszernek a gyakorlati alkalmazhatóságának megteremtésére irányulnak. A főbb lépéseket mutatjuk be nagy vonalakban a következőkben.

### Geometria

A rendszeres szűréseknek köszönhetően, az aorta aneurizmái már *korai fázisban felismerhetők*, szerencsés esetben akár egy mellkasröntgen alapján is. A fejlett képal-

kotó eljárásokkal pedig pontos képet alkothatunk az áramlási térről, a falvastagságról és az elég gyakran megfigyelhető lerakódásokról (plakkokról), tehát a teljes geometriáról.

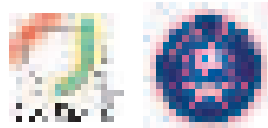
Az érrendszer feltérképezéséhez alkalmazott leggyakoribb módszer a *számítógépes rétegfelvétel* (computed tomography, CT). Az eljárást 1979-ben fejlesztette ki az orvosi Nobel-díjjal jutalmazott Godfrey Hounsfield és Allan Cormack, ezzel forradalmasítva a diagnosztikát. A módszer az 1901-ben szintén Nobel-díjat szerző Wilhelm Röntgen által felfedezett sugárzást használja fel. Lényegében egy katódsugárcső fűtött pozitív töltésű elektródjából kilépő elektronok egy fémlapnak ütköznek, annak elektronjait gerjesztik, és ezek újra stabil állapotba kerülésük során kvantált energiacsomagokat, azaz adott hullámhosszú elektromágneses sugárzást bocsátanak ki. Ez maga a röntgensugár, amely a test egyes szövetein áthaladva különböző mértékben nyelődik el. Az átjutó, szűrt sugárzást egy arra érzékeny detektor segítségével fogjuk fel kétdimenziós képet alkotva az aggregált elnyelési tulajdonságokról. A rétegfelvétel 1 mm-es szeleteket készít a testről, mindegyikről több irányban, így kirajzolva a szeletek belső szerkezetét. Ezeket összefűzve adódik a *háromdimen-*



3. ábra. A maximális elmozdulások az ér falban egy szív ciklus alatt

*ziós modell*. Mivel a vér, az ér fal és a környező szövetek elnyelő képessége közel azonos, általában jódtartalmú kontrasztoldatot juttatnak a véráramba, ezt a módszert hívják angiográfiának.

Az elmozdulások méréséhez azonban ki kell lépünk a negyedik dimenzióba. Erre az *EKG-kapuzott CTA* ad lehetőséget. A szív elektromos impulzusait időzítésképp felhasználva, 10 egyenlő időközönként ké-



szítünk felvételeket a stabilizálódott szív-ciklus alatt, amivel az alakot időben is követni tudjuk.

A felvételek elemi egysége a voxel, ezekben az elemi téglalastekben csupán az elnyelőképesség számértéke adott. Ez jól vizualizálható egy monokróm ábrával, ahol az árnyalat fejezi ki az elnyelődés mértékét. A szervek geometriájának kinyerése azonban további feldolgozást igényel. Erre alkalmas például az aktív kontúr módszer, melyben szintén egy szellemes mechanikai analógiáé a főszerep. A voxel értékek lokális változásából potenciális erőteret hozunk létre, amibe egy rugalmasan nyújtható és hajlítható szálat helyezve, annak deformált egyensúlyi alakjával detektálunk éleket. Tehát az eredeti képből domborzatot készítünk. Az eredeti kép hirtelen árnyalatváltozásainak helyén mély árok jön létre. Erre a domborzatra helyezünk egy súlyos, de könnyen de-

foltok érintkezési határait is – a görbület folytonos változása. A folt méretével befolyásolhatjuk a simítás mértékét.

Ha a pontok elmozdulására vagyunk kíváncsiak, a felületek helyzetének ismerete mellett még egy feltételre szükségünk van. A mozgás periodikus volta miatt a szív-ciklus végi helyzetnek egybe kell esnie a kiindulási állapottal. Ez nagyon jó közelítéssel teljesül, ha az időbeli felosztás megfelelő sűrítése után a pontok elmozdulásáról feltesszük, hogy merőleges a felületre. Ezt előzetes, rugalmas falú csöveken végzett numerikus szimulációk is igazolják.

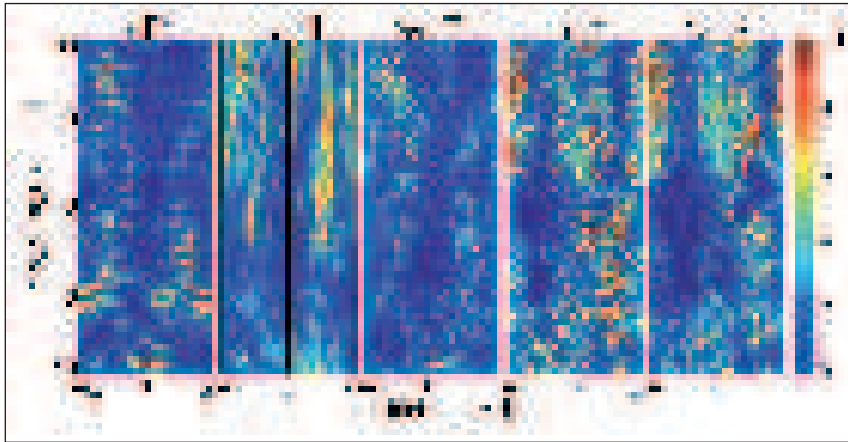
### Alakváltozások

A 4. ábrán láthatóak a számított alakváltozások. Ezek közül a fal érintősíkjára merőleges nyírási szögtorzulások ( $\gamma_{xz}$ ,  $\gamma_{yz}$ ) és a kerület irányú megnyúlások ( $\epsilon_x$ ) dominálnak, azonban a „beteg” részen ( $\varphi=0$ ) egy nagyság-

A jelenleg legfejlettebb algoritmusok figyelembe veszik az áramló folyadék és a szilárd fal kölcsönös egymásra hatását (fluid-structure interaction, FSI). Az 5. ábrán látható érintkező felületen a folyadék által kifejtett erő teher jellegű peremfeltéltelként kerül a falra, ahol a végeeselemes módszer eredményeképp adódó elmozdulások az áramlási tér korrigált peremfeltételeit adják. Ez a kör addig folytatandó, amíg minden egyes időpillanatban a frissítendő értékek egy hibahatár alá nem csökkennek. A módszer rendkívül számításgényes és szintén igényli a fal anyagmodelljét és a környező szövetek viselkedésének leírását.

Ezt küszöbölhetjük ki úgy, hogy a fal mért elmozdulásait direkt módon alkalmazzuk az áramlási szimuláció során.

Ezen a ponton jegyezzük meg, hogy bár az elmozdulásokra tett hipotézisünkkel a mérési feltételeket teljesíteni tudjuk, és jó egyezést találva független modellekkel, az



4. ábra. A maximális alakváltozások az érfal belső oldalán. Az első három a fal síkjába eső, sorrendben tengely irányú és az arra merőleges alakváltozás, valamint szögtorzulás. Az utolsó kettő a sikra merőleges szögtorzulás

formálható szalagot, amely jó kiinduló pozíció esetén, az eredeti képen kirajzolódó keresett geometriai alakzat élein fog egyensúlyt találni. A már 3D-s kép látható a 2. ábrán.

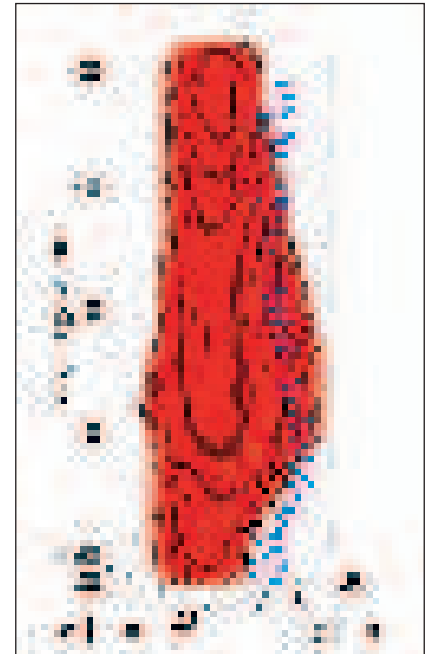
renddel kisebb értékek állnak elő összhangban az ottani merevségnövekedés miatt. Az érszak melletti részek viszont nagy tengely irányú megnyúlásokat ( $\epsilon_x$ ) és érintősíkba eső szögtorzulásokat ( $\gamma_{xy}$ ) szenvednek.

### Elmozdulások

A kapott pontok mérési hibával terheltek. A hiba becsült maximális értéke a szelet síkjában a voxel mérete (0,5 mm). Ez a 3. ábráról is leolvasható, 1,5 mm-es mozgásméretéhez viszonyítva nem elhanyagolható. Kiküszöbölésére az ér felületét négyzet alakú foltokra osztjuk, és ezekre mindkét változó-jában harmadfokú, úgynevezett spline simító függvényt illesztünk, így biztosítható a teljes felületen – beleértve a

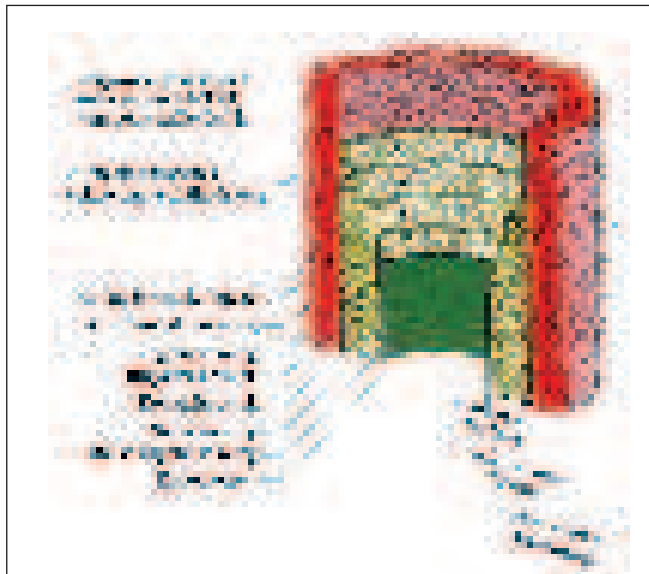
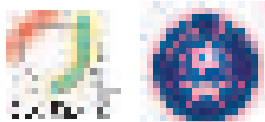
### Terhek

A geometria mérésével párhuzamosan, egy könnyen elérhető ponton, általában a végtagokon megmérjük az érben kialakuló túlnyomás-idő függvényt, amit egy áramkörhöz hasonló egydimenziós hálózat analógiájával átszámíthatunk az aortára [6]. Ez, és a becsült térfogatáram peremfeltéltelként megjelenik egy áramlási numerikus szimulációban, amelynek kimenő értékei a falra ható nyomás és csúsztatófeszültség értékek [7].



5. ábra. Az elemekre osztott geometria a numerikus számításokhoz

eljárás nem egzakt, ugyanis az esetleges felületen belüli deformációkról nincs információ. Ez kiküszöbölhető, ha a szimulált és mért elmozdulások helyett csak a két úton kinyert alakok eltérését minimalizáljuk, ekkor azonban a terhek meghatározását is minden iterációs lépésben el kellene végeznünk ráadásul egy kapcsolt szimuláció során, amivel még az FSI számításokhoz képest is ugrásszerűen növelelnék az erőforrásigényt ellehetetlenítve a közel valós idejű szimulációt a jelen számítási kapacitások mellett.



6. ábra. Az érfal általános felépítése szerkezeti szempontból

### Az anyagmodell és az érfal szerkezete

Az egyetlen feladatunk ezután a két mért érték közt kapcsolatot teremtő, az érfal szerkezetén alapuló anyagmodell paramétereinek visszaszámítása. Ehhez először meg kell értenünk az érfal felépítését.

Az artériák és a vénák fala, eltekintve a vastagságbeli különbségektől, ugyanazon három, funkciójában és felépítésében is egymástól jól elkülönülő gyűrűből épül fel, melyeket a vastag rugalmas szalagokból felépülő belső, illetve külső rugalmas membrán választ el egymástól. E három réteg összmenyisége és egymáshoz viszonyított aránya szabja meg a viszkoelasztikus fal legfontosabb mechanikai tulajdonságait. Belülről kifelé haladva ezek a következők.

A legvékonyabb réteg a *tunica intima*. Egy réteg lapos, hámszerű endothelsejtből áll, amely egy vékony alpmembránon (basal lamina) helyezkedik el. Egészséges esetben az érfal mechanikai tulajdonságaira nincs jelentős hatása, azonban az egyik leggyakoribb érrendszeri megbetegedés, az érlemezsedés (*arteriosclerosis*) során megvastagszik, merevvé válik, jelentősen csökkentve a teljes érfal rugalmasságát.

Szerkezeti szempontból a legfontosabb rész az aortafal 2/3-át kitevő *tunica media*, amelyre a mechanikai terhek legnagyobb része hárul. Simaizomsejtekből, kollagén rostokból és elasztinmolekulákból épül fel. Az alkotók aránya az ér funkciójától függően változik, így a szívhez közel a rugalmas rostok, míg attól távolodva a simaizomsejtek száma dominál.

A mediát diffúziót segítő hézagokkal ellátott elasztikus lemezek egymástól 28–30 jól elkülönülő koncentrikus, helikálisan futó rostokkal erősített gyűrűkre osztják fel. A lapos emelkedésű csavarvonalakat képező elasztin, kollagén és simaizomrostok szerkezetét terhelhetővé és rugalmassá teszik.

A külső réteg, a vastagság 1/3-át kitevő *tunica adventitia* kollagént és elasztint termelő sejtekből

(fibrocytákból), azok differenciálódás előtti állapotát jelentő sejtekből (fibroblaszt), szövettani alapállományból és vastag kollagén rostokból áll, és laza kötőszövet veszi körül. A nagyobb artériák és vénák fala olyan vastag, hogy saját vérellátó rendszerrel (*vasa vasorum*) rendelkezik. Ebben a rétegben is helikális elhelyezkedésű, de még hullámos kollagénrostok találhatók. A simaizomsejtek hiánya miatt tehermentes állapotban ez a rész a mediához képest sokkal kevésbé merev, és csak nagyobb nyomásszinten képes terhek felvételére, amikor is a rostok kiegyenesednek, ekkor viszont merev köpenyszerű csökként viselkedve meggátolja az artéria túlzott tárgulását.

A tágulatok falában a media réteg elváltozása figyelhető meg. Ezen belül is az elasztin roncsolódása, a kollagén mennyiségének növekedése és a simaizomsejtek csökkenése, melynek következtében merevebbé válik az érfal, ráadásul az ellenállása csökken.

### Szerkezeti analógia

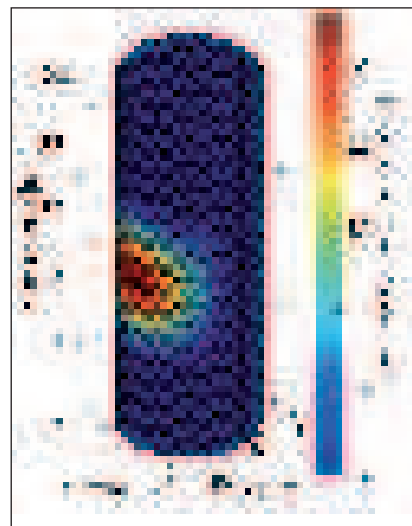
Mindez meglehetősen emlékeztet egy réteges locsolócsőre vagy akár egy spirális erősítő vasalással ellátott vasbeton csőre. Nem véletlen, hogy a mikroszkopikus tulajdonságokat integráló kontinuummechanikai anyagmodellt egy építőmérnök, *Gerhard Holzapfel* alkotta meg [8]. A 6. ábra szerint a szerkezeti szempontból fontos rétegekben egy közel lineárisan rugalmas irányfüggetlen (izotrop) ágyazó környezetben két irányban helikálisan lefutású, az igénybevételek növekedésével egyre merevebbé váló kollagén erősítés fut. A

megfelelő modellváltozók rétegenként az ágyazóanyag és a szálerősítés merevségi paramétereit és a szálak irányát.

### Optimalizáció

Akkor tekintjük az anyagi paramétereket meghatározottnak, ha az elmozdulásokból visszazámított és a mért tehervektor eltérése minimális. Ez egy több tízezer változóval rendelkező nemlineáris optimalizációs feladat. Megfelelő algoritmus kiválasztásával azonban viszonylag gyorsan megoldható.

Ez a modul még csak teszt fázisban van, így szemléltető példának itt csupán egy lineárisan rugalmas anyagú, henger alakú cső lokális merevségnövekedése látható a 7. ábrán, melyen ismert terhelés és anyagmodell mellett a hagyományos munkafolyamattal számítottuk a deformált alakot. Ezután a kiinduló feltételt és a végeredményt egyenletes eloszlású véletlen hibával terhelve, azokat a bemutatott új eljárás



7. ábra. Lokális merevségnövekedés azonosítása egyszerű geometrián

bemenő adatainak (szimulált mérésnek) tekintve, elemenként meghatároztuk az egyetlen anyagi paramétert, a rugalmassági modult azt ismeretlennek színelve.

### Eredmények

A közeljövőben már képesek leszünk az értágulatok anyagi paramétereit valós élettani körülmények közt meghatározni. Ezeket felhasználva a meglévő, feszültség alapú felhasadás veszélyesség becslések jelentősen pontosíthatók, sőt új kritérium is szabható, ugyanis a roncsolódás állapota, mint az érfal anyagához rendelt

változó is, hasznos döntési szempont lehet. Ráadásul kiküszöbölhető a biológiai anyagok tulajdonságainak kimagaslóan nagy szórása következtében fellépő bizonytalanság, ugyanis itt minden páciens esetén a beteg és egészséges szövetéről is kapunk információt az ér különböző szakaszain végzett mérésekből. A roncsolódási folyamat mérése tehát egyénre szabható és kalibrálható.

A bemutatott módszer alkalmazhatósága ezen is túlmutat. Nagy alakváltozásokat mutató szerkezeten, például a ponyvákön, jól azonosítható ponthálózat – egy felfestett rács csomópontjai – elmozdulásainak ismeretében az anyagtulajdonságok időbeli változása meghatározható, vagy azok ismeretében a terhek (szélteher) visszazámolhatók. ✱

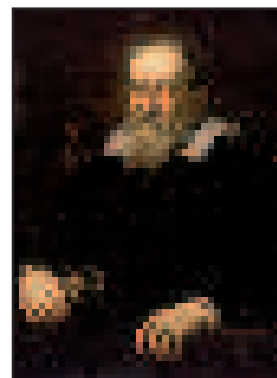
## Irodalom

- R. Nagy; Numerical assessment of mechanical parameters leading to aneurysm formation; In: Józsa János, Lovas Tamás, Németh Róbert (szerk.); Proceedings of the Conference of Junior Researchers in Civil Engineering 2012; Budapest, Magyarország 2012.06.19-2012.06.20, pp. 140-149, ISBN: 978-963-313-061-2.
- N. Sakalihasan, R. Limet, O.D. Defawe; Abdominal aortic aneurysm; The Lancet, Vol. 365, pp. 1577-89; 2005.
- M. L. Raghavan, D. A. Vorp, M. P. Federle, M. S. Makaroun, M. W. Webster; Wall stress distribution on three-dimensionally reconstructed models of human abdominal aortic aneurysm; Journal of Vascular Surgery, Vol. 31, pp. 760-769; 2000.
- J.A. Cottrell, T.J.R. Hughes, Y. Bazilevs; Isogeometric Analysis: Toward Integration of CAD and FEA; John Wiley & Sons; ISBN 978-0-470-74873-2; 2009.
- R. Nagy, Cs. Csobay-Novák, A. Lovas, P. Sótonyi, I. Bojtár; Towards Indirect In Vivo Measurement of Material Properties of Aortic Aneurysms: Determining the Displacement Field; in: E. Onate, X. Oliver, H. Antonio (szerk.); Proceedings of WCCM XI - ECCM V - ECFD VI, CIMNE, Barcelona, 2014.
- G. Bárdossy, G. Halász; Modeling blood flow in the arterial system; Periodica Polytechnica Vol. 55, 49-55; 2011.
- G. Závodszy, G. Paál; Numerical simulation of blood flow in large vessels during thrombus formation; In: Csernátó Zoltán (szerk.); V. Biomechanikai konferencia; Budapest, Magyarország, 2013.05.24-2013.05.25; pp. 1-10 Paper A-0061.
- G.A. Holzapfel, T.A. Gasser, R.W. Ogden; A new constitutive framework for arterial wall mechanics and a comparative study of material models; J. Elasticity; Vol. 61, 1-48; 2000.

# Egy mondat Platón és Planck között

## 450 éve született Galilei

SCHILLER RÓBERT



Nem arról a mondatról akarok írni. Amelyikről azt se tudjuk, elhangzott-e vagy sem. Amely legendával az utókor azt akarta helyreigazítani, amiről azt hitte, a lángész jellemének fogytékossága. Mégis mozog? Ne ezzel a kétes hitelű, keveset mondó anekdotával idézzük meg ma Galilei szellemét!

A mondat, amelyet idézek, Galilei utolsó, nagy művében, a *Discorsibus* olvasható. Ennek a könyvnek is párbeszéd a formája, hasonlóan a ptolemaioszi és a kopernikuszi rendszert ismertető, vitató és végül Kopernikusz igazát bizonyítani vélt *Dialogo*hoz. Tudjuk, a *Dialogo* vezetett a pörhöz, elítéltetéshez és a kopernikuszi kép kényszerű megtagadásához. Mindkét műben ugyanaz a három szereplő vitatkozik: Salviati, aki Galilei gondolatait és érveit fejti ki, Sagredo, aki rendre kételkedni látszik ugyan, de gondolkodásmódja közel esik Salviatiéhoz, végül Simplicio, az arisztotelészi filozófia és a köznapi józan ész képviselője. A *Discorsibus* négy fejezetre, a „vita négy napjára” osztozott a szerző. Az első két nap általános anyagelméleti fejtegetések mellett főként a testek töréséről, szilárdságáról szól. A harmadik és a negyedik nap a mozgás elméletét tárgyalja. Ez a felosztás azonban csak nagyon közelítőleg igaz. Elkerülhetetlen, a dialógus-forma miatt is, hogy már az első napon ne legyen szó olyan alapvető kérdésekről, mint az ingamozgás vagy a szabadesés; az öreg Galilei ebben a könyvben foglalja össze teljes fizikai világmépét (kivéve természetesen a Naprendszerre vonatkozót).

Simplicio a szabadesésről Arisztotelész kétezer éve kétely nélkül elfogadott véleményén van. „[...] a különböző súlyú testek különböző sebességgel mozognak, és sebességük aránya megegyezik súlyuk arányával, úgy, hogy ha például az egyik test tízszer nehezebb a másiknál, tízszeres lesz a sebessége is.” Salviati kétségbe vonja, hogy „Arisztotelész valaha is elvégezte volna a kísérletet annak igazolására, hogy ha két követ, amely közül az egyik

tízszer súlyosabb a másiknál, mondjuk, száz rőf magasságban egyszerre elengedünk, oly mértékben különbözne a sebességük, hogy mikor a nagyobbik földet ér, a kisebbik alig tett meg tízrőfnyi utat.” Sagredo, úgy mondja, ki is próbálta a dolgot, és az eredmény bizony cáfolta Arisztotelészt. Salviati viszont „a tapasztalati tények ismerete nélkül is” be tudja bizonyítani, hogy tévedés azt hinni, a súlyosabb test gyorsabban esik, mint a könnyebb: ha egy nagyobb követ összekötünk egy kisebbel, úgy az együttes tömegük nagyobb lesz, mint a nagyobbiké volt, tehát együtt gyorsabban kellene esniük, mint akár a gyorsabb nagy, akár a lassabb kicsi tenné külön-külön. Eszerint a lassú, kis kő hatására lenne a gyors kő még gyorsabb? A lassú gyorsítja a gyorsat? Salviati-Galilei tehát egy racionális megfontolás segítségével cáfolja Arisztotelészt, és ezt az eljárását láthatóan határozottabbnak tartja, mint a közvetlen kísérletet.

Simplicio azonban nem hagyja magát. Érvei csöppet sem üresek, mindennapos tapasztalatokat idéz fel. „Nehezem esik elhinni, hogy egy ólomcsepp ugyanolyan gyorsan zuhan, mint egy ágyúgolyó.” Ő, úgy látszik, el is végzett egy ilyenfajta kísérletet, és Salviati szerint bizonyára úgy találta, hogy százfőnyi magasságból leejtve egy száz font súlyú meg egy egy font súlyú vasgolyót, „a nagyobbik kétújjnyival megelőzi a kisebbiket”. De Arisztotelész szerint kilencvenkilenc rőffel kellene megelőznie!

Salviati elismeri, hogy a közegek: a levegő, a víz vagy a higany befolyásolják, és eltérő módon befolyásolják a testek esését. Aztán a testek alakja is számít, a nehéz aranyból készült nagyon vékony lemez szinte lebeg a levegőben. A kétújjnyi eltérés is ilyenfajta hatásokból származik. De kemény ellenfél a vitában: „Nem szeretném Simplicio úr, ha [...] a beszélgetést mellék-ösvényekre terelve belekapaszkodna valamelyik állításomba, amely csak hajszálnyi-

ra tér el az igazságtól, és e hajszál mögé akarná rejteni mások tévedését, amely oly vaskos, mint egy hajókötél.”

Erre a mondatra gondolva fogtam ebbe a cikkbe. Itt, ezen a vita dramaturgiája szerint fontos ponton, ahol a szerző szemmel láthatóan dühösnek, felháborodottnak ábrázolja önarckép-hősét, egy példán bemutatja, hogy mi módon kell a kutató elmének különbséget tennie az alapvető jelenségek és a járulékos, esetleges hatások között. De hát ez nem mindig könnyű! A mérések fél-

Galilei itt egyetlen dühös mondatban a természettudományos kutatás alapvető, azóta is érvényesnek tartott elvét fogalmazta meg. Az empiriát a rációnak kell felülbírálnia, önmagukban a puszta megfigyelések az igazságot soha nem tárhatják fel. Ezért kell gyakran a mérések esetlegességeitől, hibájától független gondolat kísérletek eszközhöz nyúlni. Ezt a modern tudomány is így tartja. Max Planck írja: „Nincs értelmetlenebb dolog, mint azt mondani, hogy egy gondolat kísérletnek csak annyiban van jelentősége,

is észre lehet venni; a szerző nem mindig következetes ebben a kérdésben. De ami a probléma lényegét illeti, a bizonyítás módját tőle tanulták meg a későbbi korok.

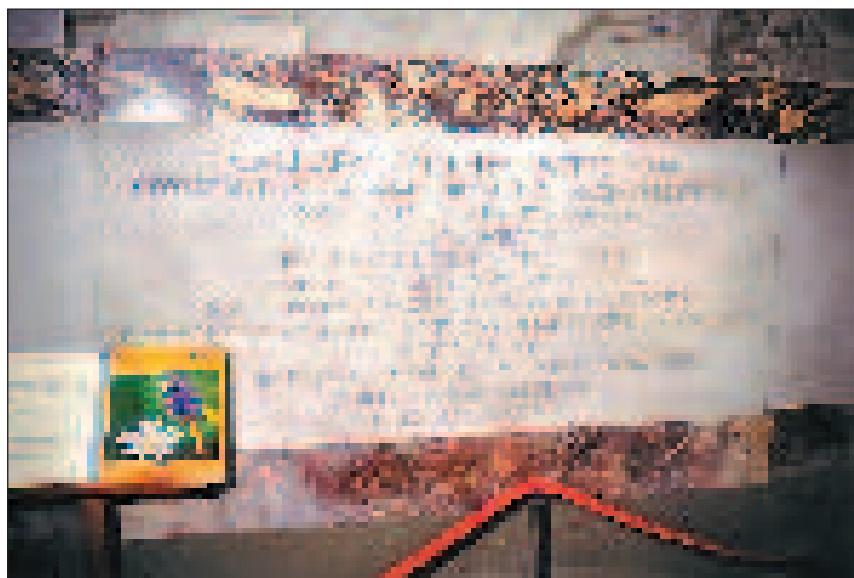
Simplicio köznapi szemlélete ugyanis hitetlenkedik. „A magam részéről soha nem fogom elhinni, hogy a vákuumban – ha ott egyáltalán létezik mozgás – a gyapjuszál ugyanolyan gyorsan mozogna, mint az ólomdarab.” (Legyünk őszinték, ha meg nem tanultuk volna, ha fizikaórán nem mutatták volna be a kísérletet, mi se hinnénk.) Salviati körültekintő válaszából látszik, az ellenvetést komolyan veszi. Hiszen vákuumot nem tud kísérleti úton létrehozni, a légszivattyút még nem ismeri. De mivel úgy találja, „hogy a különböző súlyú testek sebessége az egyre áthatolhatóbb közegekben egyre kevésbé különbözik, illetve még nagyon eltérő súlyok esetén is minden másnál ritkább – bár nem teljesen üres – közegben a sebességkülönbség olyan kicsi, hogy szinte megfigyelhetetlen, akkor véleményem szerint nagyon valószínű az a feltevés, hogy vákuumban pontosan megegyezne a sebességük.” A fokozatos közelítés, az extrapoláció gondolatával él – ezt használja hasonló helyzetben azóta is minden kísérleti kutató. Ő erkölcsös óvatossággal használja a módszert, az eredményt csak nagyon valószínűnek nevezi, nem biztosnak. Hiszen az igazi bizonyosságot mégis csak a közvetlen mérés adhatja.

Nem lehet a céloom, nem is volnék képes rá, hogy a Discorsi minden megállapítását elemezzem, és szét merjem válogatni Galilei mindig lángeszű megközelítéseit gyakori, néha saját gondolatainak is ellentmondó tévedéseitől. Mindennek könyvtárnyi az irodalma. Az én asztalomon Vekerdi László könyve áll kinyitva, az *Így él Galilei*, és az *Utószó*, amelyet ő írt a Discorsi magyar kiadásához. Örömmel olvasom a szövegeit, hálával gondolok emlékére. Magát a Galilei-művet ajánlanám persze elsősorban olvasásra; ez irodalomnak is gyönyörűség. Legszívesebben azt a tanácsát idézem, amelyet a méltó beszélgetőtársnak, Sagredonak adott: „Az értő kételkedés szelleme legyen Önnel.”

Velünk is, mindannyiunkkal. †

## Irodalom

- Galilei: Matematikai bizonyítások és érvelések (a Discorsi magyar kiadása), ford. Dávid Gábor, utószó: Vekerdi László, Európa, Budapest, 1986
- Platón: Állam, Platón összes művei II, ford. Szabó Miklós, Európa, Budapest, 1984
- Max Planck: Válogatott tanulmányok, ford. M. Zemplén Jolán stb. Gondolat, Budapest, 1982
- Vekerdi László: Így él Galilei, Typotex, Budapest, 1997



Virágunk Galilei sírján, Firenzében

revezethetik a megfigyelőt. Ezért lépett túl Salviati Sagredo, egyébként helyes megfigyelésén, és folyamodott racionális érveléshez a kísérlet elemzése helyett. (Közbevetőleg: írónak is milyen kiváló Galilei!)

A gondolat persze igazából nem új, Platónnál is olvashatunk már róla. Az Állam VII. könyvében mondja Szókratész: „A tarka csillagképeket az égen a maguk nemében a legszebbeknek és legtökéletesebbeknek tartjuk ugyan, de minthogy a látható világ tarkaságai, messze elmaradnak az igazi csillagoktól és azok mozgásaitól, amelyekben az igazi sebesség és lassúság az igazi számok szerint, az igazi egymás közti konstellációkban mozog, s egyben mozgat minden benne lévő; ezeket ugyanis csak értelemmel és gondolkodással lehet felfogni, szemmel nem.” És folytatja is: „Nos, a csillagászatot – akár a mértant – csak mint kérdésfeltevést alkalmazzuk, az égitesteket pedig békén hagyjuk, ha a csillagászatvaló helyes foglalkozás révén a lélekben rejlő természetes értelmet a haszontalanból hasznossá akarjuk tenni.” A kérdést, Szókratész szerint, ugyan a megfigyelés vagy a kísérlet teszi fel, a választ azonban csak „a lélekben rejlő természetes értelem”, a racionális gondolkodás adhatja meg.

amennyiben mérések útján bármikor megvalósítható. [...] A gondolat kísérletekkel a kutató szelleme a valóság mérőeszközök világa fölé emelkedik, ezek hozzásegítik hipotézisek alkotásához, kérdések megfogalmazásához, amelyeknek valóság kísérletekkel való igazolása új törvényszerű összefüggésekbe nyújt bepillantást, olyan összefüggésekbe is, amelyek a közvetlen mérés számára hozzáférhetetlenek. [...] Bizonyos, hogy a gondolat kísérlet absztrakció. Ez az absztrakció azonban a fizikus számára, legyen kísérleti vagy elméleti fizikus, a kutató munkában épp oly nélkülözhetetlen, mint az, hogy van reális külvilág.”

Galilei nem áll meg ott, hogy elutasítja az eltérést az elméleti várakozástól, mert hogy az a körülmények esetleges voltából származik. Fel kell tárnai az eltérés okát, meg kell becsülni, ha a nagyságát nem is lehet, legalább az irányát, tehát magyarázatot kell adni, elméletet kell alkotni a váltakozó körülmények hatására is. Fajsúlyról, közegellenállásról kell gondolkodnunk. Galilei magyarázatai gyakran nagyszerűek, de a mai olvasót néha mehökkentik. A közegellenállás csak mozgásban lévő testre hat, a fajsúlykülönbségek hatását nyugvó testeken

TELBI SZ TAMÁS

# Víz, jég, ember a karszton

## Montenegró

**M**ontenegró sok szempontból különleges ország. Egyrészt alkotmányában szerepel a Föld első „ökológiai állama”. Az egyetlen volt jugoszláv tagköztársaság, mely súlyosabb konfliktusoktól mentesen vált függetlenné. Olyan ország, ahol egyoldalúan eurót használnak, ráadásul ezt már jóval a 2006-os függetlenné válás előtt bevezették. Mindezeket túl Montenegróban kétharmados többsége van a KARSZT-nak. Ez persze nem valamiféle politikai párttömörülés, hanem egy meghatározó természeti adottság, mely az ország területének 69%-át foglalja el. Bár nem ismeretes olyan világszintű lista, mely a karsztvidékek aránya alapján rendezné az országokat, de Montenegró feltehetően ebben a számban is dobogóra jutna, nem csak vízilabdában. Az alábbi írásban néhány érdekességet villantunk fel Montenegró karsztvidékeiről.

### Amikor a nagyon sok víz sem elég

Ha néhány viszonylag tájékozott embert megkérdeznénk arról, hogy merre van Európa legcsapadékosabb vidéke, a legtöbben alighanem Norvégia vagy Írország atlanti partjaira tippelnének. Esetleg a kontinensről kicsit távolabb fekvő Izlandra. Ez már majdnem jó. Az izlandi gleccserekre évi 4000 mm csapadék hullik, de ez csak becslés, és hiteles mérés „csupán” 3300 mm-ről van. Meglepő módon az említett „esős” hírű országokat megelőzve, az éves csapadékatlag európai rekordját Montenegró, még pontosabban a *Kotori-öböl* közelében fekvő *Crkvice* település tartja. A sokéves átlag (1961–1990) 4593 mm, ám ez csak az átlag, mert az eddigi rekordot az 1937-es év tartja, amikor 8036 mm csapadék zúdult a falucska lakóira. Számukra bizonyára emlékezetes volt 2000 karácsonya is, amikor december 28-án egyetlen nap alatt (!) 452 mm csapadék hullott az égből. A kiemelkedően magas csapadékok többnyire a nyugat, délnyugat felől érkező ciklonok szállítják ide, melyek az Adriai-tenger felett „felszívják” a vizet, majd a

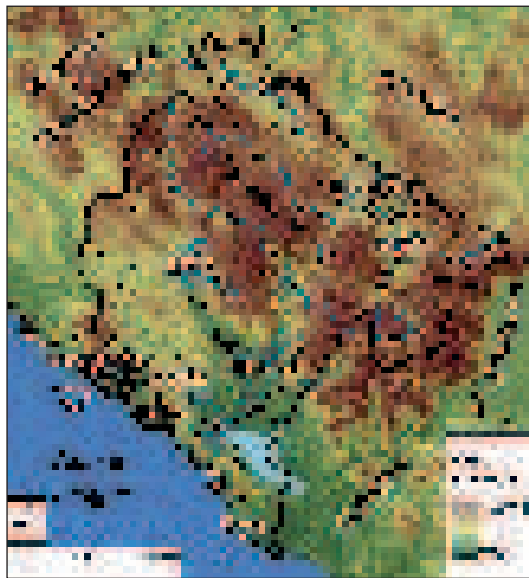
parti Dinaridák hatására gyors felemelkedés következik be, és a nedves légtömegek „kieresztk” a vizet. Ezért orográfikus, azaz elsősorban domborzat által kiváltott csapadékképződéssel magyarázhatjuk ezt az extrém nedves éghajlatot, ami azonban csak viszonylag kis területen, a parthoz közel fekvő hegyvidéken érvényesül. A rekordot mérő Crkvice falu 937 m tengerszint feletti magasságban fekszik, így feltehető, hogy az Orjen hegység 1894 méteres tetejét még több csapadék öntözi.

Ilyen adatokkal felvértezve kerestük fel Crkvice-t, melynek nemcsak a nevét nehéz kimondani, hanem a megközelítése sem

jük a szemünket. Ez alapján Montenegrót tulajdonképpen jogosabb lenne a „fehér hegyek országának” nevezni, ám a Montenegró (Crna Gora), azaz „fekete hegy” elnevezés a helyiek szerint arra vezethető vissza, hogy régen sokkal erdősebb volt a hegyvidék, különösen a parti részek, így a hajósok nevezték el ezt a partszakaszt „fekete hegyeknek” a máshol még kopárabb és még fehérebb karsztvidékekhez viszonyítva.

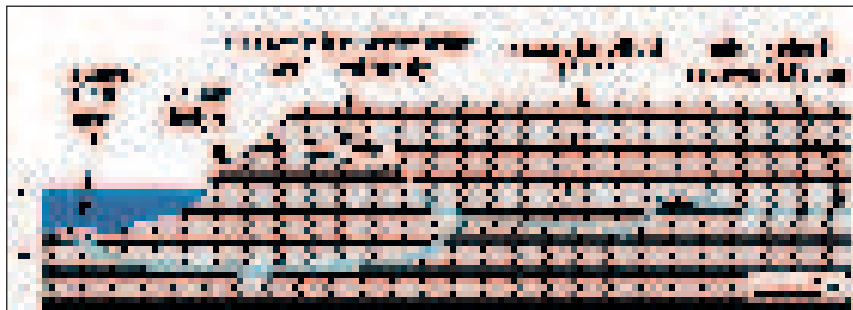
Még a növényzetnél is ritkásabb az emberi jelenlét. Crkvice 49 lakosából (2011-es adat, azóta lehet, hogy még tovább fogyatkozott) alig egy-kettővel találkozunk, dűledező, vagy annál is romosabb házak fogadnak, és csupán néhány zöldellő veteményfolt árulja el, hogy ez a sekély föld is képes termést hozni, ha öntözik. Mert bármilyen furcsán is hangzik, a vízhiány súlyos lehet itt, Európa legcsapadékosabb vidékén. Az ok a mediterrán éghajlatban keresendő, ami „rosszul” osztja be a vizet; ősztől tavaszig sok esik ugyan, de a nyár meglehetősen forró és száraz. Így az embernek kell „korrigálni” az eloszlást. Szinte véletlenül találunk rá a falucska legfontosabb stratégiai építményére, mely külsőre alig árul el valamit: messziről széles, nagy teraszok tűnik csupán, melyen pár „kötömb” hever. A kötömbök valójában lyukakat vesznek körbe, melyeken át a mélybe tekintve a sötétben megsejtjük a vizet – ez a ciszterna. E nélkül nincs élet itt a karszton, mert a lehulló víz pillanatok alatt a mélybe szívárog, a kiválóan karsztosodó mészkő egy pillanat alatt „benyeli” az összes vizet, így se patak, se talajréteg nem őrzi meg a télen lehulló vizet (havat), csak a ciszterna.

Hidrológiai szempontból ez a „bemene-ti” oldal, vegyük szemügyre tehát a „kimenetet” is, azaz lássuk mi a helyzet a Kotori-öböl partvidékén!



**Montenegró domborzata** (D: Durmitor; L: Lovćen; O: Orjen)

egyszerű a szűk, kanyargós hegyi utakon. Az egyenlítői övre emlékeztető óriási csapadék alapján trópusi esőerdők buja képe jelent meg lelki szemeink előtt, ám ehelyett a valóságban a Dinári hegyvidékre oly sok helyen jellemző szürös, gyakran áthatolhatatlan növényzet (fenyvesek, macchia) tűnik fel itt is, míg máshol a kopár, fehér mészkősziklákon legeltethet-



A Kotori-öbölben fakadó Sopot-forrás barlangjának hosszmetsete (Stefanovic et al. 2010 alapján)

Risani strand. Áll a levegő. Sem a hegyek felől érkező bóra, sem a tenger felől fújó sirokkó nem borzolja a vizet. Csokibarna, rákvörös és tejfehér testek hevernek a parti köveken, jólesik a csobbanás az átlátszó tengervízben. Utána pedig jólesik a zuhany, hogy a sót lemossuk magunkról. Azaz csak jólesne, mert nincs édesvíz. Itt, Európa legcsapadékosabb hegyeinek tövében! Meglehetősen paradox helyzet, hogy a Kotori-öböl a növekvő turizmus mellett egyre nehezebben birkózik meg a vízhiánnyal, és időnként kénytelenek vízkorlátozó intézkedéseket bevezetni.

A kiszáradt patakmeder mentén fölfelé indulva hamarosan a Spila-forrásbarlanghoz érünk, ennek torkában találunk némi édesvizet. Az öböl mentén sorakozó karsztforrások vízjárása egyébként szélsőségesen ingadozó, aminek számos oka van. Egyrészt a zömmel középidei mészkőből felépülő hegyek olyan mértékig át vannak lyuggatva a karsztosodás révén, hogy a víz néhány óra alatt eljut az 1000 méter fölötti fennsíkaktól a tengerszintig, azaz késleltető, tározó hatás alig érvényesül. Így az egyedi, extrém csapadékeseményeket a források rövid, ám heves kitörése követi, a csapadék egyenlőtlen évi eloszlása pedig a karsztvízszint 40 méteres szezonális ingadozásához vezet. Rövid, de látványos vízése miatt az öbölben legismertebb a Sopot-forrás, mely 50 méterrel a tengerszint felett fakad, bár nyáron többnyire nem fakad. Ugyanakkor legnagyobb hozamai a 200 m<sup>3</sup>/s-t is meghaladják (noha pontos érték a mérés nehézségei miatt nem ismert)! Ez ötször akkora, mint a Rába közepes győri vízhozama, avagy alföldi olvasóink kedvéért: kétszer akkora, mint a Tisza aszályos időszakban Szegednél. Mégis, ez a forrásvíz alig használható a vízellátásban!

Az egyenlőtlen vízeloszlás hátrányát tovább súlyosbítja az a tény, hogy ezek a források javarészt a jégkorszakok alacsonyabb tengerszintjéhez igazodva fejlődtek ki, így egyes járataik a mai tengerszint alá nyúlnak, ott érik el a tengert. De a vízforralom sajnos nem egyirányú, és a sós víz

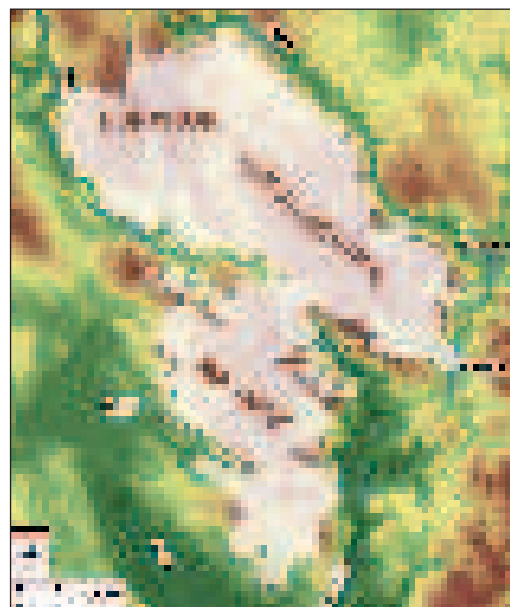
ezen a járatokon keresztül behatol a barlangba, így kevert „brakkvíz” jön létre, ami fogyasztásra nem alkalmas. A barlangi búvárok 380 méter hosszúságban tárták fel a Sopot-forrás vízzel telt járatait, és méréseik szerint csak a legvégén található egyértelműen édesvíz. Ám hiába próbálnának innét vizet nyerni, mert az esetleges szivattyúzás hatására a sós víz esetleg feljebb hatolhat a járatokban. Vízzáró rétegek híján nehézségekbe ütközne egy barlangi tározómedence kialakítása is, mert a víz számos oldaljáraton keresztül egyszerűen elszivárogná. Mindezen problémák miatt úgy tűnik, hogy a kotori paradoxon, vízbőség és vízhiány kettőse, egyelőre marad.

### Vissza a jégkorszakba

Aligha csodálkozunk azon, hogy Montenegró legmagasabb csúcsai, az Elátkozott Hegyvidéken (Prokletije) tornyosuló Zla Kolata (2534 m) és a jóval ismeretlenebb, ám hajszállal alacsonyabb, Durmitor hegységbeli Bobotov Kuk (2522 m) is mészkőből épülnek fel. Így szintben a Kárpátok magasabb hegyláncjaival járunk egy magasságban, és mivel Montenegró jóval délebbre fekszik, elsősre vélhetnénk, hogy a jég itt nem sok szerepet játszott a táj formálásában. Ezt a vélekedést azonban a terep igen hamar megcáfolja. A Durmitor és a Prokletije csipkés hegyláncait mélyben bevágódott, U alakú gleccservölgyek szabdalják. Bennük az egykori gleccserek által lerakott morénák anyaga is fellelhető, bár ebből sokat „elfogyasztott” az eljegesedés utáni karsztos oldódás.

Óriási különbség azonban a tátrai, kárpáti tájakhoz képest, hogy itt alig-alig találkozhatunk tengerszemekkel, aminek természetesen ismét a karszt az oka. Anál jobban esik, ha olykor egy-egy vízzáró

üledékkel kibélelt mélyedésben mégiscsak hűs vízre bukkanunk a perzselő nyári forróságban, ahol megmártózva lehűthetjük magunkat. Máskor azonban „koppanhatunk”, mert még a térképen tónak jelölt mélyedések is gyakran kiszáradnak a nyári időszakban. A tengerszemek hiányáért „cserébe” viszont egy-két mikrogleccsert kapunk, melyek itt vegetálnak ezekben a hegységekben. Legismertebb közülük a Debeli Namet a Durmitorban. Ezek a pár 100 méter vízszintes kiterjedésű jégfelhalmozódások a kis-jégkorszaki kárgleccserek halódó maradványai, melyekhez hasonló a Kárpátokban hiába keresnénk. Valójában elég nehéz megkülönböztetni a mikrogleccsereket az átnyaraló hófoltoktól, és e formák megbízható azonosí-



A központi magashegységeket borító jégtakaró kiterjedése 450 ezer évvel ezelőtt (Hughes et al. 2011 alapján)

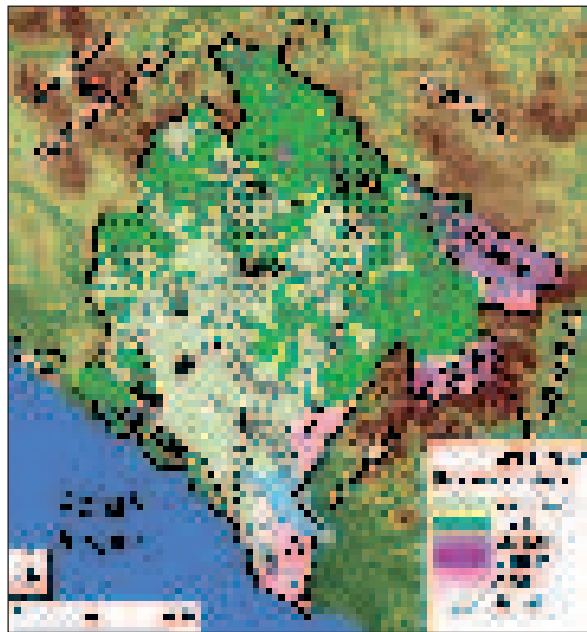
tása leginkább a nyári olvadás utáni időszakban, a jég fúrásos mintavételezése révén történhet. E formák a mai klímán tulajdonképpen rendellenes jelenségek. A mikrogleccserek kialakulása a mikroklímához köthető: függőleges, a nap nagy részében árnyékot adó sziklafalak, az uralgó szél által behordott hó és a gyakori lavinák okozta hőtöbblet segítheti e formák túlélését. Ki tudja, meddig...

Még izgalmasabb a karsztfennsíkok formakincse. A szerkezeti mozgások által kiemelt mészkővonulatok a folyóvízi erózió hiánya miatt nagy léptékben gyakran megőrzik eredeti sík jellegüket, miközben tengerszint feletti magasságuk tekintélyes lehet. Tektonikus vonalak, barlangi felszakadások, más közetből érkező folyók persze így is hoznak létre völgyeket, melyeket gyakran

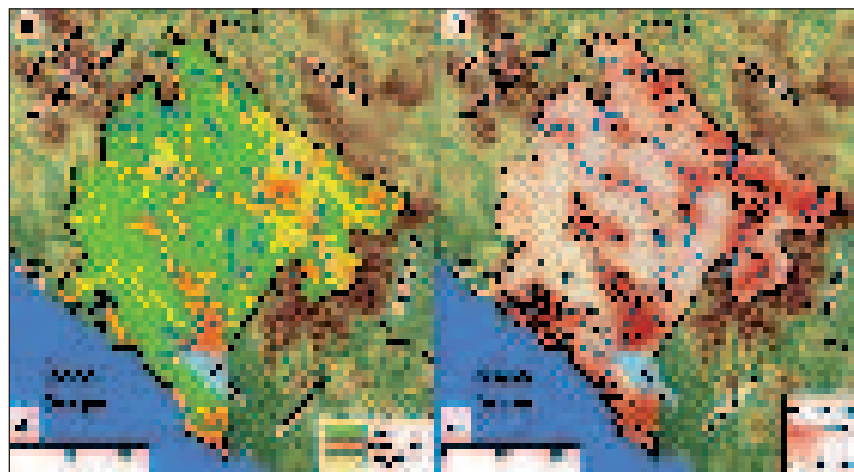
égbeszökő és meredek sziklafalak határolnak, ezért nem véletlen, hogy Montenegrót a „kanyonok földjeként” is emlegetik (híresek a Tara, Piva, Morača, Komarnica szurdokai). De vissza a fennsíkhoz! A nagy léptékben sík domborzatot számtalan, egymásba ágyazódó mélyedés, egyedi töbrök és többszörösen összenőtt uvalák tagolják, ameddig a szem ellát. Ez persze általában jellemzi a karsztfennsíkakat. Ami azonban különlegessé teszi a montenegrói tájakat, különösen a Durmitor szomszédjában hosszsan elnyúló Sinjajevina-fennsíkot, hogy itt a töbrök közt kiálló kisebb hátaikat és magaslatokat domborúra koptatta-csiszolta valamilyen külső erő. Ez nem lehet más, mint a jég! Így a karsztos és glaciális formakincs sajátos ötvözetét tanulmányozhatjuk ezen a terepen. Már a „karsztfomorológia atyja”, a szerb *Jovan Cvijić* is felfigyelt erre, és állította, hogy a Durmitor, az Orjen és a Sinjajevina a Balkán leginkább eljegesedett hegységei voltak.

A völgyekkel tagolt, legmagasabb részeken alpesi jellegű gleccserek húzódtak. A fennsíkokon azonban más volt a helyzet. Ahol a völgyi gleccser „folyt” rá a fennsíkra (pl. Žabljak környékén), ott a gleccserjég deltaszerűen szétterült, mint napjainkban az alaszakai Malaspina-gleccser. Máshol azonban a karsztfennsík kisebb-nagyobb mélyedéseiben indult meg a jégfelhalmozódás, és

meglepő eredményekkel és szakmai vitákkal. Az angol *Phil Hughes* és társai nemrég alaposan megvizsgálták a glaciális üledékeket. Ezekben a mésztartalmú üledékekben a lerakódás után másodlagos karbonátképződés zajlott, és ezen kiválások korát uránsoros módszerrel meg lehet határozni. Megállapításaik szerint a legnagyobb eljegesedés itt sem a legutolsó volt, hanem mintegy 450 ezer éve következett be (3. ábra). Ekkor a központi magashegységeket (Durmitor, Sinjajevina és szomszédaik) egy hatalmas, 1500 km<sup>2</sup>-re kiterjedő, összefüggő jégtakaró borította, melyből csakis a legmagasabb csúcsok álltak ki nunatak-szerűen. (A nunatak eszkimó kifejezés a jégtakaróból kiálló csúcsokra.) A következő, jól azonosítható eljegesedés nagyjából 150 ezer éve zajlott, ekkor a jégtakaró már nem volt egységes és összterülete is csupán fele akkora lehetett, to-



Montenegró nemzetiségeinek elhelyezkedése



A) Karsztos, nem-karsztos és vegyes kőzetű területek Montenegróban.  
B) A népsűrűség térbeli mintázata

végeredményben hatalmas, több 100 méter vastag platógleccserek alakultak ki (legszébben a Sinjajevina-fennsíkon), amelyből úgy nyúltak le a völgyi gleccserek, mint egy amóba karjai. Ha szeretnénk élethűen elképzelni ezt az állapotot, akkor a norvégiai Jostedalbreen jégmezőt idézhetjük fel, melynek peremén ma is így ágaznak ki a gleccserkarok.

A jéghez kapcsolható formák, üledékek azonosítása, térképezése és korolása Cvijić óta változó intenzitással zajlik, időnként

vább a jég vastagsága is csekélyebb volt. A legutolsó, mintegy 11 ezer éve befejeződött jégkorszak viszont ezen a tájon nem tudta megismételni a nagy „elődöket”, és a jég kiterjedése alig 3%-a volt a maximális értéknek. Arra egyelőre nincs válasz, hogy ez az utolsó eljegesedés miért volt ennyivel „gyengébb” ezen a környéken.

Az elsőre meglehetősen kevés adatok sorát gyarapítja, hogy a jégtakarókból elnyúló gleccserek igen alacsony tengerszint feletti magasságot értek el. A központi masz-

szívumok környékén 600–700 méteres tszf. magasságig nyúltak le. Ez a Dunántúli-középhegység magassága! Persze a dunántúli gleccserekről időnként felbukkanó álhírek kár volna elhinni. Itt, Montenegróban azért lehetett ebben a magasságban is gleccser, mert a nagyobb magasságban elhelyezkedő jéggyűjtők táplálták ezeket, másrészt - mindjárt látni fogjuk - a hóhatár is alacsonyabban volt, mint a Kárpátok vidékén. A partközeli, kissé alacsonyabb vonulatok (Orjen, Lovćen) eljegesedése szintén nem vitatható, ám egyes kutatók (*Uroš Stepišnik* és társai) frissen publikált eredményei szerint a Kotori-öböl mentén illetve Budva környékén a tenger szintjében, sőt kicsivel az alatt is fellelhetők glaciális üledékek, morénák! Az alacsonyabb jégkorszaki tengerszint miatt ez elvileg lehetséges, azonban ezek a tények még további megerősítésre várnak.

Abban azonban a legtöbb kutató egyetért, hogy a gleccserek egykori kiterjedéséből számítható „egyensúlyi vonal”, ami a pozitív és negatív jéggyenleg határvonala, azaz lényegében a hóhatár, rendkívül alacsony volt ezekben a hegységekben. Értéke a maximális eljegesedés idején a parti hegyvidékeken (Orjen, Lovćen) 1300 méter körül lehetett (a mai tengerszinthez viszonyítva), míg a központi vonulatoknál 1600 méteren. Erre az eltérésre és a viszonylag alacsony magasságra viszont van magyarázat, csak vissza kell lapozni a cikk elejére. Ahogy a Kotori-öböl környéke ma is Európa legcsapadékosabb helye, ugyanígy a jégkorszakok idején is extrém mennyiségű csapadékot kaphatott (ami azonban milliméterben kifejezve, a hideg klímán, sokkal kisebb értékű volt, mint a mai). Márpedig a jég felhalmozódásához,



a gleccserek kialakulásához a hideg (hűvös nyár) mellett a csapadék a legfontosabb. A szárazság miatt maradtak például jég nélkül Szibéria hatalmas térségei a glaciális időszakok során. A tenger felől érkező csapadék egyben azt is megmagyarázza, hogy miért volt alacsonyabb a hóhatár és a gleccserek miért ereszkedhettek lejjebb a part menti hegységekben. A felszíni formakincs vizsgálataól így jutottunk el végeredményben a paleo-éghajlat körvonalazásáig.

### Ember a karszton

Vajon hogyan él meg az ember ezen az egykor jeges, ma egyszerre vízbő és vízhiányos térszínen? A népesség térbeli eloszlását milyen mértékben határozza meg a karszt?

A kérdésre vizuálisan is elég jó választ kaphatunk, ha Montenegró egyszerűsített geológiai térképét és népsűrűségi térképét egymás mellé helyezzük. A sűrűn lakott zónák (a főváros, Podgorica környéke; a belső, szerb határ közeli területek) szinte teljesen a nem-karsztos, illetve vegyes kőzetű területekhez kötődnek, és egyedül a parti karsztos öv, valamint Nikšić környéke jelent ez alól fontos kivételt. Számszerűen azt mondhatjuk, hogy az ország bő kétharmadát jelentő karszton csupán a népesség egyharmada lakik, így a karsztvidékek népsűrűsége 22 fő/km<sup>2</sup>, ami európai viszonylatban a tajgába és tundrába nyúló Svédország átlagos értékéhez áll legközelebb. De még ez is csupán múltó érték, mert 1991 és 2003 között például 15%-kal csökkent a montenegrói karsztok népessége, miközben a nem-karsztos területek 4%-kal nőtt. Ez a folyamat együtt jár azal, hogy hegyvidékről alacsonyabb területre; kisebb településekről nagyobb városokba



**Oldódás révén kialakult karrformák Montenegró part menti hegyeiben (A szerző felvételei)**

költöznek az emberek. A kiháló Crkvice példája tehát nem egyedülálló. Úgy tűnik, hogy a vidék, ami kincsesbánya a klimatológusok, geomorfológusok és barlangászok számára, nem nyújt kincseket az itt élőknek.

Bár némi változás ebben mégiscsak fölfedezhető. A több hétig tartó magyar barlangásztáboroknak köszönhetően Montenegró egyes poljeiban a magyar rendszám láttán az út széléről már hangosan ránk köszönnek, hogy „Jó napot, Pista bácsi!”, és a táborok idején nyilván jobban fogy a Nikšićko pivo is. És épültek új utak is, komoly alagúttal, a belső karsztvidékek jobb megközelítésére. A fő célpontot természetesen a kanyonok jelentik, de a hátizsákos turizmus is kezd erőre kapni. Žabljakban például, ami a Balkán legmagasabban fekvő városa (1456 m), már viszonylag komoly szolgáltatások várják az utazókat. Ettől függetlenül, ha az ember egy kevésbé felkapott hegységet választ, ott jó eséllyel magányosan (saját csoportjával) barangolhat. Néha betérhet egy pásztor kolibába, ahol euróért kaphat finom juhsajtot, és barátságból zaccos kávét vagy pálinkát. De a pásztor szállások zöme is elhagyatott, mert a pénz és a nagyobb kényelem manapság nem a birkákban, hanem a turistákban van.

Ahány völgy, annyiféle ember, annyi etnikum. Legalábbis a Balkánon óhatatlanul felmerül a kérdés, hogy ki melyik népcsoporthoz tartozik. Még a kis Montenegró is elég tarka összetételű: élnek itt természetesen montenegróiak (45%), akiknek nyelve kevésbé, identitása változó mértékben tér el a szintén jelentős számban itt élő szerbekétől (29%).

Fontos megemlíteni az iszlám vallású délszlávokat (12%), akiket hol „bosnyák”, hol „muslim” kategóriába sorolnak a népszámlálásokkor, valamint az albánokat (5%), romákat és horvátokat (1-1%). Megvizsgáltuk azt a tézist, hogy a nemzetiségeket elválasztó határvoalak mennyire köthetők természeti határokhoz, például nehezen járható hegyvidékekhez, „hajózható folyóhoz” stb. Nos, a helyzet az, hogy nem nagyon. Egyedül a parti sávot és a Cetinje körüli montenegrói tömböt választják el a falként magasodó Külső-Dinaridák. A többi helyen az etnikai határookra nehéz természeti motivációt találni. Különösen szembeötlő ez a tény a Podgoricai-medencében, ahol az

albán többségű terület határa gyakorlatilag a síkvidék közepén húzódik. Mellesleg, a nemzetiségi határok az országhatárokhoz sem igazodnak, de ezen talán a legkevésbé lepődünk meg Európa ezen részén.

Egy montenegrói mondás szerint „Is-ten minden madárnak ad eleséget, de azt nem hordja egyenesen a fészkébe.” Bizonytalán így van ez a karszton élő emberekkel is: van bőséggel víz, legelő, látványos természeti csodák, de ahhoz, hogy ebből eleség legyen, kitarásra és olykor leleményre is szükség van.



**A Kotori-öböl közelében fekvő Njegusi-polje gyönyörű mintapéldánya a karsztos poljéknak. A lapos mélyedés közepét kítőltő sekély üledéken mezőgazdasági művelés folyik, a házak pedig a peremre szorulnak**

### Irodalom

- Ducić, V., Luković, J., Burić, D., Stanojević, G., Mustafić, S. 2012: Precipitation extremes in the wettest Mediterranean region (Krivošije) and associated atmospheric circulation types. *Natural Hazards Earth System Sciences* 12, 687-697.
- Hughes, P.D., Woodward, J.C., van Calsteren, P.C., Thomas, L.E. 2011: The glacial history of the Dinaric Alps, Montenegro. *Quaternary Science Reviews* 30, 3393-3412.
- Stefanović, Z., Milanović, S., Ristić, V. 2010: Supportive Methods for Assessing Effective Porosity and Reulating Karst Aquifers. *Acta Carsologica* 39/2, 313-329.
- Stepišnik, U., Ferk, M., Kodelja, B., Medenjak, G., Mihevc, A., Natek, K., Žebre, M. 2009: Glaciokarst of Western Orjen, Montenegro. *Cave and Karst Science* 36/1, 21-28.
- Stepišnik, U., Žebre, M., Tičar, J., Lipar, M., Ferk, M., Kodelja, B., Klemenčić, I., 2010: Obseg pleistocenske poledenitve na Lovčenu v Črni gori (The extent of Pleistocene glaciation of Lovčen in Montenegro). *Geografski vestnik*, 82/1, 9-22.
- Telbisz, T., Bottlik, Zs., Mari, L., Kőszegi, M. 2014: The Impact of Topography on Social Factors, a Case Study of Montenegro. *Journal of Mountain Science* 11/1, 131-141.

## 2015-ben A Fény Nemzetközi Éve

Az Európai Fizikai Társulat (EPS) kezdeményezése elnyerte az UNESCO és rajta keresztül az ENSZ támogatását arra, hogy a 2015. év, a Fény Nemzetközi Éve legyen. A világeseménnyé váló kezdeményezéshez Magyarország is örömmel csatlakozik.

Ez azért is fontos, mert hazánk nemes hagyományokkal büszkélkedhet mind az optikai tudományok, mind a művészetek területén. A Petzvál-lencse a XIX. század közepén született, a Magyar Optikai



Művek pedig 1876-ban jött létre. Jánossy professzor kezdeményezte azokat az optikai kutatásokat a KFKI-ban, amelyek hamarosan világhírnévre jutottak, de korán megszülettek a magyar lézerek, és a világot egy évtizeddel megelőzve, nálunk fogalmazódott meg a szegedi attosekundumos lézer (ELI-ALPS) első ötlete is.

A fényvel kapcsolatos hazai események, programjavaslatok kidolgozója, szervezője és koordinátora, a Magyar Tudományos Akadémia

elnöke, Lovász László akadémikus által felkért, tudósokból, kutatókból, művészekből és tanárokból álló 26 fős Programbizottság, amelynek elnöke Kroó Norbert akadémikus, elnöki tanácsadó.

A Programbizottság, együttműködve az UNESCO Magyar Nemzeti Bizottságával, a Magyar Művészeti Akadémiával, az MTA Területi Akadémia Bizottságaival és más országos intézményekkel (ELFT, MKE, OFI, TIT stb.), javaslatot tesz az egész országot érintő eseményekre, rendezvényekre, tevékenységekre. A javasolt programokról, ez év végétől az mta.hu honlapon tájékozódhatnak az érdeklődők.

A tervezett programok és rangos események a hazai közvélemény figyelmét hivatottak felhívni a fénynek a tudományban, oktatásban, technológiákban, művészetekben, gyógyításban, élelmiszerek gyártásában, vagyis az élet minden területén betöltött, kiemelkedően fontos szerepére.

Különösen fontosnak tartjuk a jövő generációi érdeklődésének felkeltését és aktív részvételét a sokszínűnek és gazdagnak tervezett programsorozatban.

Az, hogy a fény egy éven át a figyelem középpontjában lesz, lehetőség mindnyájunk számára, hogy újra felfedezzük, vagy éppenséggel most ismerjük meg a fény számos pozitív hatását életünkre, mindennapjainkra.

Nagyon reméljük, hogy a különböző nemzetközi és hazai események „fényes programjai” arra is lehetőséget teremtenek majd, hogy a különböző kisebb-nagyobb közösségek, az egymást eddig nem ismerő diákok, felnőttek kapcsolatba kerüljenek egymással, a barátságok elmélyüljenek, és új ismeretségek szülessenek.

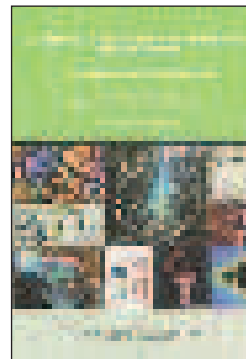
Kérjük a kedves Olvasót, hogy 2015-ben érdeklődéssel figyelje a fényvel kapcsolatos programkinálattal, s gyűjtsön az év során minél több emlékezetes fényélményt a maga és a környezetében élők számára.

A PROGRAMBIZOTTSÁG

## Tudomány és művészet találkozása

Marosvásárhelyen 2012. augusztus 15. és 18. között rendezték meg ezzel a címmel a nemzetközi részvételű konferenciát a magyarul tanító tanárok számára, amelynek célja

a természettudományok komplex oktatásának elősegítése és aktív bizonyítása annak, hogy kultúra összefüggésben képviseli a természettudományok és a művészetek összességét. A rendezvényért dicsérhetjük az eseménynek otthont adó Marosvásárhelyt (Csegzi Sándor fizikust, korábban a város alpolgármesterét) és az ELTE Doktori Iskoláját, aminek a konferencia tanulmánykötetét is köszönhetjük, nem csak a szakembereinek előadásait. A kötetet is Juhász András és Tél Tamás (ELTE) szerkesztette. Az impozáns kötet (ami ingyen kapható vagy szabadon letölthető a [fiztan.phd.elte.hu](http://fiztan.phd.elte.hu) oldalról az ELTE Fizika Doktori Iskolán keresztül) mintegy 350 oldalon mutatja be a résztvevők 51 előadásának írott változatát. Az írások csoportosítása a következő szekciókban történt: 1.) a művészet, tudomány és az oktatás találkozása, 2.) művészet és matematika, 3.) művészet és fizika, 4.) modern fizika, 5.) környezetfizika, 6.) kísérletek és 7.) szakmódszertan.



Az előadások a marosvásárhelyi Ifjúsági Házban, illetve a Bolyai Farkas Elméleti Liceumban zajlottak. Minthogy kilátástalan feladat lenne a gazdag program minden érdekes és értékes előadásáról beszámolni, legyen szabad itt ízelítőül azokat az előadásokat megemlíteni, amelyek a szemleirő számára különösen érdekesnek tűntek. Így például: König Frigyes (Magyar Képzőművészeti Egyetem, Bp.) „Találkozásaim a tudománnyal művészi pályám során”, Lendvai János (ELTE) „Nanotudomány és esztétika”, Juhász András (ELTE) és Juhász Dávid (József Attila Gimn. Bp.) „Természettudomány és művészet”, Stonawski Tamás (Ecsedi Báthori István Gimn.) „Az aranymetszés az európai festészetben”, Bíró Enikő (Debreceni Református Kollégium Gimnáziuma) „Bepillantás a művészettörténetbe röntgensugarakkal”, Molnár Milán és Papp Katalin (Szegedi Tudományegyetem BTK) „Fizikatanítás zenével – kicsiknek és nagyoknak”, Meszéna Tamás (Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs) „Fraktálok és káosz”, Ercsey-Ravasz Mária (Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár) és Toroczka Zoltán (Notre Dame Egyetem, USA) „Döntések fizikája és rejtvények káosza”, Medvegyi Tibor (Pannon Egyetem, Fizikai és Mechatronikai Intézet) „Intelligens folyadékok, elektro- és magnetoreológiai fluidumok a középiskolában”, Horváth Zsuzsa (Kosztolányi D. Gimnázium, Bp.) és Bérczi Szaniszló (ELTE) „Az exobolygók sokszínű világa” és Meszéna Tamás (Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs) „Prímszámok és a titkosírás”. E sok, általam kiemelt előadáson kívül természetesen még sok érdekes dolgot olvasható a kötetben. Érdemes még megjegyezni, hogy a konferenciát a „TÁMOP”, az „Új Széchenyi Terv” és az ELTE támogatta. A konferencia szervezőinek és az előadóknak gratulálunk.

A kötetet szívből és meggyőződéssel ajánljuk, főleg azoknak a kollégáknak, akik nem vettek részt a konferencián.

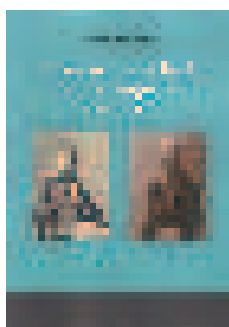
**(A fizika, matematika és művészet találkozása az oktatásban, kutatásban.** Kiadja az ELTE Fizika Doktori Iskola, Budapest, 2013)

ABONYI IVÁN

KESZTHELYI LAJOS

# Fizikusok és matematikusok az Eötvös Collegiumban

## Emlékek, gondolatok egy könyv olvasásakor



Az ELTE Eötvös József Collegium és Nemzeti Örökség Intézete szeptember 3-án Történelmi Emlékhely felavatásával egybekötött kiállítás-megnyitót (A Báró Eötvös József Collegium hivatástörténete, 1895–1950) és könyvbemutatót tartott. A bemutatón most megjelent két könyvet méltattak. Garai Imre: *A tanári elitképzés műhelyei. A Báró Eötvös József Collegium története* című könyvét Bertényi Iván, az EC kuratóriumának elnöke mutatta be, Radnai Gyula: *Fizikusok és matematikusok az Eötvös Collegiumban (1895–1950)* című könyvét pedig Keszthelyi Lajos akadémikus, egykori collegista méltatta. Az alábbiakban ez utóbbi bemutatást, emlékezést adjuk közre. (A szerk.)

Az Eötvös József Collegiumot Eötvös Loránd alapította azzal a szándékkal, hogy kiváló középiskolai tanárokat képezzen. A cél érdekében

az egyetemi oktatást a Collegiumon belül további magas szintű tanítással, neveléssel egészítették ki. Az eredeti célnél sokkal több valósult meg. A nagy gondossággal kiválogatott diákok nem csekély része az ország kulturális életének vezetői közé került és tekintélyes életművet hozott létre. Érdekes megjegyezni, hogy a fizikus Eötvös Loránd a Collegiumot úgy alakította, hogy a diákok többsége, talán 75 százaléka is, a human tudományok területén tanult és dolgozott. Így alakult az indulás, annak ellenére, hogy a Collegium első igazgatója a fizikus Bartoniek Géza (B. G. úr) volt.

A Collegium működésében megkülönböztethető két periódusra emlékezhetünk: az első, „klasszikus”, és a második, „diák-kollégium” periódusra. A klasszikus időszak az eredeti célként csak fiúkat nevelt,

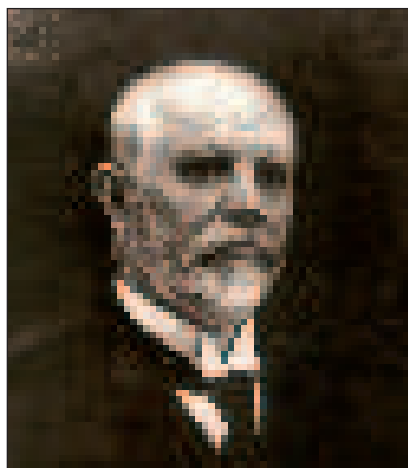
teljes bentlakással, ételmezéssel, kényelmes szobákkal, nagy könyvtárral, kiváló tanárokkal. Ezt a módszert két világháború sem tudta megrendíteni, de az ún. fordu-

később már belső oktatást is adott a diákjainak, de a klasszikus Collegiumot nem sikerült visszaállítani. Egyik „klasszikus” kollégista szerint nem lehet a könyvtár-

ban elmélyülten dolgozni, ha egy szép leány néz velünk szembe. (Ez persze szelídített változata annak, ahogy ő a véleményét megfogalmazta.) Mind ezt azért írom le, mert megjelent egy könyv *Fizikusok és matematikusok az Eötvös Collegiumban 1895-1950* címmel. A szerző, Radnai Gyula mintegy 200 matematika-fizika szakos kollégista közül kerekén 100 személyt sorsát, eredményeit mutat-



Eötvös Loránd (1848–1919)



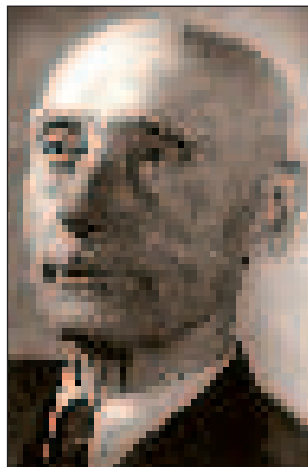
Bartoniek Géza (1854–1930)

lat évében (1948) a Collegiumba beépült kommunista sejt megkezdte az erodálást. (Ebben az évben távolítottak el először diákokat politikai okokból, közöttük e sorok íróját is.)

A szakkollégiumi rendszert ezután Lutter Tibor igazgató 1949/50-ben megszüntette. A Collegium 1950 óta koedukált intézménnyé vált, eleinte csak lakást,

ja be rövidebb-hosszabb írásokban. Fontos megállapítása, hogy jóval több fizikus ért el kiemelkedő eredményt, mint matematikus. Talán ebben köszön vissza Eötvös Loránd szellemisége.

Első gondolatként köszönetet kell mondanunk Radnai Gyulának azért a minden valószínűség szerint fáradságos munkáért, amellyel felkutatta a régi kollégisták ada-



Zemplén Győző (1879–1916)

Novobátzky Károly (1884–1967)

Szegő Gábor (1895–1985)

Bay Zoltán (1900–1992)

taik, megkereste működésük helyszíneit, a róluk található írásokat. A következmény az, hogy a könyv nem pusztán adatsor, hanem nagyon is kellemes olvasmány, élénk idézi a Collegium életét és nevelteinek kiemelkedő teljesítményét. Aki átolvassa, áttanulmányozza, megértheti, hogy milyen sokat jelentett a Collegiumban megvalósult elitképzés. Persze, arra is rájöhet, hogy milyen kárt okozott a klasszikus Collegium felszámolása. Örülnék, ha a könyvnek lenne olyan eredménye, hogy az illetékesek, belátva a múlt század közepén elkövetett hibákat, de inkább bűnöket, nekiállnának annak a munkának, amely a Kollégiumból ismét Collegiumot építene. Ezért ajánlom a könyvet az Eötvös Loránd Tudományegyetem vezetőinek a figyelmébe.

Radnai Gyula az 55. élet évét gondosan tagolja az időszak történeti eseményeinek figyelembe vételével. Az indulás még a békeidőben, Eötvös Loránd kurátorsága idején történt. Megtudjuk, hogy a diákok kiválasztásában is aktív szerepet töltött be. Az első évek matematika-fizika szakos diákjai, kevés kivétellel, inkább a tanári pályán tűntek ki. *Steiner Miklós* premontrei szerzetesként a fizikaoktatás alapjairól értekezett, *Oberle Károly* tanár úr Teller Edét és Németh Lászlót is tanította. Kivételként említhetjük *Novobátzky Károlyt*, aki hosszú ideig tanított középiskolában, közben tudományos dolgozatokat is publikált, majd a második világháború után egyetemi tanár lett.

Az első világháború sok nehézséget okozott a kollégistáknak. Hősi halál, amely nagyszerűen induló karriereket zárt le – ebbe a körbe tartozott a kiváló tudós, majd a második világháború után egyetemi tanár lett.

gatója, B. G. úr szerető gondossággal foglalkozott a visszatérő diákokkal egy igazi Alma Matert teremtve.

A világháború után felvett diákok közül már sokan értek el az oktatásban és tudományos eredményekben hazai és nemzetközi hírnevet. Őket Radnai Gyula különböző írásokból vett részletekkel mutatja be. Az írások pontosan ismertetik elért eredményeiket, elhelyezik teljesítményüket a hazai és nemzetközi oktatói és tudományos világban.

Köszönöm Radnai tanár úrnak, hogy több olyan személyt is találhattam kö-

D-épület folyosóján. *Koczkás Gyulát* ismertem, de kapcsolatba nem kerültem vele.

A könyv olvasása közben természetesen több gondolat fogalmazódott meg bennem azokkal a kollégistákkal kapcsolatban, akiket személyesen is ismertem. Úgy gondolom, hogy ezek a néha érdekes, néha humoros ismeretek tovább árnyalhatják az Eötvös Collegium szellemiségéről a könyvben alkotott képet.

Novobátzky Károlyt már említettem. Nála vizsgáztam másodéves koromban. Minden diák tudta, hogy Novónak (így emlegettük) kedvenc kérdése a következő: egy szalmaszál egyik végén egy kicsi, a másik végén egy nagy szappanbuborék van. Melyik fújja fel a másikat? A beugrató kérdésre jól tudtuk a választ: a kisebb a nagyobbat. Én is ezt a kérdést kaptam, jól választottam, megkaptam a jelest.

Egyetemi évfolyamunk talán 1949-ben Mikulás-estet rendezett. Arra gondoltunk, hogy kedves tanárainkat valamilyen ajándékkal lepjük meg még akkor is, ha részvételükre nem számíthattunk. Novónak, minthogy előadásaiiban a Maxwell-egyenleteknek kvázi égi eredetet tulajdonított, egy angyal hozta mózesi kőtáblákba vésve az egyenleteket. Másnap átadtuk az ajándékot, melyet élete végéig szobájá-

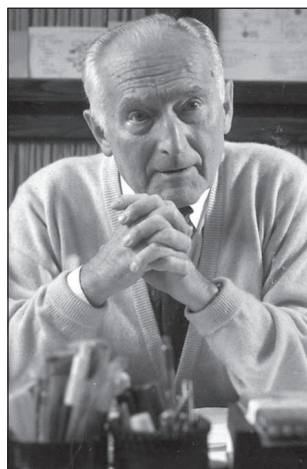


**Fizikusok az ELTE D-épületében. Balról Fényes Imre, Werner Heisenberg, Novobátzky Károly, Gombás Pál, Nagy Károly és Marx György. Háttérben a Maxwell-egyenletek Mózes-táblája**

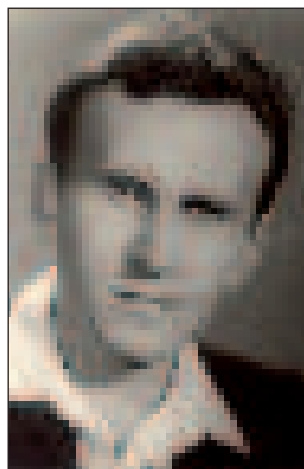
zöttük, akiről nem is sejtettem, hogy az Eötvös Collegium tagjaként végezte el az egyetemet. Ilyen *Novobátzky Károly*, kedves fizikaprofesszorom, *Szegő Gábor*, a híres Pólya–Szegő matematikai példatár egyik szerzője, *Kalmár László* és *Sándor Endre*, akivel szombatonként nagy pingpongsatákat vívtunk a



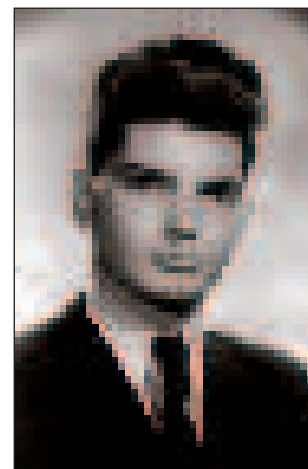
Kalmár László (1905–1976)



Tarján Imre (1912–2000)



Cornides István (1920–1999)



Károlyházy Frigyes (1929–2012)

ban tartott. Tanszéki utódja, Nagy Károly professzor a mai napig is őrzi a nevezetes ajándékot. (Az egyenleteket ő véste a gipszből készített táblákra.)

Bátran állíthatjuk, hogy a fizika-matematika szakos kollégisták közül *Bay Zoltán* jutott a legmagasabbra a tudományban. Róla több olyan személyes emlékem van, melyek természetesen nem kerülhettek a könyvben található írásba (ezt Marx Györgytől vette át Radnai Gyula). Először a fejkopogtatáson kerültem Bay Zoltán elé, a felvételi bizottságban még

Detre László is részt vett. Úgy éreztem, hogy a vizsgám náluk rosszul sikerült. Radnai Gyula más esetekben idézett a vizsgázatók véleményéből, úgy gondolom, hogy meg kell köszönnöm, hogy ezt esetemben nem tette. Az írás végén elmondom, minek köszönhetem, hogy mégis kollégista lehettem. Még gimnáziumba jártam 1946-

ban, amikor Bay Zoltán talán legjobban ismert kísérlete, a Holdról visszavert radarjel észlelése történt. Bay Zoltán egy napon bement a kutatólaboratóriumba és elmondta azt a gondolatát, hogy valami nagyszerűt kellene véghezvinni: értesítsék a világot, hogy a gyár, a kutatólaboratórium még létezik, és komoly eredmények várhatók onnan. Olyanok, mint a korábbi kriptonlámpák, vagy oxid katódos elektroncsövek. A második világháború alatt az

Egyesült Izzó kutatólaboratóriumában radarberendezést fejlesztettek ki, melyet Budapest védelmében is felhasználtak. Bay Zoltán megbízta a labor dolgozóit a kísérlet megtervezésével. A látszólag lehetetlen feladatot a jelösszegzés technikájának alkalmazásával sikerült megoldani. A technika lényege az, hogy egy jelösszegző memóriaként használt műszer segítségével a Holdról visszaverődő jeleket kiemelték a zavaró zajból. Ez a manapság az egész világon gyakran használt technika valószínűleg a Hold-radar kísérlet során született.



Balról Keszthelyi Lajos, Bay Zoltánné és Bay Zoltán

Az Egyesült Izzó Bay Zoltán javaslatára atomfizikai tanszéket létesített a Műegyetemen. Megkezdte egy részecskegyorsító berendezés, ún. kaszkád generátor építését. A háború miatt nem készült el, de fontos alkatrészei megmaradtak. Ezekből Simonyi Károly professzor vezetésével a Központi Fizikai Kutató Intézet Atomfizikai Osztályán 1954-re elkészült a K-800 nevű kaszkád generátor. Én akkor kerültem az osztályra. Erő János kollégámmal

együtt elkezdhattunk a nagyszerű berendezéssel dolgozni. A 70-es években Bay Zoltán már hazalátogatott, nekem jutott az a szerencse, hogy a gyorsítót megmutassam. Láttam, nagyon örült, hogy kezdeményezése nem veszett kárba.

Az első látogatást több is követte. Gyakran találkoztunk, beszélgettünk. Egy alkalommal megkérdeztem, hogyan tud olyan gyönyörű mondatokkal, minden segédeszköz (pl. vetítés) nélkül, igazán mindent látatva súlyos kérdésekről előadni. Válasza: tudod, édesapám református lelkészként szolgált, sokat prédikált, tőle tanultam a szép, folyamatos beszédet.

Egy kedves szegedi bőrgyógyász professzor barátom, Simon Miklós is nagyon tisztelte Bay Zoltánt. Ő javasolta, kérjük meg Gyula város vezetőségét, hogy válassza meg neves szülöttjét (Gyulavári község ma már Gyula város része) díszpolgárrá. Sikerrel jártunk. A díszpolgári oklevelet, a város kulcsát egyik amerikai utam alkalmából én vittem el Chevy Chase-be, lakóhelyére.

Pungor Ernő kémia professzor, miniszter 1993-ban egy intézethálózatot alapított a németországi Fraunhofer Intézetek mintájára. 1993 szeptemberében avatták fel az elsőt, mint Bay Zoltán Alkalmazott Biotechnológiai Intézetet egy német miniszter jelenlétében. Meglepődve értesültem, hogy a hálózatot Bay Zoltánról nevezték el. Akkor tudtam meg, hogy 92 éves korában elhunyt. Hamvait Gyulavári temetőjében helyezték el. A temetés alkalmából megnézhettem Gyulavári református templomának tornyát, amelyről Bay Zoltán így írt: „A Holdat ott láttam elsétálni a torony mögött, s azt kérdeztem a felnőttektől: ha felmászok a toronyra, meg tudnám tapogatni a Holdat?” A kérdés 10 éves korában merült fel, a radaros tapogatásra még 36 évet kellett várnia.

Az új Intézet a Szegedi Biológiai Központ mellett, annak eredményeire is tá-

maszkodva létesült. Az avatás után rendezett díszebéden részt vett Ducika, Bay Zoltán özvegye. Ott jutott eszembe, hogy jó lenne, ha Bay Zoltánnak, aki a Szege-di Egyetem professzoraként is dolgozott, lenne egy mellszobra a szegedi Dóm tér Panteonjában. Ez a vágyam teljesült, bár Ducikának nem tetszik a szobor. Persze, Ő az élő Bay Zoltánt ismerte, Őt szeret- te. A lényeg szerintem az, hogy ott van és minden arra járót emlékeztetheti Bay Zoltán életművére. Ráadásul a szobrász, Tóth Sándor kiváló érzékkel beépítette az alkotásba a Bay-életmű legfontosabb eredményeit. A szobor márvány hátlapja pontosan 1 méter magas, a Hold és a ra- dar is látszik. Nekem máig jó érzés, hogy részese lehettem egy ilyen fontos emlék létrejöttének.

Bay Zoltánra mint valóban nagy ered- ményeket elérő fizikusra emlékezhe- tünk. Érdemei elismerésül hazájában, szűkebb pátriájában és nemzetközileg is sok elismerést kapott. Most összegezve azt mondhatom, nagy kár, hogy a legna- gyobb tudományos elismerést, a Nobel- díjat nem kapta meg, jóllehet több ered- ményéért is kiérdemelte volna.

Faragó Péter pályája és az én életem több szálon is összefonódott. Az Eötvös Collegiumban fizikát oktattok, mint taná- rom, majd az egyetemen inkább az ő tanít- ványaihoz tartoztam, hiszen már ismertük egymást. Később az aspiránus lettem, té- mámat, a szcintillációs számláló megépít-ését, tőle kaptam. Ő segített, hogy mint kandidátus ne kelljen a vegyiparban do- goznom, ahova a felsőbb hatalmak akar- tak kvázi száműzni mint rossz kádert. Fa- ragó Péter elvitt az Akadémia személyze- tiséhez, Patkós Lajoshoz. Ő beleegyezett, hogy a KFKI-ba kerüljek. Nagyon örül- tem, mert végre is teljesült a vágyam, hogy atommagfizikával foglalkozzam.

Faragó Péter 56-ban elhagyta az orszá- got, órát én vettem át, amíg nem távolí- tottak el az egyetemről. Egy könyvet is kezdett írni, *Atomok és atomi részecskék* címmel. A kiadó felkért, hogy én folytas- sam. Három fejezetet írt meg, csak ennyit tudtam részben hasznosítani. A könyv vé- gül is két kiadást ért meg. Sokan tanultak belőle. Jó érzés számomra, amikor olyan ismeretlenekkel találkozom, akik bemutat-kozás után kérdezik, hogy én vagyok-e az a Keszthelyi, akinek a könyvéből tanultak.

Faragó Edinburgba került. Ott lett megbecsült professzor és nagyhírű kutató. Vendégprofesszorként Faragó Péter Kana- dában tartózkodott. Windsorban, Kanada és az USA határán levő városban, amikor én szintén Kanadában, Hamiltonban dol- goztam néhány hónapot. Telefonon meg- beszéltük, hogy egy hosszabb hétvégét együtt töltsünk. Elautóztunk feleségemmel

Windsorba, megtaláltuk az egyetemet és benne Faragó Pétert, akit már csaknem 20 éve nem láttunk. Egy barátja kölcsönadta a házat a Huron-tó partján, ott szálltunk meg és beszélgettünk, főzőcskéztünk, fű- röttünk a finom meleg tóban. A ház olyan fenyőfából épült, amelybe nem mennek be a szúk. A szép napok végén őt feltet- tük egy buszra, mi meg visszaautóztunk Hamiltonba.

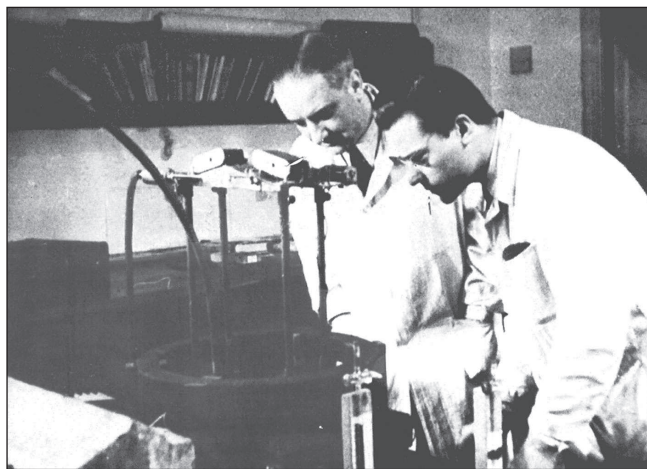
1997-ben konferenciát szerveztek tiszteletére Edinburgban, amelyen részt vettem. Ismertem, saját kutatása- imból is, egyik munkáját, amelyben ki- mutatta, hogy a polarizált elektronok különbözőképpen szóródnak L vagy D kámforon. A konferencián két előadás- ban is cáfolták az eredményt. Kellemet- len. A záró banketten azonban a vacsora után felszólaló német professzor bemu- tatta, hogy Faragó igaza abban található, hogy a jelenség létezik, csak nehéz elem kell az aszimmetria centrumában, hogy mérhető legyen. Faragót azért ünnepe- lték, mert termékenyítő gondolatokkal segítette az atomfizika fejlődését.

1951-ben Pécsen tartották az első Fi- zikus Vándorgyűlést. Akkor már aspi- ránsként a szcintillációs számláló terve- zésével foglalkoztam. Ott tudtam meg, hogy Szalay Sándor vezetésével nagyon értékes és eredményes magfizikai kuta- tás folyik Debrecenben. Megkértem a professzort, hogy néhány hetet eltölt-

hogy Isten szolgálja, az embereket hitük- ben segítő papokká váljanak. Mindezt a legkegyetlenebb Rákosi-időkben.

Szalay professzort is sokat bántották ebben az időben (erről Berényi Dénes írását idézi a könyv). Kevés szó esik azonban arról, hogy a politikai támadásokat semlegesítették a tu- dományos munka területén munkatársaival együtt elért világraszóló eredményei. Sok mindennel foglalkozott, ezekből kettőt eme- lek ki. Megbízta fiatal munkatársait, hogy egy sugárzást érzékelő műszerrel járják végig az országot, keressék, hogy előfordul-e va- lahol uránra utaló sugárzás. A Pécs környéki szénbányákban találtak urándúsulást. Kővá- gószőlősen, Pécestől nyugatra rövid időn be- lül megindult az uránbányászat. Természe- tesen a bányászat már nem egy fizikus fel- adata. Viszont maradt a tudományos kérdés: hogyan dúsul az urán pl. a szénben, vagy, ahogy később kimutatta, a tőzegben. Emlé- keim szerint sokat dolgozott ezen a témán és végül kimutatta, hogy a humuszsavak kötik meg, mintegy kiszűrlik az uránt az áramló vi- zekből. A kutatáshoz a fizika mellett kémiai, geológiai, áramlástan ismeretek is kellettek. Megállapíthatjuk, hogy ezek a vizsgálatok a gyakorlatban is hasznosultak, mint minden valóban értékes tudományos eredmény.

Amikor 1951-ben megérkeztem Debre- cenbe, sok lelkes fiatalal találkoztam. Pez-gett az élet, igazán örültem, hogy megis- merhettem az együtt dolgozó, együtt gon- dolkodó, egymást segítő társaságot. Kicsit



Szalay Sándor és Csikai Gyula a híres kísérletük előkészítésén dolgoznak

hessek náluk. Többször utaztam Debre- cenbe, a vonat este érkezett. Általában kaptam szobát az Aranybika szállodá- ban, de egy alkalommal nem. Becsön- gettem a Református Kollégiumba, re- mélve, hogy egy régi Eötvös-kollégistát befogadnak. Kedvesen fogadtak, adtak helyet a lelkésznek tanuló diákok kö- zött. Elmondták, erős hívást éreztek,

irigyeltem, mert én Budapesten egye- dül viaskodtam a feladatokkal egé- szen 1954-ig, mi- kor is bejutottam a Központi Fizi- kai Kutató Inté- zetbe. Debrecen- ben megismertem Csikai Gyulát, Be- rényi Dénest, Nagy Jánost és máso- kat. Mindegyik- nek adott Szalay professzor nagyon szép, érdekes fel- adatot. Csikai Gy- ula ködkamrát épít- tett, mellyel a kam- rában mozgó réz- részecskék nyomát a rájuk kicsapódó apró vízcseppek jelzik. Lefényképezve sok információt adnak. A ködkamrát Szalay professzor és tanítványa, Csikai a magfizika egy alapkérdésének vizs- gálatára alkalmazta világraszóló sikerrel. Az következő idézet mindent megmagyaráz:

„Az Európai Fizikai Társulat (European Physical Society) a fizikai kutatások ki- emelkedő jelentőségű tudománytörténeti

színhelyévé nyilvánította az MTA Atommagkutató Intézet főépületét, ahol az intézményt megalapító Szalay Sándor és doktorandusza, Csikai Gyula 1956 őszén elvégezte azokat a magfizikai kísérleteket, amelyekkel sikerült megerősítenie a neutrínók létezését, jelentős mértékben hozzájárulva a modern fizika megalapozásához.”

*Moravcsik Mihály* (Mihó) kollégista társammal átjártam a Műegyetemre Bay Zoltán atomfizika előadásait hallgatni. Az óriási anyagot felölelő előadásból csak Mihó mert kollektíválni, én nem; csodáltam, hogy mennyi mindent foglal magában a magfizika, mennyi mindent kellene tudni annak, aki ezzel a témakörrel kíván foglalkozni. 1948 őszén már nem Bay professzor tartotta az előadásokat, hiszen eltávozott, hanem tanársegédei.

Máig élő élmény ebből az időből, amikor a nanoszekundumok mérését demonstrálták. Ezen már Mihó nem vett részt, mert miután eltávolítottak bennünket a Collegiumból, ő Amerikába költözött. Ott lett elismert professzor, úgy vélem, hogy közvetlen a Nobel-díjasok alatti szintbe tartozott.

Mihóval egy hálósobában laktunk (akkoriban négy diákra jutott egy dolgozó- és egy hálósoba). Egyik nap elhatároztuk, hogy ismert magas teretéről pontos adatot szerzünk. A mérés eredménye két méter és nyolc milliméter lett. Mihó ifjúkorában is fontos tételeket igyekezett megfogalmazni. A Collegiumban, hálósobájában alkotta meg a minimál felületek tételét. A rosszul fűtött szobában reggelenként nagyon fáztunk. A tétel: úgy felöltözni a meleg takaró alatt, hogy közben tesztünk legkisebb része legyen fedetlen.

*Tarján Imrével* akkor találkoztam, amikor az orvosegyetem Biofizikai Intézetét vezette Koczka Gyula után. Aspiránsi munkámban döntő segítséget kaptam tőle és munkatársaitól. A szcintillációs számláló fő része nyilvánvalóan a szcintilláló anyag, amely a bombázó részecskék hatására fényt bocsát ki. A Biofizikai Intézet egyik csoportja Tarján Imre érdeklődését követve ilyen anyagokkal foglalkozott. Kezdetben naftalin és antracén kristályokat kaptam. Akkor már tudtuk, hogy a legmegfelelőbb kristály a talliummal szennyezett nátrium-jodid. Kérésemre ilyeneket is növesztettek. A KFKI-ban, a

kaszkád generátor mellett már használtuk Erő Jánossal közös méréseink során.

Egy érdekes beszélgetés is eszembe jut. Láttam, tapasztaltam, hogy a na-



**Kiránduláson. Balról Vermes Miklós, Keszthelyi Lajos és Marx György**

gyok, a vezető fizikus professzorok nem igazán jönnek ki egymással. Viták, veszekedések gyakran előfordultak. Tarján Imrének mondtam, hogy hasonló gondok a mi generációnkban nem fordulnak majd elő. Válasza egyszerűen csak az volt: majd meglátod, ha ti is elértek ezt a kort. Megláttam.

*Vermes Miklósról, Cornides Istvánról és Károlyházy Frigyesről* nagyon részletes ismertetéseket találunk a könyvben. Vermes és Cornides szeretett túrázni, természetesen nem egyedül, hanem diákokkal, munkatársakkal. Vermes Miklósról, Marx Györgyről és magamról közlésesek egy fényképet, amely Dobogókőn, stílszerűen a Báró Eötvös Loránd turistaház melletti kilátónál készült.

Cornidesszel egyetemi társaságban sokat jártuk a hegyeket (Pilis, Börzsöny, Mátra stb.). Feltűnt, hogy találunk olyan hegygerinceket, melyeken az erdő vonulata irtásokkal megtörik. Itt jön a képbe Károlyházy, akinek sima homloka erősen felfelé álló hajzatban végződött. Így találtunk több Károlyházy-frizurás dombot mindenfelé: örömmel kiáltottunk fel, ha ilyet láttunk.

Végül megemlékezem arról a kollégistáról, akinek köszönhetem, hogy ezeket a sorokat írhatom. *Gelléri Emil* matematikát tanított nekem a kaposvá-

ri gimnáziumban. Ő győzhette meg az érettségi biztosunk, Gyergyai Albert segítségével a felvételi bizottságot, hogy talán érdemes engem is felvenni a Collegiumba. Gelléri megtesztelte nekem az igazi kollégistát: a saját szakmáján kívül elvégezte még a Zeneakadémiát is. A matematika-fizika mellett éneket is tanított és kiváló érzékkel szervezte, vezette az iskolai énekkart. Emlékeim szerint legalább három operaénekest és egy sikeres zeneszerzőt nevelt. Számomra, aki az énekkarba nem került be alkalmatlanság okán, életre szóló élményt adott. Nyolcadik osztályba jártunk már, amikor behozott egy lemezjatszót és lejátszotta Liszt Les Preludes-ét.

Elmondta, hogy a zenekarban 16-an hegedülnek, 8-an brácsáznak stb. Én ilyesmirel még addig nem is hallottam, de most már tudom, hogy ez az esemény vezetett el engem a zene szeretetéhez, élvezéséhez. Pestre kerülve már boldogan jártam hangversenyekre, operába. Gelléri Emil emléke mindig felmerül, ha a Les Preludes-öt hallom.

Radnai Gyula a bevezetésben írja, hogy jóval több fizikus ért el kiemelkedő eredményt, mint matematikus. Ő ezt azzal szemléltette, hogy több fizikusról neveztek el tanulmányi versenyt, mint matematikusról.

Néhány számot én is emlétek: fizikus kollégisták közül hatan lettek a Magyar Tudományos Akadémia tagjai (*Novobátzky Károly, Bay Zoltán, Detre László, Szalay Sándor, Tarján Imre* és *Keszthelyi Lajos*). Csak két olyan kollégistáról tudok, akik matematikusként lettek akadémikusok: *Kalmár László* itthon, *Szegő Károly* Amerikában lett neves tudós. Eddig összesen tizenegy régi kollégista kapta meg a Magyar Tudományos Akadémia legnagyobb kitüntetését, az aranyérmét, a fentiek közül hárman (*Novobátzky Károly, Tarján Imre* és *Keszthelyi Lajos*).

Úgy vélem, nagyon nagy köszönet illeti meg Radnai Gyulát a kötet összeállításáért és tovább gondolkodva mindazokat, akik bármilyen módon terjesztik a klasszikus Eötvös Collegium híreit, eredményeit.

Féldős kollégistaként azt remélem, hogy a jelen Kollégium rövidesen visszaalakul Collegiummá. Az ország látna hasznát.

VENETIANER PÁL

# Mutasd meg DNS-ed, megmondom életkorod!

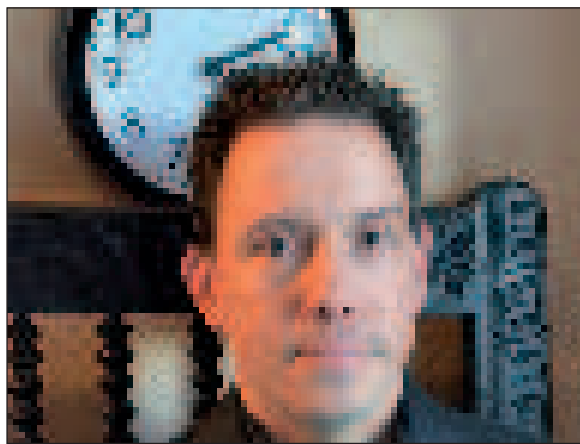
Immár több mint egy évtizede ismerjük az emberi DNS teljes nukleotidsorrendjét, általában és azóta már emberek tízezreinek egyedi DNS nukleotidsorrendjeit, így az emberi különbözőség genetikai alapjait is. Valamikor ebben a mondatban a „DNS nukleotidsorrend” szavak helyett írhattunk volna „teljes örökletes információ”-t is, ma azonban már tudjuk, hogy e két kifejezés nem ugyanazt jelenti. Az örökletes információ hordozója ugyanis nem *csak* a DNS nukleotidsorrendje. Ezen kívül létezik a génműködést és az átöröklést befolyásoló szerkezeti elemeknek egy olyan halmaza, amelynek a neve „epigenom”, és ezzel foglalkozik az „epigenetika” nevű tudományterület, amelynek egyre fontosabb szerepe van a mai orvosi és biológiai kutatásokban. Noha a fogalom tartalma még vitatott, és pontos, általánosan elfogadott definíciója nincsen, abban nagyjából megegyeznek a szakemberek, hogy az epigenom egyrészt jelenti a DNS-t alkotó nukleotidok másodlagos (azaz a kész DNS-láncon történő) kémiai módosulásait, másrészt pedig a DNS-el szoros kölcsönhatásban lévő fehérjék, azaz a kromatin olyan stabil kémiai módosulásait, amelyek befolyásolják a génműködést. Ez utóbbi tényezőről a közelmúltban *Boros Imre* írt kétrészes cikket lapunkban, a következőkben ebben a cikkben csak a DNS-nukleotidok módosulásairól lesz szó. Az egész epigenomra vonatkozóan általánosságban állítható, hogy az az egyed élete során történő sejtosztódások során lényegében megmarad (bár részleteiben változhat), míg az ivarsejtek érése során bekövetkező számcsökkentő osztódás (meiózis) többnyire letörli azt (kivételek vannak).

Azt már régen tudjuk, hogy a természetes DNS-ben az élőlények döntő többségében (itt is ismerünk néhány kivételt) a négy alkotó nukleotidbázis (adenin, citozin, guanin, timin) közül az egyik, a citozin, olykor módosult egy metilcsoportnak a kész DNS-lánca történő bevitelével. A metilált citozinok mennyisége és eloszlása a DNS teljes hosszában egyáltalán nem véletlenszerű, a metilált citozint többnyire guanin követi és ezek a CG-párok többnyire az egyes gének elején elhelyezkedő, a működés szabályozásáért felelős úgynevezett promoter-szakaszon koncentráld-

nak. A metilált citozinok mennyiségének és helyének meghatározására szolgáló hatékony rutinmódszerek csak az utóbbi évtizedben alakultak ki, de ez mindenképpen – ma is – nehezebb feladat, mint a nukleotidsorrend meghatározása, mivel ellentétben az utóbbival, ami egy soksejtű élőlény minden sejtjében, annak egész életében azonos, az epigenetikus mintázat, azaz a metilcsoportok helye szövetenként különböző és az egyedi élet során is változik.

A közhit szerint például az egyetétű ikrek genetikailag azonosak. Ez feltétlenül igaz a DNS nukleotidsorrendjére vonatkozóan. Sőt, születéskor még epigenomjuk is azonos, később azonban már nem. Kimutatták, hogy az egyetétű ikrek epigenomja annál jobban különbözik egymástól, minél idősebb az ikerpár. Azaz: minthogy az epigenomot (ellentétben a nukleotidsorrenddel) környezeti tényezők is alakítják, életük során az ikrek egyre több különböző külső hatásnak kitéve, egyre több különbséget szereznek epigenomjukban, azaz DNS-metilációs mintázatukban.

Nyilván ez a tény ihlette *Steve Horvath* amerikai bioinformatikust arra az elemzésre,



Steve Horvath

amelynek tavaly ősszel megjelent eredményei szenzációként hatottak nemcsak a szakmai közvéleményben, hanem a napisajtóban is. Neve alapján Horvath nyilván magyar eredetű családból származik, bár publikus

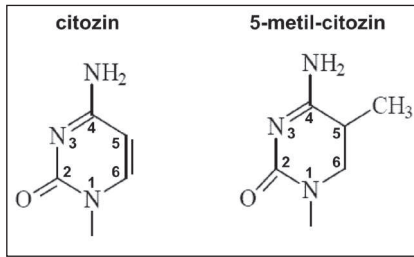
életrajza nem utal erre. Németországban született, ott járt egyetemre, de már az Egyesült Államokban doktorált és jelenleg Los Angelesben a kaliforniai egyetemen dolgozik.

Horvath bioinformatikus, azaz semmiféle saját kísérleti, biokémiai munkát nem végzett. Kizárólag nyilvánosan hozzáférhető adatbázisokból kiindulva, óriási számítógépes apparátust felhasználva állította fel meglepő, de igen jól alátámasztott és dokumentált elméletét. Ez egyetlen mondatban összefoglalható és így szól: az emberi genom 353 meghatározott pontján elhelyezkedő citozinok metiláltsági állapotából pontosan meghatározható az egyén életkora.

Vajon hogyan jutott erre a következtetésre? Közel 8000 egyedi DNS-mintát vizsgált át ismert életkorú személyek 51 különböző egészséges szövetéből (mivel a vizsgálati minták zöme orvosi intézményekből jött, a személyek egy része ugyan beteg volt, de a minták mind egészséges, a betegség által nem érintett szövetekből származtak). Minthogy a mintákat adó személyek életkora ismert volt, a minták felének számítógépes elemzésével sikerült megállapítania, hogy a DNS-eken található sokmillió metilálható, illetve metilált hely közül melyek azok, amelyeknek metiláltsági állapota a legpontosabban korrelál a vizsgált személy életkorával. 353 ilyen helyet választott ki. Ezután a minták másik felénél (figyelve kívül hagyva az életkort) megnézte ugyanezeket a helyeket, és a metiláltsági állapotból (a kidolgozott algoritmus alapján) megállapította az adott személy életkorát. Az így kapott eredmény 0,97 korrelációt mutatott a tényleges, dokumentált életkorral. Más

szavakkal: a becslés standard hibája mindössze 2,9 év volt. A legpontosabb értékeket gyerekeknél és serdülőknél kapta. Az elemzésnek e fő következtetése mellett számos orvosi és biológiai szempontból érde-





A citozin és a metilcitozin szerkezeti képlete

kes egyéb eredményei is voltak. Így például két (ritka) örökletes betegségben, amelyek rendkívül gyors öregedéssel járnak (a Werner és a Hutchinson-Gilford progeria) a DNS-metilációban nem látszott ennek a jele, a betegek DNS-metiláltság alapján számított életkora megegyezett valós életkorukkal, azaz fiatalabbnak bizonyultak, mint klinikai állapotuk és külsejük alapján. További érdekes eredmény, hogy az algoritmus alkalmazhatónak bizonyult csimpánzokra is. Mivel a minták különböző szövetekből származtak, az is megállapítható volt, hogy mely szövetekben jár a legpontosabban a metilációs „óra” (vérben és agyban) és melyekben a legkevésbé pontosan (női mell, méh, bőr, izom).

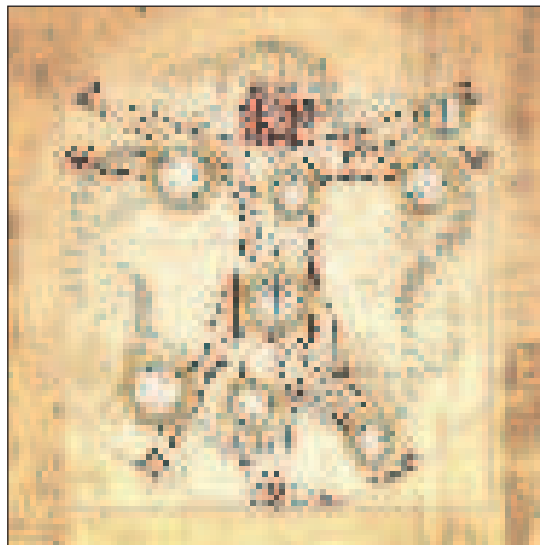
Az utóbbi évek egyik legjelentősebb orvos-biológiai eredménye volt annak az eljárásnak a kidolgozása, amelyvel differenciált szöveti sejtekből összejetelet lehet előállítani (ezért kapott tavaly Nobel-díjat *Shinya Yamanaka* japán tudós). Horvath megállapította, hogy az így előállított összejetelet, a valódi embrionális összejetelekhez hasonlóan, a metiláció alapján nulla életkorúnak tekinthetők, viszont a szövettenyésztés során metilációs életkoruk gyorsan növekszik.

Külön fejezetet jelentett Horvath elemzésében a rák. 6000 rákos szövetmintát vizsgált meg 20 különböző ráktípusból. Gyakorlatilag mindegyikük metilációjában igen jelentékeny volt az eltérés a normál, egészséges szövetekhez képest, és az egyes ráktípusok egymástól is igen nagymértékben eltértek. Átlagosan mintegy 36 évvel öregítette a rák az érintett szöveteket, azaz a rákos szövet metiláltsága alapján átlag ennyivel magasabb életkort lehetett volna diagnosztizálni, mint a személy tényleges életkora.

Meglehetősen nyilvánvaló, hogy Horvath eredményei igen fontosak és hasznosak az epigenetika kutatói számára. Ma még nagyrészt tisztázatlanok azok a mechanizmusok, amelyekkel külső környezeti hatások ala-

kítják az epigenomot. Nem tudjuk, hogy milyen szerepe van az epigenomnak az egyes betegségekben (ha megállapítják, hogy valamely kórkép korrelál bizonyos epigenetikai szerkezettel – erre számos példát ismerünk – nem lehet tudni, hogy ez a szerkezeti változás oka, vagy éppen következménye a betegségnek), mi a jelentősége az epigenom szöveti különbségeinek stb. Érdekesekek lehetnek azonban ezek az eredmények gyakorlati szempontból is.

Tömegszerencsétlenségek áldozatainak azonosításánál már eddig is használták a DNS-vizsgálatot. Ha rendelkezésre állt közeli rokon DNS-e, akkor az azonosítás lehetséges. Ha azonban ilyen nincs, akkor fontos támpont lehet, ha az áldozat DNS-éből megállapítható életkora. Egy másik lehetséges alkalmazás a kriminológia. Ha egy véryom DNS-éből megállapítható az elkövető életkora, az nyilvánvalóan segít-



A Horvath-féle koncepció jelképes illusztrációja Leonardo híres rajzán

heti a nyomozást. Sajnos nemi erőszak esetén ez nem jön szóba, mert a spermiumok metilációs életkora nulla, ezért a sperma nem is szerepelt a Horvath által vizsgált szövetek között.

## Irodalom

- Fraga, M. F. et al. (2005) Epigenetic differences arise during the lifetime of monozygotic twins. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 102, 10604–10609.
- Petronis, A. (2006) Epigenetics and twins: three variations on the theme. *Trends in Genet.*, 22, 34–350.
- Horvath, S. (2013) DNA methylation age of human tissues and cell types. *Genome Biology*, 14: R115

## ZSUGORODIK A PACIFIKUS-LEMEZ

Az a tektonikus lemez, amely domináns a Csendes-óceán körülvevő tűzgyűrű mentén, nem is olyan merev, mint eddig hitték. Az amerikai Rice Egyetem (Houston) és a Nevada Egyetem kutatói megállapították, hogy a litoszféra hülése nyomán a Pacifikus-lemez némely régiójában horizontálisan összehúzódik, ráadásul gyorsabban, mint másutt és ez a lemez deformációját okozza. Ez a hatás ott a legerősebb, ahol a litoszféra a legfiatalabb (2 millió éves, vagy annál fiatalabb), márpedig ez alkotja a Pacifikus-lemez legnagyobb részét, az óceáni aljzatot. A kutatók számításai szerint az összehúzódás tízszer gyorsabb, mint a lemez idősebb, kb. 20 millió éves részein és még ennél is sokkal gyorsabb, mint a 160 millió éve létrejött szakaszokon.

Helyi szinten a litoszféralemezek mozgása csak néhány centiméteres és ugyanez mondható el a zsugorodásról is, ám mindez már mérhető és az eredmény immár szignifikánsnak mondható. Az új számítások szerint a Pacifikus-lemez kicsit gyorsabban (kb. évi 2 milliméterrel) távolodik az Észak-amerikai-lemezénél, mint ahogy azt a korábbi merev lemez teória szerint gondolták. Összességében a lemez évi 50 mm-es sebességgel mozog északnyugati irányban. A klasszikus elmélet szerint a litoszféralemezek merevek, ám már a mostani kutatások előtt is feltételezték, hogy nem egészen. Már öt évvel ezelőtt kimutatták, hogy a kőzetlemezek horizontális összehúzódásának mértéke fordítottan arányos a tengeraljzat korával, és ennek a legnagyobb hatása a Pacifikus-lemez keleti, legfiatalabb részén mutatható ki.

(*Rice University News & Media*, 2014. augusztus 27.)

## SZILÍCIUM-ÖKOSZISZTÉMA

Képesek vagyunk szimulálni a klímát, de még egy újszülöttet is. Akkor miért ne szimulálhatnánk a földi életet is, bolygónk élőlények hatalmas és komplex, kölcsönhatásokban álló rendszerét? Egy angliai település, Madingley után neveztek el azt a matematikai modellt, mely segítségünkre lehet a jövő megértésében. Megtudhatjuk belőle például azt, mi történne, ha az összes méh eltűnne, ha kihalnának a pandák, és milyen lenne a Föld, ha az emberiség soha nem kezdett volna bele az intenzív mezőgazdaságba. A kutatás azt is megmutatja, hogy valamennyi ökoszisztéma alapvető strukturái igen kis számú univerzális ökológiai alapelv alkalmazásával megjósolhatók.

A Madingley-modell az első olyan számítógépes modell, amely globális méretekben szimulálni tudja valamennyi organizmus kölcsönhatásait a Földön. A kutatók többnyire felülről lefelé irányuló módon próbálnak modellezni ökoszisztémákat, vagyis egy adott rendszerből megpróbálják a lehető legtöbb adatot összegyűjteni, például az erdőkből vagy az óceánokból, és mindezeket belevicsozódik egy modellbe. Ehelyett Drew Purves (Microsoft's Computational Science Lab, Cambridge) és munkatársai egy matematikai világot hoztak létre, amely ugyanazokon az alapelveken nyugszik, mint a földi élet. Ez egy szilícium-ökoszisztéma, mondja Georgina Mace cambridge-i kutató és éppen ez a szép benne. Benne van az összes kölcsönhatás a fizikai környezet és az ökoszisztéma-összetevők között.

A kutatócsoport először magát a fizikai Földet szimulálta, a kontinensekkel, az óceánokkal, a globális éghajlattal, majd digitális szervezetekkel népesítette be. Ugyanúgy, mint a valóságban, a Madingley-modellben is megjelenik valamennyi életforma; a szimuláció a fajok szintjére még nem terjed ki, de lényegében valamennyi állattípus megjelenik benne. A csoport meg tudta vizsgálni, hogy az egyes élőlénycsoportok hogyan és mikor, milyen fellendüléseken és válságokon estek túl, mely élőlények tűntek el, melyek virágoztak fel, hogyan küzdöttek meg egy-egy új ökológiai fülke elfoglalásáért. Mielőtt azonban a „játékhöz” hozzákezdtek volna, le kellett fektetniük néhány alapvető szabályt a rendszerben. Tudjuk például, hogy az átlagos ragadozó olyan prédára vadászik a leggyakrabban, melynek testtömege kb. a tizede a sajátjának, és ezt érvényesítették a modellben is. Egy másik ilyen alapelv, hogy összefüggés van a testhőmérséklet és a testméret között.

Az a tény, hogy a modell sikeresen működtethető, rávilágít arra, hogy az ökoszisztémák szerkezete bizonyos fokig kiszámítható és megismételhető. A további tesztekhez a kutatók újabb „szereplőket” fognak bevinni a modellbe, köztük az embert is. Reményeik szerint eljutnak a modell olyan fejlettségi fokáig is, hogy válaszolni tudnak egy csomó „mi történne, ha...” kérdésre is.

(*New Scientist*, 2014. április 22.)

### SEREGÉLYRAJOK REJTÉLYE

Egy új tanulmány szerint megoldódott a seregélyrajok mozgásának rejtélye, melyet a repülés közben keletkező világos és sötét területekkel magyaráznak. A Warwick Egyetemen végzett kutatások során megállapították, hogy a seregély-

raj célja az optimális sűrűség fenntartása, melynél a környezetükkel kapcsolatban elegendő adathoz juthatnak. Ez akkor következik be, amikor a raj különböző szögeiből megfelelően látják a fényt. A megfelelő sűrűség elérésekor kialakuló egymás utáni sötét és világos mintázatok életfontosságú információval látják el a raj egyedeit.

A világos és a sötét dinamikus mintázatát a rajban repülő madarak hozzájárulása a repülés pozíciójának és szögének megváltoztatásával, így szabályozzák a csoportba jutó fény mennyiségét. A kutatók megfigyelése szerint mindig lehetett olyan területeket találni a rajon belül,



Seregélyraj

amin áthatolt a fény, így feltételezték, hogy a madárcsoport mozgásában szerepet játszik a világos és sötét változó mintázat kialakítása.

A felismerés egy számítógépes modell kifejlesztéséhez vezetett, melyben a szimulált intelligenciájú egyes egyedeket a raj olyan részére vonták, ahonnan az a csapat többi részéről a legtöbb információt kaphatta. Az eredmény egy összetartozó csoport lett. A kutatók ezután a megfigyeléseket a vadonban élő csapatokra is alkalmazták, és megállapították, hogy szoros kapcsolat van a virtuális és a természetben élő madarak mozgása között.

A rajon belüli egyed maga előtt a más madarak által kialakított világos és sötét területeket látja, ennek segítségével jön létre a dinamikus és állandóan változó sziluett. Bebizonyosodott, hogy a külső szemlélő által érzékelt sziluett a hatalmas raj önszerveződésének eredménye, hogy elérjék azt az állapotot, melynél az egyes madarak a raj résein keresztül a világos és sötét részeit is látják és a többi madarról is szerezhetnek kellő információt.

Korábban úgy gondolták, hogy a raj koordinálása során a madarak csak a szomszédjukkal állnak kölcsönhatásban, az új kutatás szerint azonban kizárólag a madarak közötti helyi kölcsönhatásokkal nem lehet magyarázni a raj ilyen nagymértékű szervezottségét.

(*warwick.ac.uk*, 2014. július 18.)

### ERITROPOETIN VÉDI A GYERMEKAGYAT

Az újszülöttek csaknem fele koraszülött, vagyis a 32. terhességi hét előtt születik meg. Ma már egyre nagyobb arányban tartózkodnak életben azok az újszülöttek is, akik a 32. terhességi héten, vagyis csaknem 2 hónappal korábban jönnek a világra. Európában a koraszülöttek száma évente 400 000, világszerte a WHO becslése szerint akár 2,6 millió is lehet. Ám bármennyire is jó hír ezeknek a rendkívül korán világra jött gyermekeknek a megmentése, az anyaméhben töltött rövidebb idő sajnos nem marad következmények nélkül. Agyuk még nem teljesen érett, és a túl korai születés miatt gyakran károsodik. Elsősorban az ingerátvitelben szerepet játszó fehérállományban mutatkoznak hiányosságok. Az eddigi tanulmányok szerint az ilyen agykárosodást szenvedett koraszülöttek a későbbiekben tanulási problémákkal küzdhetnek, problémás lehet a térbeli gondolkodásuk, és rosszabbul teljesítenek, ha egyidejűleg különböző ingerekre kell reagálniuk.

A Genfi Egyetemi Klinika kutatói ezért olyan szert kerestek, amely minimalizálja a koraszülöttek agykárosodását. Így találtak rá az eritropoetin (EPO) vérhormonra. Az EPO-t a gyógyászatban különösen a vérszegénység kezelésére használják, de vizsgálatok azt is bizonyították, hogy ez a hormon bizonyos neurológiai megbetegedésekben védheti az agyat. A kutatócsoport ezért elhatározta, hogy az EPO agyvédő hatását a nagyon korán született koraszülötteken is tesztelik. A vizsgálatot 495 koraszülöttről végezték el, akik a 32. terhességi hét előtt születtek. A vizsgálatba bevont újszülöttek közül 256-an a születésük utáni első 3 napon kaptak 3 adag EPO-t vénásan, a többieket hatóanyagmentes oldattal, placeboval kezelték. Közeli két hónappal később a gyermekek agyát mágneses rezonancia segítségével vizsgálták.

Az eredmény: az EPO-val kezelt gyermekek agya lényegesen kevesebb károsodást mutatott, mint a kontrollcsoporté. Míg a kezeletlen koraszülöttek 36 százalékában fehérállományában voltak rendellenességek kimutathatók, az EPO-val kezelt koraszülötteknél mindez csupán 22% volt. Még jelentősebb volt a különbség a szürkeállomány tekintetében: itt a kutatók a kezelt újszülötteknél mindössze 7%-os rendellenességet találtak, míg a kontrollcsoportban ez 19%.

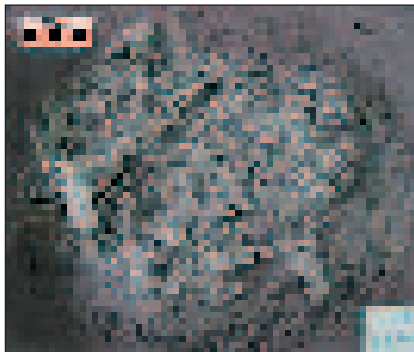
Ez az első alkalom, hogy az EPO hormon koraszülöttek agyára gyakorolt pozitív hatása kimutatható volt. Annak vizsgálatára, hogy ez a kezelés a gyermekek későbbi szellemi fejlődésére is pozitív hatást gyakorol-e, a kezelt újszülötteket a későbbiekben is, 2 és 5 éves korukban is tervezik vizsgálni. Amennyiben a pozitív hatás igazolódik, ak-

kor sikerült egy fontos lépést tenni a koraszülöttek agykárosodásának és annak hosszú távú következményeinek elkerüléséért. (*www.wissenschaft.de 2014. augusztus 26.*)

## BÉBISZITTERT ALKALMAZTAK A DINOSZAUROSZOK

Régóta vannak arra utaló jelek, hogy a dinoszauruszok gondozták a frissen kikelt utódaikat, és vigyáztak rájuk, amíg bizonyos kort el nem értek. Ezt a feltevést nagyon látványosan igazolja egy kínai lelet, ahol 24 nagyon fiatal egyed fosszilizálódott a fészkekben, vagy annak közelében, mellettük pedig egy idősebb egyed ugyanabból a fajból. Valamennyi példány a növényevő Psittacosaurus lujiatunensis fajhoz tartozik, ami a leggyakoribb dinoszaurusz volt ezen a területen. A 120 millió éves maradványok ÉK-Kína Liaoning tartományában kerültek elő. A kőzet vékonycsiszolatos és röntgendiffrakciós vizsgálata igazolta annak vulkáni eredetét.

Az állatokat egy vulkánkitörésből származó lahar (vízből, iszapból, és vulkáni kőzetből álló folyam) ejtette csapdába. Ezt a környezeti rekonstrukciót megerősítette az ősmaradványok irányított orientációja is. A 24 kis példány teljesen egyforma méretű; nagyon kicsik ugyan, de a tojásból már kikeltek. A nagyobb példányhoz tartozó koponya alapján az idősebb példányt 4-5 évesnek be-



Dínófészkek

csülték a kutatók. Mivel a Psittacosaurusok 8-9 éves koruk előtt nem szaporodtak, ez nem lehetett a kicsik szülője, hanem inkább egy idősebb testvér, aki besegített a frissen kikelt egyedek felügyeletébe.

(*Cretaceous Research, 2014. augusztus*)

## A MELEG ÉGHAJLAT – VILÁGOSABB SZÍNŰEK A ROVAROK

A világos szín meglehetősen sok előnyt jelent a pillangók és szitakötők számára – amennyiben délen élnek, ahol a vilá-

gos testszín védelmet nyújt a túlhevüléssel szemben. A hűvösebb északi tájakon pedig a sötétebb színek köszönhetően gyorsabban elérik az „üzemi hőmérsékletet”. Ez az összefüggés köszön vissza az európai rovarok külső megjelenésében – állapították meg a Marburgi Egyetem kutatói londoni és kopenhágai kollégáikkal együtt.

Az emberekre érvényes, hogy minél északabbról származnak őseik, annál világosabb a bőrszínük. Mivel a világos bőr a napfény hatására hatékonyabban termeli az életfontosságú D-vitamint, az evolúció során az eredetileg Afrikából származó sötétbőrű emberek mellett az északi területeken, ahol kevesebb a napsütés, kialakult a világos bőrű embertípus.

A rovaroknál mindez éppen fordítva történt: mivel testhőmérsékletüket többnyire a környezet hőjének felvételével szabályozzák, testfelületük színe döntő jelentőségű. A sötét színek jobban veszik fel a hőenergiát, mint a világosak, tehát a sötét színű állatok előnyben vannak, ha hidegebb környezetben élnek. A világos fajok ezzel szemben nagyon meleg vidékeken élvezik testszínük előnyét.

A marburgi kutatók vizsgálatukban most annak jártak utána, hogy hogyan hat ez a törvényszerűség egész konkrétan a biológiai sokszínűsége. A vizsgálathoz 473 pillangó- és szitakötőfaj digitális felvételeit elemezték és mindegyik felvételhez külön-külön hozzárendeltek egy fényerő értéket. A hozzárendelés során azt is figyelembe vették, hogy az állatok külső megjelenése részben alkalmazkodáson nyugszik, amit őseik hagytak rájuk örökségül.

Bár a testszín nemcsak a testhőmérsékletre van hatással, hanem például állcázásul is szolgál, a kutatók figyelemre méltó világos eredményre jutottak: a világos színű rovarfajok Európa melegebb déli részén dominálnak, a sötétebb színű fajok pedig a hűvösebb északi tájakon. A pillangók és szitakötők Európában az alapján oszlanak el, hogy testhőmérsékletüket hogyan tudják szabályozni testszínük révén.

Annak meghatározására, hogy milyen hatása lehet a klímaváltozásnak a rovarok földrajzi elterjedésére, a kutatók összehasonlították a mai adatokat az 1988-asokkal. Európában akkoriban a világosabb szín irányába volt eltolódás. Az eredmények rámutattak, mennyire fontos a hőenergia a rovarok térbeli elterjedése szempontjából. A további vizsgálatok eredményeiből arra számítanak, hogy ha a globális felmelegedés folytatódik, Európában a sötét színű fajok előfordulása eltörlődik és az állatok inkább árnyékosabb életteret keresnek.

(*www.farbimpulse.de 2014. június 11.*)

## A SZARKÁK MÉGSEM LOPNAK

Az Exeteri Egyetem pszichológusai arra a megállapításra jutottak, hogy a népi hiedelemmel ellentétben a szarkák inkább félnék az új és ismeretlen dolgoktól, minthogy von-



zódjanak hozzájuk. Az új tanulmány szerint nem ragaszkodnak a fényes tárgyakhoz és nem lopkodják a csecsebecskéket, ékszereket sem. Az európai kultúrában széles körben elfogadott, hogy a szarka (*Pica pica*) a madárvilág rablója, és a csillogó tárgyakat kényszeresen a fészkébe hordja. Az Exeteri Egyetem pszichológusai azonban szembe szállnak ezzel a hiedelemmel. Kísérletsozortatot hajtottak végre a madarak két csoportjával. Az egyik csoport egy madármentő központból származott, a másik az egyetem területéről. Gondosan ellenőrzött körülmények között a madaraknak fényes és nem fényes tárgykat mutattak és rögzítették a reakcióikat. Az egyetemen belül nyolc helyen végeztek kísérletet, ahol a madarak már hozzászoktak a rendszeres emberi tevékenységhez, így közelről tudták figyelni őket. Fényes fémcsavarokat, kis föliagyűrűket és apró ezüstfólia darabokat használtak. A csavarok és a gyűrűk felét matt festékkel kékre festették. A tárgykat két laza kupacban a földre helyezték, tőlük 30 cm-re pedig a magkupacokat. A szarkák 64 vizsgált alkalomból kétszer vettek fel fényes tárgyat, az mindkét esetben egy gyűrű volt, amit azonnal el is dobtak. A madarak vagy nem vettek tudomást róluk, vagy elkerülték a fényes és a kék tárgykat, gyakran óvatosan viselkedtek és inkább kevesebbet ettek a tárgyak társaságában. A másik, a fogva tartott madarak csoportjának tagjai egyáltalán nem léptek kapcsolatba a tárgyakkal.

Eddig meglepően kevesen vizsgálták a szarka viselkedésének kognitív mechanizmusait. Képesek a bonyolult szellemi tevékenységre, például felismerik magukat a tükörben, megtalálják az elrejtett tárgykat vagy ételket. Ismét bebizonyosodott, hogy értelmes állatok, ahelyett, hogy kényszeresen vonzódnának a fényes csecsebecskékhöz, az újdonságokkal és váratlan dolgokkal szemben inkább megtartják a biztonságos távolságot.

(*sciencedaily.com, 2014. augusztus 15.*)

# A magyar csillagászat doyenje

## Beszélgetés Guman Istvánnal

*A magyar csillagászat doyenje címválasztás esetünkben nem hangzik fellengzősen, minden túlzástól mentes. Az 1919-es születésű dr. Guman István október 22-én ünnepli 95. születésnapját. Beszélgetésünkben a hosszú és szerteágazó pályafutás legfontosabb állomásait idézzük fel – további jó egészséget és szellemi frissiséget kívánva a Természet Világa munkatársai és olvasói nevében is!*

– Mit érdemes tudni családi háttéréről, honnan származik, kik voltak a felmenői?

– Apai nagyapám nagyon korán meghalt, így édesapám úgyszólván árvaként nevelkedett. Guman Jenő 1910-től az elsők között volt, akik az európai földgázkeresést megszervezték. A Kolozsvárhoz közeli Kissármáson a helyi cigányvajda rá akart gyújtani a pipájára, mire hatalmas láng csapott ki alóla – így fedezték fel az erdélyi földgázt. A főgeológus, Böckh Hugó elküldte Amerikába, ahol négy évig tanulmányozta a földgázipart, és onnan visszajövet szervezte meg az erdélyi földgázkeresést. Később áttelepült Magyarországra, ahol ugyanezen a területen dolgozott, egészen haláláig. Anyai nagyapám a régi erdélyi unitárius Árkosy családból származott. Selmecbányán dolgozott bányatanácsosként, ahonnan az erdélyi Nagybányára tért vissza. Én Kolozsváron születtem 1919. október 22-én. Feleségem, Szarka Márta, zenetanár, hegedűművész volt. A közös kamarazenélések máig emlékezetesek számomra. Két gyermekem, négy unokám, sőt két dédunokám van, és még nem említenem az 1994-ben elhunyt unokaöcsémet, Marik Miklós csillagászt is.

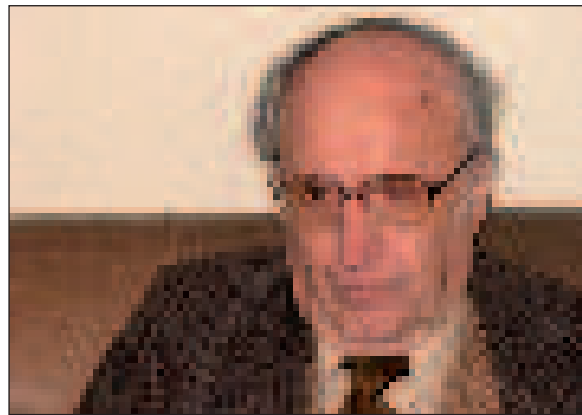
– Mikortól ered és honnan gyökerezik érdeklődése a csillagok világa iránt?

– Édesapám mérnök volt, mérnökként pedig igen sokoldalú. Volt egy teodolija a vállalatnál, amit hazahozott, és gyerekkoromban azon keresztül néztem a csillagokat. Gimnazistaként egy vándortávcsöves a főtereken mutogatta este – pénzért – a műszerét és az égi látnivalókat. Tőle vásároltam objektívlencsét, egy okulárt, és építettem egy kis távcsövet, ezzel nézegettem az égitesteket. A gimnáziumban tanárom volt Hermann Oberth, a rakétakutatás atyja. Tőle rengeteget tanultam fizikából, matematikából, és csillagászatból is. Közel lakott hozzánk, a fia egykorú volt velem, így sokat jártam náluk. Nagy hatással volt rám. Mikor 1983-ban, 90 éves korában itt járt Magyarországon a budapesti Nemzetközi Asztronautikai Kongresszuson, ismét találkozhattam vele.

– Ahhoz, hogy mint fiatal tudósjelölt szaképzett csillagász legyen, milyen iskolákat kellett kijárni?

– A középiskolát hatodik osztályig Medgyesen végeztem a német gimnázium-

ban. Németül úgy tanultam, hogy az iskolában még „németül verekedtünk” is a gyerekekkel. Úgyhogy jól elsajátítottam a nyelvet. A hetedik és nyolcadik osztályt Kolozsvárott



**Guman István az MTA Detre László-emlékülésének szünetében 2006-ban (Rezsabek Nándor felvétele)**

jártam, az ottani román szemináriumban tanultam, amely a román egyetem mintagimnáziuma volt. Érettségi után feljöttem Budapestre, itt beiratkoztam a Pázmány Péter Tudományegyetemre – a mai ELTE-re –, a bölcsészeti karra, ahová akkor a természettudományok tartoztak. Tanárom volt többek között Fejér Lipót, a híres matematikus, valamint Wodetzky József, aki a csillagászatot adta elő. Amikor első évesek voltunk, négy hallgató, köztük Ponori Thewrewk Aurél, elmentünk Wodetzky professzorhoz, és mondtuk neki, szeretnénk csillagászzal foglalkozni. Ekkor felhívta Lassovszky Károly igazgató urat a svábhegyi csillagvizsgálóban, aki örömmel fogadott minket. Úgyhogy első év után már nyáron a csillagdába mentem, és az egész nyarat ott töltöttem, aztán beálltam Detre László mellé a változócsillagok kutatására. És mivel erdélyi voltam, és szüleim is Erdélyben laktak, nem jártam nyáron haza, hanem végleg itt maradtam Magyarországon.

– Doktori értekezésében milyen témával foglalkozott?

– Miután odaköltöztem első év után a csillagvizsgálóba, nem mentem albrétbe, a Svábhegyről jártam be az egyetemre. Amíg a négy évet elvégeztem és megkaptam az ab-

szolutoriumot, aközben Detrével észleltük az RR Lyrae változócsillagot, és annak megszerkeszttem az egész fénygörbéjét, mert addig csak a maximumváltozását figyelték meg. Ez lett a doktori értekezésem témája. Ekkoriban Dezső Lóránt volt Kolozsváron – ami ugye akkor Magyarorszag része volt – az egyetemen a csillagászati előadó. Elmentem hozzá, hogy szeretnék nála doktorálni csillagászatból. 1944 tavaszán megbeszéltük, hogy ősszel megyek, de ősszel már nem én, hanem az oroszok mentek Kolozsvárra. A doktori cím megszerzése így időlegesen elmaradt, ezért itthon a csillagvizsgálóban még dolgoztam a tudományos értekezésemre, amit végül 1947-ben Debrecenben, az ottani egyetemen védtem meg, summa cum laude minősítéssel.

– Melyek voltak szakmai pályafutásának legfontosabb állomásai?

– A svábhegyi csillagvizsgálóban elkezdtem egy igen érdekes változócsillagot, az AC Andromedae-t észlelni. Rejtélyes csillag volt, nem tudtak vele zöldágra vergődni, így hát észleltem, vizsgáltam a fénygörbe-változását, és rájöttem, hogy valójában nem két periódusa van. És valóban: utóbb kimutatták, hogy egy harmadik periódusa is létezik. A téma nem hagyott nyugodni, és az utóbbi években sikerült a teljes fénygörbét kivizsgálni, most már tökéletesen ismerem a változását, a szekunder periódusokat, a szekuláris változást, és erről tervezek egy tudományos előadást. 1955-ben kimutattam a VZ Cnc igen rövid periódusú RR Lyrae típusú csillagról, hogyan változik a fénygörbéje és a szekunder periódus is meghatároztam.

De visszatérve az eredeti kérdéséhez: az 1950-es évek végén a svábhegyi csillagvizsgálóból kivált, Dezső által megszervezett debreceni napfizikai obszervatóriumba kerültem mint napfizikus. Így a változócsillag-témától időlegesen eltávolodtam, sőt nyugdíjba is innen mentem. Debrecenben napfotometriával foglalkoztam, ekvidenzitogramokkal vizsgáltam a Napnak, a napfoltoknak és a flereknek

a fényességeloszlását. Ezekről jelent meg néhány közleményem, de írtam erről az amatőrcsillagászok számára is a Csillagászati évkönyv 1980. évi kötetében is. Nyugdíjazásomat követően visszaköltöztem a főváros közelébe, Budakeszire. Közben a svábhegyi csillagdában változások történtek, Detre meghalt, új igazgató, Szeidl Béla került kinevezésre, én pedig visszatértem. Már Debrecenből is visszajárogattam, majd megkaptam Szeidltől a még ott lévő anyagomat, amit még Debrecenben kimertem és azt már itt dolgoztam fel.

– Önt azon csillagászok közt tartják számon, akiknek ismeretterjesztő tevékenysége is jelentős...

– Legelőször – mint egyetemi hallgató – a Királyi Magyar Természettudományi Társulatnak voltam a tagja. A második világháború után az átszervezett, különböző elnevezésekkel illetett, de mindenki által Tudományos Ismeretterjesztő Társulatként ismert TIT-ben tevékenykedtem. A csillagászati ismeretterjesztést Róka Gedeon és Kulín György vezette. Sűrűn tartottam előadásokat, országszerte. Amikor Debrecenbe kerültem, átvettem a csillagászati szakosztály vezetését, és szinte hetente jártam előadásokat tartani megyei szinten. Soha nem szerettem az előadást előre megírni. Mikor megérkeztem, végignéztem a közönségen – itt gyerekek ülnek, ott falusi nénikék, esetleg egyetemi hallgatók – és aszerint kezdtem el beszélni. Mindig rámutattam arra, hogy amit az egyszerű emberek elgondolnak, az nem feltétlenül butaság, hanem érdekes dolog is lehet.



**Guman István Dagon mitológia és csillagászat című kötete 2006-ból**  
(Rezsabek-archívum)

got a legendás Csillagászati Lapokban...

– Mindvégig arra törekedtem, hogy tisztába tegyem a zavaros dolgokat. Például a cserkészeknek tanították, hogy az égbolton van egy óra, a Nagy Medve, illetve a Kis Göncöl a Kis Medvében, és hogy ez egy óramutató. Ezt tanították, de nem magyarázták meg, így az egész zavaros volt. Ekkor írtam egy cikket erről, ahol részletesen leírtam, hogy valójában hogy lehet az időt pontosan megállapítani abból, hogyan mutat az égbolton ez az „óramutató”. Így próbáltam a különböző felmerülő kérdé-



**Karikatúra a debreceni obszervatórium életéről – Guman István az épület jobb szélén kutyát etet** (Rezsabek-archívum)

seket tisztázni, hogy aki nem szakcsillagász, az is lásson tisztán az asztronómia területén.

– Utolsó publikációja a 2006-os keltezésű *Dagon mitológia és csillagászat* című könyv volt. Mivel az afrikai törzs vélt–valós csillagászati mítoszairól–ismereteiről szóló kötet még elérhető a könyvkereskedők polcain és webáruházaiban, javaslom, egy rövid ismertető erejéig idézzük fel elkészültének körülményeit!

– A dagon téma feldolgozását az inspirálta, hogy sokan kérdeztek – hogy van ez, mint van ez? Utánanéztam, és kiderült, hogy azok a cikkek, amik megjelentek, teljesen alap nélküliek, légből kapottak. Egy csillagászati publikációban meg kell adni, hogy melyik és hol megjelentetett műből, melyik oldalról idéztünk. A dagonokról született hazai írásokban nem így volt, összevissza vetettek papírra mindenfélét az újságírók. De nemcsak Magyarországon, hanem az angolszász népszerűsítő folyóiratokban is állandóan foglalkoztak velük. Kíváncsi lettem, mi is valójában az igazság. Tehát utánanéztam, és kislült, hogy eredetileg két francia etnográfus, Marcel Griaule és Germaine Dieterlen tanulmányozta a törzset, és egy könyvet jelentettek meg róluk *Le renard pâle* címmel. Ebben pontosan leírják a dagonok életét, mindent, amit a csillagászati összefüggésekben gondoltak. A mű olyan, mint egy biblia. Akik itthon írtak és tudósítottak a dagonokról, azok olyanok voltak, mint akik keresztény vallásról beszéltek volna, anélkül, hogy tudták volna, mi az a Biblia. Én ezt a bibliát megtaláltam, nem sajnáltam a fáradságot, és három hónap alatt elolvastam a több száz oldalas francia etnográfiai munkát. Tudniillik, aki Romániában végezte a gimnáziumot, az jól tudott franciául. Ekkor lett vilá-

gos előttem, hogy valójában miről is van szó, és erről írnom kell! Először egy német bemutatkozó csillagvizsgáló kiadványaként ismerttettem a dagonokkal kapcsolatos tényanyagot. Ezt követően Magyarországon kértek fel arra, hogy írjak egy könyvet erről a témáról. Nagy munka volt, de megjelent, és akit érdekel, ma is elolvashatja.

– Az *AC Andromedae*-vel kapcsolatban említett aktualitások mellett mennyire követi a XXI. század asztronómiáját? A legfrissebb kutatási eredmények közül mit tart hosszú pályájának ismeretében a leginkább izgalmasnak, előremutatónak?

– Leginkább a Naprendszeren kívüli exobolygók keresését. Több száz ilyen jelöltet tartunk számon, soknak a fizikáját is ismerjük már, egynehány a Földhöz is hasonlít, és olyan zónában kering az anyacsillag körül, mint a mi égitestünk. A másik, számomra mostanság érdekes terület a Világegyetem fejlődésével függ össze. Az eddigi elképzelések alapján a táguló világegyetem bizonyos ideig tartó expanzió után gravitációja révén a Nagy Reccs felé tér vissza. Az újabb kutatási eredmények már mást mutatnak. Rájöttek, hogy a táguló Világegyetem tovább tágul! És ebben egy korábban nem ismert „valami” ludas. A ma ismert Világegyetemben – a galaxisok, valamint a galaxisok közötti gáz- és porfelhők mellett – valamilyen láthatatlan sötét anyag is létezik, ami a galaxisok közötti teret kitölti. Ennek a gravitációs hatása folytán a Világegyetem tágulása nem fog megszűnni.

Az interjút készítette:  
REZSABEK NÁNDOR

# Elhunyt az utolsó navahó „kódbeszélő”

A hazai könyvpiac érdekessége volt 2013 tavaszán Chester Nez és Judith Schiess Avila *Kódbeszélők* című könyve, amely az első és egyetlen emlékirat a második világháborús navahó kódbeszélők egyikétől, akiknek üzeneteit a japánok nem tudták megfejteni. A témáról számos könyv jelent már meg, ez a mű azonban anynyiban különbözik a többitől, hogy a 91 éves Chester Nez, egykori indián kódbeszélő emlékeit dolgozza fel Judith Schiess Avila segítségével. A könyvről lapunk 2013 márciusi számában számoltunk be részletesen.

A tényeket röviden felidézve: az eredetileg *Betoli* névre hallgató indián fiú az iskolában a *Chester Nez* nevet kapta, ahol mindent elkövettek, hogy anyanyelvét és ősi kultúráját elfelejtve „amerikaivá” váljon. Családjá állattenyésztésből élt, és a család idősebb tagjai adták tovább az ősi kultúrát az utódoknak.

A második világháborúban navahó indiánokat kerestek tengerészgyalogosnak és rádiósoknak, akik a bonyolult kódolás helyett a saját anyanyelvükön továbbíthatják majd a parancsokat. Chester Nez egyike volt az eredetileg kiválasztott 29 navahó indiánnak, akiknek feladata egy különleges kód kidolgozása volt katonai célokra a II. világháború csendes-óceáni hadszínterére.

Amint arról Judith Avila értesítette a hírügynökségeket, Chester Nez, az Új-Mexikó állam Albuquerque városában született utolsó navahó kódbeszélő 2014. június 4-én, 93 éves korában vesebetegségben elhunyt.

A II. világháború után Nez önkéntesként további két évet szolgált a koreai háborúban is, majd leszerelése után az Albuquerque Veterán Kórházban festőként dolgozott, ahonnan 1974-ben ment nyugdíjba. A háborús tevékenységéről még családjának sem beszélhetett, csak 1968-ban oldották fel a háborús események titkosítását, és csak jóval később részeshíthettek a navahó katonának a megérdemelt elismerésben. Az eredeti „kódbeszélő” csoport 2001-ben kapta meg a kongresszusi aranyérmét (Congressional Gold Medals), amelyet Bush elnök adott át, a következő évben pedig film is készült tevékenységükről (*Windtalkers*, 2002, Nicolas Cage főszereplésével). A kódbeszélők ezek után a média népszerű szereplőivé váltak.

Ahogy a megemlékezések felidézék, Chester Nezt 2004-ben egy baseball rangadó



mérközösen felkérték a nyitó dobásra, továbbá részt vett John Kerry elnökjelölt kampányában is. 2012-ben a Kansas Egyetemen bachelor fokozatot szerzett képzőművészeti tárgyban, azonban tanulmányait abbahagyta, mivel a veteránoknak járó támogatás megszűnésével pénze elfogyott.

Később cukorbetegsége miatt mindkét lábát részben amputálni kellett és tolószékre kényszerült, azonban továbbra is szeretett utazni és emberekkel találkozni – mondta róla Judith Avila. Később azonban a vesebetegség elhatalmasodott rajta és belefáradt az életbe.

Halálát a tengerészgyalogosok egy korszak végeként értékelték az ország és a fegyveres erők részére egyaránt. „*Mélyen gyászoljuk, de tiszteljük és ünnepeljük fáradhatatlan lelkesedését és elkötelezettségét azoknak a tengerészgyalogosoknak, akik navahó kódbeszélők néven lettek ismertek*” — tette közzé a Tengerészgyalogos Hadtest közleményében. Chester Nez volt az utolsó abból a 29 navahó fiatalból, akiket azért hívtak be, hogy kifejlesszék a legendás kódot, amelyet létfontosságú kommunikációkban használtak a háborúban.

BENCZE GYULA

## Korábban kezdődött a monszun

Mindenütt azt olvashatjuk, hogy az ázsiai monszun a Himalája, illetve a Tibeti-fennsík kiemelkedésével indult be, körülbelül 22–25 millió éve. A monszun a földi éghajlat legnagyobb klímarendszere, mely Ázsia kontinentális területein az időjárás legfőbb szabályozója; a nyár erősen csapadékos, a tél száraz. Az Arizonai Egyetem kutatói, Alexis Licht és munkatársai Burmában előkerült 35 millió éves csigafossziliák vizsgálatából arra következtetnek, hogy a monszunrendszer már akkor létezett, amikor ezek az édesvízi csigák éltek.

Lichték kimutatták, hogy a monszun már akkor működött, amikor a légköri szén-dioxid koncentrációja háromszor-négyszer akkora volt, mint napjainkban. 34 millió évvel ezelőtt viszont számottevően gyengült, amikor a szén-dioxid-szint a korábbinak a felére esett vissza. Ekkor kezdődött a Föld eljegesedése, akkoriban még csak az Antarktiszon. Ez az első olyan tanulmány, mely nem a domborzati tényezőkkel hozza összefüggésbe a monszunrendszer kifejlődését, hanem az éghajlatváltozással. A monszun eredetét három együttműködő, de egymástól függetlenül dolgozó csoport vizsgálta, mégpedig úgy, hogy a 40 millió évvel ezelőtti éghajlati viszonyokat kutatták. Mindhárom csoport ugyanarra a következtetésre jutott: a monszun az eddig véltnél sokkal korábban kialakult. Lichték azért pont Burmát választották, mert egy lelőhely Kalewa város közelében gazdag emlősfossziliákban, különösen a mai majmok elődeinek csontjaiban. Azokat a környezeti állapotokat akarták felderíteni, amelyek között ezek az emlősök éltek. Eleinte úgy gondolták, hogy az éghajlat a mai Borneóéhoz lehetett hasonló, vagyis meleg, trópusi klíma, ahol nem különült el élesen nedves és száraz évszak. Az ősföldrajzi környezet kiderítéséhez Licht édesvízi csigák vázait, illetve emlősfogakat vizsgált, amelyekből kimutatható, hogy milyen típusú oxigént tartalmaztak. Az O-18 és az O-16 aránya ugyanis megmutatja, hogy az illető állat nedves, vagy pedig száraz klímán élt. Ekkor jött a meglepetés! A monszun *előtti* időszak környezeti állapotait akarták megállapítani, mire kiderült, hogy *már akkor* létezett a monszun, vagyis a csapadék eloszlásában a ma is létező rendszerhez nagyon hasonló szezonális változásokat tudtak kimutatni. Egy másik kutatócsoport Kínában, a Xining-medencében vizsgált tavi üledékeket, ahol a monszun manapság többek közt abban nyilvánul meg, hogy télen a szelek Közép-Ázsiából sok port szállítanak Kína középső részei felé. Most sikerült kimutatniuk, hogy ilyen porlerakódások már 41 millió éve is voltak. A harmadik kutatócsoport klímamodellezéssel igazolta a monszun 40 millió évvel ezelőtti megjelenését.

(*Nature*, 2014. szeptember 14.)

# A földi poszméh

VAS ZOLTÁN – MERKL OTTÓ

A poszméhek élénk színű szalagokkal díszített szőrös, zömök testükről, zúgó hangú repülésükről könnyen felismerhetők, amint mezőkön, virágoskertekben, veteményesekben, de még a városi parkokban is sorra látogatják a virágokat. Közben nektárért és virágpórért cserébe elvégzik a beporzást. Ritkán gondolunk azonban bele, hogy tevékenységüknek nemcsak a virágos réteket köszönhetjük, hanem a saját és háziállataink ételmezésére természetett növények jelentős részét is.

## Miért a földi poszméh az Év rovара?

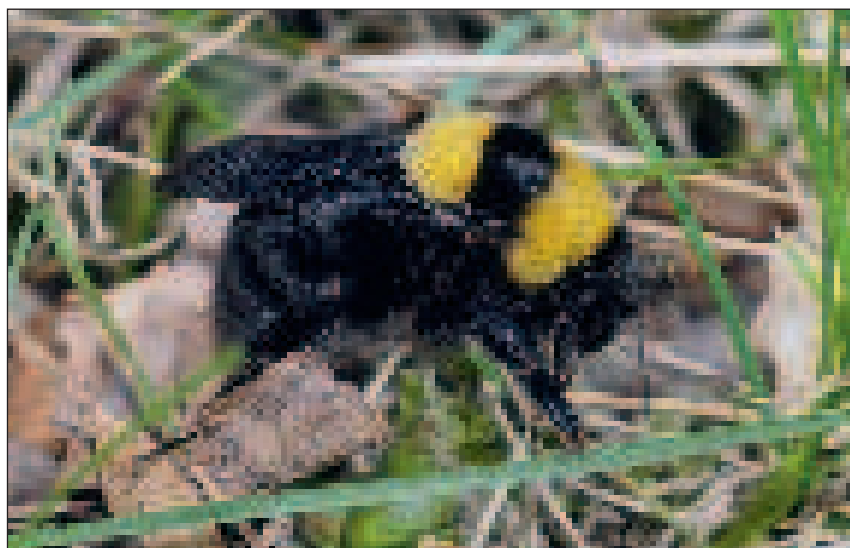
A Magyar Rovartani Társaság vezetősége a 2014-es Év rovarának a földi poszméhet (*Bombus terrestris*) választotta. Az Év rovара kampány célja, hogy a társadalom széles köreinek figyelmét felhívja egy-egy ismert, látványos, érdekes életmódú rovarfajon keresztül a körülöttünk élő rovarvilág rendkívüli változatosságára, a természeti folyamatokban és mindennapi életünkben is betöltött nélkülözhetetlen szerepére. A földi poszméh közismert, társas életmódja számtalan érdekességet rejt, a vadon élő és haszonnövények beporzásában nélkülözhetetlen szerepet tölt be, kiválasztását azonban egy különleges évforduló is indokolta. A 2014-es Év rovара egyben tisztelgés *Móczár Lászlónak*, aki ez év decemberében ünnepelheti 100. születésnapját. *Móczár László* – édesapja, *Móczár Miklós* tudományos örökségét folytatva – a hártáásszárnyú rovarok (darazsak, hangyák és méhek) itthon és nemzetközileg egyaránt elismert kutatója. Rendszertani és rovarotológiai kutatásai, megfigyelései rangos tudományos folyóiratokban jelentek meg, kiváló fotóival illusztrált ismeretterjesztő munkái számtalan generációhoz hozták közelebb a rovarvilág szépségét és érdekességeiben bővelkedő életét.

A poszméhek (*Bombus*-fajok) a hártáásszárnyú rovarok rendjébe (Hymenoptera), a fullánkú hártáásszárnyúak alrendjébe (Aculeata), és a valódi méhfélék (Apidae) családjába tartoznak. Világszerte eddig több mint 250 fajtát írták le. A korábban számtalan genuszba (pl. *Pyrobombus*, *Subterraneobombus*) sorolt poszméheket mára egyetlen genuszba vonták össze. Elsősorban a mérsékelt övben terjedtek el, poszméhfajokban Belső-Ázsia a leggaz-

dagabb. A trópusokon csak néhány fajuk fordul elő, ugyanakkor a legészakibb elterjedésű és a hegyekben legmagasabbra felhúzódo rovarok közé tartoznak. Így például a sarki poszméh (*Bombus polaris*) az északi sarkkör felett is előfordul, a havasi poszméh (*Bombus alpinus*) pedig az Alpok magasan fekvő kaszálóin. Mindez annak köszönhető, hogy a poszméhek – sajátos módon – képesek aktívan növelni testhőmérsékletüket. Szárnyaikat „lekapcsolják”

## Euszociális életmód

A poszméhfajok jelentős része (köztük a földi poszméh is) társas (euszociális) életmódú, vagyis családközösségekben él, melyekben a peterakás egyetlen nőtény, a kolóniaalapító királynő kiváltsága, és a kolónia munkáit a királynő csökevényes ivarszervű nőtény utódaiból álló dolgozó kaszt végzi. A dolgozók színezetben általában nem különböznek a királynőtől, de kisebbek. Az ivaros hím



Délvidéki poszméh (*Bombus argillaceus*) (Deli Tamás felvétele)

a repülőizmokról, és a repülőizmok gyors, vibráló összehúzódaival akár 30°C-ra is felemelik a tor belső hőmérsékletét. A testet borító sűrű szőrbunda segít megőrizni az így termelt hőt, ezért a poszméhek a hűvösebb kora tavaszi napokon is aktívak, amikor a rovarfajok zöme még elő sem bújta a téli menedékből.

A poszméhek elterjedési területükön belül a virágokban gazdag élőhelyeken fordulnak elő leginkább. Mivel sok különböző növényfaj virágpórért és nektárért gyűjtik, legjobban ott érzik magukat, ahol számos, egymás után virágzó faj áll a rendelkezésükre. Havasi kaszálókon, réteken, mezőgazdasági területeken és városi parkokban, kertekben is előfordulnak. A leggyakoribb fajok még a nagyobb városok parkjaiban, virágágyásai, virágládái körül is felbukkannak.

és nőtény utódokat a családközösség csak a nyár vége felé neveli fel. A mérsékelt övi kolóniák egyévesek, csak a nyár végén kifejlődött és megtermékenyült fiatal nőtények (a leendő királynők) telelnek át, az öreg királynő, illetve valamennyi dolgozó és hím még az ősszel elpusztul. Ebben hasonlók a társas redősszárnyúdarazsak (Vespidae) kolóniáihoz, viszont különböznek a hangyák (Formicidae) és a háziméh (*Apis mellifera*) családtagjaitól, amelyek több éven át fennmaradnak.

Egyes fajok, az úgynevezett álposzméhek azonban kolóniaélők: nem nevelnek saját dolgozó kasztot, helyette egy-egy társas faj királynőjének a helyére lépve ivaros utódaikat az elfoglalt kolónia dolgozóival neveltetik fel. Az álposzméhfajok meglehetősen gazdaspecifikusak, azaz mindig ugyanazon poszméhfaj kolóniáin élőköd-



**Földi álposzméh (*Bombus vestalis*)**  
(Somay László felvétele)

nek. Küllemükben, színezetükben is hasonlítanak gazdafajjukra, és mint az utóbbi évek molekuláris taxonómiai vizsgálataiból kiderült, közelebbi rokonaik a gazdafajjaiknak, mint egymásnak. Emiatt a korábban külön genuszba (*Psithyrus*) sorolt álposzméheket is betagozták a *Bombus*-fajok közé.

A nőstény poszméhek (ivarosok és dolgozók egyaránt) teste különleges módosulásokkal alkalmazkodott a virágpor és a nektár gyűjtéséhez. Az állkapocs és az alsó ajak erőteljesen megnyúlt szívószervvé módosult, amely igen hosszúra kinyújtható, így a poszméhek mélyebb kelyhű virágokból is képesek nektárt gyűjteni, mint más méhfajok, beleértve a háziméhet is. A felszívott nektárt a begyükben tárolják, és így szállítják a fészekbe. A hátulsó pár lábakon igen fejlett gyűjtőkészülék alakult ki a virágpor (pollen) szállítására. A lábszár külső felületébe kiszélesedett, sima, kissé kivájt, oldalról azonban hosszú, merev szőrök veszik körbe ezt a területet. Ez a kosárka, ahová a pollent gyűjtik, és ha éppen nem üres, szabad szemmel is megfigyelhetők a sárgás virágporoszállítmányok. A test szőrbundájába tapadt pollent a harmadik lábpár sűrű, rövid szőrökkel borított, kiszélesedett sarokzívvel, az ún. kefével fésülik össze, és juttatják az ellenoldali lábón lévő kosárkába némi nyállal és nektárral elkeverve, ami biztosítja a virágporsejtek megfelelő összetapadását. A hím poszméheknek és a kolóniaelősködő álposzméheknek nincs gyűjtőkészülékük. Hazánkban 34 poszméhfaj fordul elő, ezek közül a földi poszméh az egyik leggyakoribb. Jellemző mintázatú: fekete testén a tor és a potroh elején egy-egy sárga szalag húzódik, a potroh vége pedig fehér. A szintén nagyon gyakori, városi parkokban is előforduló fajok közé tartozik még a fekete testű, kárminvörös potrohúgűvi poszméh (*B. lapidarius*) és a rozsdaszín torú, piszkosfehér potrohú mezei poszméh (*B. pascuorum*). A földi poszméhhez nagyon hasonló faj a szürke poszméh (*B. lucorum*), e két faj gyakran csak mikroszkópos vizsgálattal különíthető el teljes biz-

tonsággal. Némileg hasonló fajok még a kerti poszméh (*B. hortorum*) és a réti poszméh (*B. pratorum*), de az előbbinél a tor hátulsó részén is húzódik egy sárga szalag, az utóbbi potrohvége pedig sárgászöld.

A korábban igen ritka, védett délvidéki poszméh (*B. argillaceus*) az utóbbi években rohamosan terjed hazánkban, már budapesti parkokban is megjelent. Egy-egy élénksárga szalag húzódik a tora elején és végén, egyébként fekete, és szárnyai is sötét színűek.

Legnagyobb hazai poszméhfajunk, a nagyrészt sárgás szőrzettel borított óriás poszméh (*B. fragrans*) azonban úgy tűnik, kihalt Magyarországon területéről, az utóbbi néhány évtizedből egyetlen előfordulási adata sem ismert. Más poszméhfajok, például a sárga poszméh (*B. muscorum*) hazai állománya is erősen csökkent, a háttérben álló okokat azonban egyelőre csak találgatni lehet.

### Élet a kolóniában

A továbbiakban a mérsékelt övi poszmékolóniák éves dinamikáját az Év rovára, a földi poszméh példáján mutatjuk be. Az itt leírtak igazak a többi társas poszméhfajra is, kisebb különbségek mindössze a fészeképítés jellemző helyében és a családközösségek nagyságában mutatkoznak.

Kora tavasszal, még márciusban az előző nyár végén kifejlődött és megtermékenyült leendő királynők előbújnak téli szálláshelyükről, jellemzően egy földben lévő üregből, mohapárna vagy fakéreg alól, és a kora tavaszi virágok nektárjából táplálkoznak. A tél során megcsapant készleteik feltöltése után alkalmas fészkelőhely keresésébe fognak. A földi poszméh esetében ez a legtöbbször elhagyott kismélszárat. Új fészket sohasem ásnak, mindig készen talált üreget alakítanak át, és építik fel benne fészkeiket.

A fészek építőanyaga a potrohlemezek közül kiválasztott, speciális mirigyek által termelt viasz. A fészek padlóját, oldalfalait és tetejét is viaszréteg fedi, állati szőrökkel, növényi rostokkal vegyítve. A viasz nemcsak remek hőszigetelő, hanem a talaj nedvességét is távol tartja. A fészken belül az ivadé-

nevelő és élelemraktározó sejtek is viaszból épülnek, azonban nem olyan szabályos hatszögletű elrendezésben, mint a háziméhek lépein. A poszméhek viaszsejtjei hordó alakúak, és rendezetlenül helyezkednek el a fészekben.

A királynő a fészeképítés kezdeti munkáit maga végzi, majd virágport és nektárt gyűjt a környező virágokról. A nektárt saját felhasználásra külön viaszhordóban tárolja, egy másik hordóba pedig nektár és virágpor keverékét halmozza fel, majd ráhelyezi első 6–8 petéjét, és lezárja a sejtet. A következő napokban alig hagyja el a fészket, utódai fejlődését felgyorsítandó saját testével melegen tartja a sejtet. A petékből kikelő nyúszérű lárvák hamar felélik a készletet, ilyenkor a királynő felnyitja a sejtet, és gondoskodik az utánpótlásról. A lárvák végül bebábozódnak, majd a peterakástól számított néhány héten belül munkába áll az első dolgozógeneráció. A szűkös táplálékellátás miatt ezek az egyedek jóval kisebbek anyjuknál, de a fészeképítés, gyűjtés és a következő dolgozó nemzedék ellátásának munkálatait máris átveszik. Az események inentől felgyorsulnak; minél több dolgozó tevékenykedik az év előrehaladtával a fészekben, annál gyorsabban, annál több és annál jobban táplált, nagyobb testű dolgozó fejlődik ki. Nyár közepére már néhány száz tagot is számlálhat egy-egy kolónia, és bőséges pollen- és nektárkészletek állhatnak rendelkezésre a viaszsejtben.

Ekkorra adottak a körülmények az ivaros nemzedék létrehozásához. A fejlett ivarszervű nőstény utódok – akárcsak a csökevényes ivarszervű dolgozó nősté-



**Mezei poszméh (*Bombus pascuorum*)**  
(Deli Tamás felvétele)

nyek – valamennyien a királynő lányai, megtermékenyített petékből fejlődnek ki. A királynő a testében tárolja az előző nyári nászrepülése során szerzett spermiumokat, és dönt arról, hogy a fejlődő petesejtjeit megtermékenyítve vagy megtermékenyítetlenül rakja le. A megtermékenyítetlen petékből fejlődnek a hímek. Nem minden



hím a királynő fia, időnként egy-egy nagyobb testű dolgozónak is normális ivarszervei fejlődnek, és petéket is lerak, ezekből azonban hímivar-sejtek híján csak hímek fejlődhetnek.

Míndezek már kirajzolják a hártáásszárnyú rovarok különleges ivarmeghatározási módszerét, a haplo-diploid rendszert. A nőstények diploidok, kétszeres, anyai és apai génekkel rendelkeznek, a hímek csak egyszeres génekkel (a hímeknek nincs apja). Ez a körülmény minden bizonnyal jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy a hártáásszárnyúak közt legalább 10 független alkalommal alakult ki valódi társas (euszociális) életmód, míg a hártáásszárnyúakon kívül csak két más alkalommal a rovarvilágban, a természetnél (Isoptera) és a bogarak rendjén belül a hosszúlábúszúknál (Platypodidae). Könnyű belátni ennek az okát. Mivel valamennyi hártáásszárnyú hím haploid, ivarsejtjeik genetikailag azonosak, így valamennyi lányuk pontosan ugyanazt az apai génekkel rendelkezik (amennyiben az anya csak egy hímmel pározott). A diploid anya génjei viszont csak felerészből közösek a lányával. Ennek következtében a nőstény utódok génjei 75 százalékban közösek a nőstény testvéreikkel, míg saját lányaiukkal a genetikai rokonsági fokuk 50 százalék lenne. Genetikailag kifizetődőbb tehát saját utódok helyett a testvéreiket gondozniuk, amelyek közül a következő évben kolóniaalapító királynő is válhat.

A kifejlett ivaros hímek és nőstények elhagyják a fészket, és nászrepülés után a környező virágokon párosodnak. A hímek ezután rövidesen elpusztulnak, a kolónia már nem fogadja vissza őket. A megtermékenyült fiatal nőstények pedig téli szálláshelyet keresnek. Az ivaros generáció távozásával a családközösség hanyatlásnak indul. Az idősödő királynőt a dolgozók gyakran kiűzik a fészekből vagy megölik, később pedig a hűvösödő őszi időjárás és a táplálékhiány a kolónia maradék egyedeit is elpusztítja.

### A kolónia hívatlan vendégei: az álposzméhek

Nem minden családközösség sorsa alakul azonban a terveknek megfelelően. A földi poszméh kolóniaélősködő faja, a földi álposzméh (*B. vestalis*) nőstényei számos kolónia sorsát megpecsételik. Hiába védik poszméhdolgozók a fészket bejáratát, a földi álposzméh nőstényét – megtévesztő feromonjainak hatására – az örök beengedik a fészekbe. Ott az álposzméh megtámadja a kolónia királynőjét: vastagabb kitenpáncéljának, erősebb fullánkjának segítségével megöli, és átveszi a he-

lyét. A földi poszméh dolgozói ezután a trónbitorló álposzméh királynő lerakott petéit gondozzák és nevelik fel. Mire utánpótlás híján az utolsó poszméhdolgozók is elfogynak a fészekből, a kifejlett hím és nőstény álposzméhutódok kifejlődnek, nászrepülnek, majd a megtermékenyült nőstények téli szálláshelyet keresnek maguknak.

### A poszméhek és a beporzás

A virágok beporzása (pollináció), azaz a virágpornak a bibére, különösen egy másik virág bibéjére juttatása a helyhez kötött növények számára segítség nélkül szinte megoldhatatlan feladat. A növények egy része kiszámíthatatlan terjesztő ágensre, leginkább a szélre (nagyritkán a vízre) bízta ezt a feladatot, ekkor azonban óriási mennyiségű és apró virágport kell termelni a hatalmas veszteség kompenzálására. A

att hűvösebb napokon is aktívak, amikor más méhfajok nem tevékenykednek. Számos haszonnövényfaj, pl. az alma vagy a herefajok esetében a poszméhek beporzási hatékonysága magasabb, mint a háziméheké. De nem feledkezhetünk meg a vadon élő virágos növényekről sem, amelyek beporzásában a vadméheknek elsődleges szerepük van.

Az emberiség és a háziállatok ételmérésére tömegesen termesztett növények jelentős része, a virágos növények több mint 80 százaléka rovarbeporzású. Európában mintegy 250 termesztett növényfajt tartanak számon, ezek kétharmadát rovarok porozzák be. A pollináció gazdasági értékét az egész Földön évente 150 milliárd euróra becsülik. A beporzást végző méhek, köztük a poszméhek, rendkívül nagy hatással vannak mindennapi életünkre, sőt társadalmi berendezkedésünkre és fenntartható életminőségünkre is.



Réti poszméh (*Bombus pratorum*) (Deli Tamás felvétele)

mozgékony rovarok, madarak, denevérek felhasználása esetén jóval célzottabb siker érhető el, ezeket azonban valamivel rá kell venni a szolgáltatásra. A virágos növények jelentős része az állati beporzók „felbérése” cukros nedvet, nektárt állít elő a virág olyan részében, hogy a nektárhoz hozzáférni akaró állat testére tapadjanak a virágporszemek. Az állat így juttatja el a pollent egy másik virágba, amit szintén a nektár miatt keres fel. Az evolúció során ezek a kapcsolatok gyakran olyan szorosá váltak a virág és beporzója közt, hogy egymás nélkül egyik sem képes életciklusát teljesítenie.

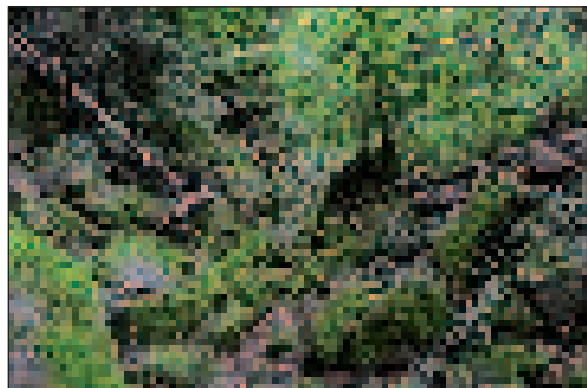
A legjelentősebb beporzók a rovarok, és a rovarok közt is a méhek szakosodtak leginkább erre a feladatra. A méhek közt is kiemelt szerepük van a poszméheknek, mert számos növényfajról gyűtenek, hosszú nyelvük miatt olyan mélyebb kelyhű virágokat is látogathatnak, amelyeket más méhfajok nem, illetve mert hatékony hőtermelő módszerük mi-

### Irodalom

- Gauld I. & Bolton B. (szerk.) 1988: *The Hymenoptera*. – British Museum (Natural History), Oxford University Press, Oxford, 322 pp.
- Goulson D. 2010: *Bumblebees: behaviour, ecology, and conservation*. – Oxford University Press, Oxford, 317 pp.
- Königsman E. 1975: *Hártáásszárnyúak*. – In: *Uránia Állatvilág. Rovarak. Gondolat Kiadó, Budapest, pp. 262–362.*
- Móczár L. 1961: *The Distribution of Wild Bees in the Lucerne Fields of Hungary (Hym. Apoidea)*. – *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici* 53: 451–461.
- Móczár L. & Csépe M. 1974: *Legyek, hangyák, méhek, darazsak. Búvár Zsebkönyvek*. – Móra Kiadó, Budapest, 65 pp.
- Móczár L. 1987: *Rovarbölcsők*. – Gondolat Kiadó, Budapest, 187 pp.
- Móczár M. 1953: *Magyarország és a környező területek dongóméheinek (Bombus Latr.) rendszere és ökológiája*. – *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici* 45: 1331–159.
- New T. R. 2012: *Hymenoptera and Conservation*. – Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, 230 pp.
- Sárospataki M., Novák J. & Molnár V. 2003: *Hazai poszméh- és álposzméhfajok (Hymenoptera: Apidae, Bombus és Psithyrus) UTM-térképezése és az adatok természetvédelmi felhasználhatósága*. – *Állattani Közlemények* 88(1): 85–108.

# Bazaltutcán Vadlány-lik

A bazaltvulkánosság gazdag és látványos formakincset hozott létre a Kárpát-medencében. Ezek jelentős része a természeti értékek iránt érdeklődők számára ismert és közkedvelt turisztikai célpont. Évente sokan keresik fel akár a Medves-fennsík, a somskői vár oldalában alábukó íves bazaltoszlopokat, vagy a Szilvás-kő bazaltfolyásait. Ki ne ismerné a csodálatos Balaton-felvidék bazaltsapkás tanúhegyekkel tagolt felszínét, a Hegyes-tű égbetörő bazaltoszlopait, vagy a Szent-György hegy látványos bazaltorgonáit? Ugyanakkor hányan hallottak a Kovácsi-hegy oldalában megbúvó bazaltutcáról, vagy az itt található kies Vadlány-lik barlangról? Pedig a maguk nemében egyedülálló látványosságokról van szó! Ráadásul, aki egyszer betéved a Keszthelyi-hegység egyedi bazaltbirodalmába, az egy különös, már-már misztikus, mással nehezen összehasonlítható környezetben találja magát, amely könnyen rabul ejtheti.



A szűk ösvény a bazaltomladék éles sziklái közt kanyarog

A Balaton északi partjától alig 25 kilométerre, a Keszthelyi-hegység északi részén található a Kovácsi-hegy, amely a Tátika-csoport bazaltvonulatával együtt félkör alakban veszi körül (Zsid, Zalaszántó, Vindornyaszőlős és Sümeg között) a Keszthelyi-hegység harántvetődésekkel összehasogatott dolomit-rögét. Helyzetük a Keszthelyi-hegységben eléggé sajátos, mivel a hegység többi tagjával ellentétben, felszínüket vulkáni kőzetanyag borítja.

A Kovácsi-hegy bazaltleplenyes tanúhegy. Nevét a törökidő idején elpusztult Kovácsi faluról kapta, amely a hegytől keletre fekvő kisebb medencében volt egykor található. Alapját 280–320 m tengerszint feletti magas-

ságig pannon kori agyagos és homokos rétegek alkotják. A Vindornyai- és Marcal-medence süllyedése következtében a pliocén korban meginduló vulkáni tevékenység e homokrétegekre átlagosan 25–35 méter vastagságú bazalttakarót (bazaltleplenyt) terített. Előbb a fekete, oszloposan elváló bazalt ömlött ki, majd nagyobb tömegben – ez előbbi legtöbb helyen elfedve – szürke, palásan hasadó bazalt.

A bazaltömlést követő időktől napjainkig ún. szelektív denudációval formálódott a hegy. Míg a kemény bazalttakaró pereme meredek falakat hagyva szakadozott le, addig a környezetének fedetlen, laza pannon kori agyagos-homokos rétegeiben mintegy 150 m-es hiány keletkezett. E rétegek megmaradt része a bazaltperemtől előbb meredek, majd fokozatosan lankásodó lejtőt alkot, melynek a felszínét bazalttörmelék borít. A bazalt vastagsága, ha csekélyebb mértékben is, de az idők folyamán bizonyára fogyatkozott. Mind a bazalttakaró tetejét, mind a hegylábát alkotó pannon rétegeket több-kevesebb lösz is borítja, melyet az utolsó jégkorszak szelei szállítottak ide.

## A bazaltutca keletkezése

A Kovácsi-hegycsoportot borító bazalt nyugati és délnyugati peremén, a suvadásos letörés következtében hosszan elnyúló különleges, fekete kőárok-folyosó keletkezett a bazalttömbök között. Ez a bazalt utca, amit a helyiek hívnak még sziklafolyosónak (a megközelítésnél ezzel az elnevezéssel gyakran találkozhatunk), vagy éppen kőároknak is.

A suvadásos letörés kialakulását több körülmény együttes jelenléte tette lehetővé. Ezek közül meg kell említeni az erős szélviharokat, melyek a bazaltot alátámasztó pan-

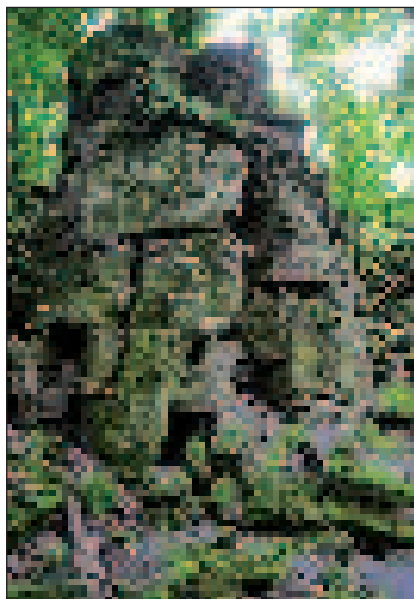


A sziklák vastagon borítja a moha (A szerző felvételei)

non kori rétegeket – így a könnyen lepusztuló homokot is – kifújták a sziklatömbök közül. A hatást felerősítette, hogy a bazalt a peremmel párhuzamosan töredezett szerkezetű volt. A töresek nem csak a bazalt stabilitására voltak hatással, hanem a rajtuk keresztül beszivárgó csapadékvíz az alapkőzet agyagos részét is átmedvesítette és nedvesítette a felső régiókban. A folyamatos denudáció hatására a bazaltperem elvesztette alátámasztását, így jelentős méretű kőzetkaréjak szakadtak le és csúsztak lejjebb. A hatalmas bazalttömbök a csúszás következtében ugyan szétdarabolódtak, de egymás közelében maradtak és a bazaltperemmel párhuzamos árokrendszert, „bazaltutcákat” alkottak. A kőfolyosó alapkőzetét a felhalmozódó bazaltomladék borítja.

A Kovácsi-hegy ily módon keletkezett egyedi bazaltformációja egyes elképzelések szerint valaha az egyik legnagyobb méretű lehetett Európában. A bazaltutca hossza elérhetett akár az 1700 métert is. Sajnos napjainkra már csak az északi, pár száz méteres szakasza maradt meg eredeti állapotában, mivel mindkét végét egy-egy bazaltbánya fejtése lerövidítette. A robbantások hatására a sziklatömbök hosszú szakaszon ledőltek és a bazaltomladék által betemetődtek. Ugyanakkor ez a pár száz méter egy varázslatos világot jelenít meg. Miközben a keskeny ösvényen, a mohával beborított bazalt sziklák közt egyensúlyozunk, 5–15 méter magas bazalttömbök vesznek némán körül minket, melyek mintha főlnék tornyosulva figyelnek minden lépésünket. A bazaltutca sajátos hangulatával és végtelen csendjével olyan hatással van az utazóra, mintha egy tündérmesében lévő kővé vált világban barangolna.

A viszonylag magas és meredek sziklatömböknek, valamint a környező buja növényzetnek köszönhetően a környezetéhez képest



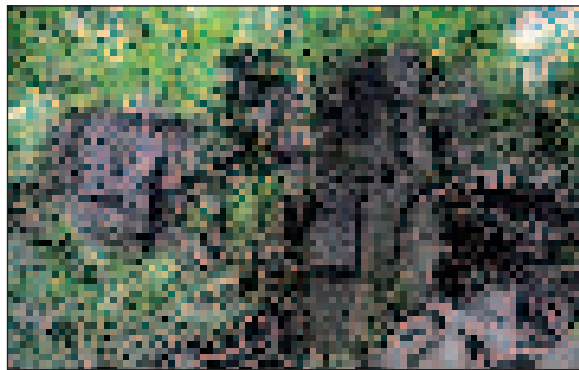
**Összetöredezett, 5-15 méter magas bazalttömbök szegélyezik a bazaltutcát**

jóval kevesebb fény jut be a bazaltutkába. Ennek köszönhetően egyedi mikroklíma alakult itt ki. Növényzetében megjelennek azok a fajok, melyek a kevesebb napfényt, a több nedvességet és a magasabb a páratartalmat kedvelik. A bazaltutkában jellemző a juhar-hárs sziklaerdő, míg a Kovácsi-mezőre nyíló szurdokban hársas-cseresznyés mutatja a bazalttörmelék beerdősülésének utolsó stádiumát. A bazaltutca növényritkasága a *Leptodon smidthii* moha. Az északi lejtőkön bükkösök és savanyú talajú bokorerdők, a déli és nyugati lejtőkön akácok telepedtek meg.

A bazalt, a karsztos kőzetekkel ellentétben, egyenletes vízháztartást nyújt, ezért a bazalttakaró és az alatta lévő üledékes kőzet határán kis vízhozamú, de állandó források fakadnak. A Kovácsi-hegy fennsíkján bazaltdolina-tavak alakultak ki (pl. Rakottyás-tavak) melyek tőzegmohás fűzlápjai adják a hegy növényvilágának legjelentősebb társulásait.

### A Vadlány-lik barlang

A bazaltutca egyik látványossága a különleges nevű Vadlány-lik barlang. Neve a különféle népi változatok miatt sokféle formában felbukkan. Így emlegetik: Vadlány-lik, Vadlánylik, Vadleány-barlangja, Vindornyaszőlői Vadlánylik, Savanyú Jóska tanyája,



**A meredek falakon is jól kivehetők a törések és repedések**

Savanyú Jóska barlangja. Utóbbi elnevezés arra utal, hogy bizonyosan akadtak, akiknek hosszabb-rövidebb időre hajlékuk is szolgált. A barlangot utoljára a német megszállás alatt használták, majd később, a Rákosi-féle beszolgáltatási rendszer idején, a környéken élő parasztnak terményeiket rejtették el benne.

A barlanghoz romantikus legenda is fűződik: „Egyszer egy szép leány szerelmes lett egy szegény legénybe valahol a Kovácsi hegy környékén. Mikor a lány szülei rájöttek erre, mindent megtettek, hogy megakadályozzák a frigyét. Örömet színeltek és felbíztatták leányukat, hogy hívja csak meg



**A megcsúszott bazalttömbökön is felismerhető a kőzet jellegzetes oszlopos elválása**

hozzájuk választottját vendégségbe. A leány szíve repesett az örömtől, amikor végre bemutatthatta kedvesét. A galád szülők azonban addig kínálgatták a legényt borral, míg az alaposan felöntött a garatra. Mámoros állapotában a gazda hívta, hogy bemutatja az istállót és a gazdaságot. Az istállóban azonban már zsendárok várták, akik az apa kérésére megölték a legényt. Amikor a lány ezt megtudta, szinte beleőrült nagy fájalmába és elmenekült

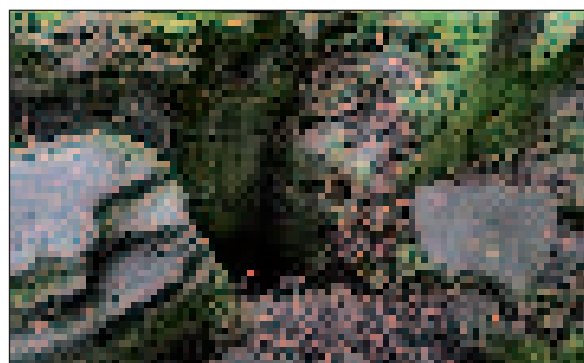
otthonról. Soha nem látták többé, csak a fálubéliek hallottak néha éjszakánként a fák közül szomorú leányéneket...”

A barlang a bazaltutcával egy időben, a lejtőn csúszó kőzetkaréj széthúzóódásának hatására keletkezett, mikor a kibillenő és a suvadó mozgás következtében a bazaltutca árkával párhuzamos és arra merőleges repedések jöttek létre. Maga a barlang is egy ilyen repedésben található. A bazaltutcában ez idáig tíz atektonikus bazaltbarlang vált ismertté.

A barlangokban eddig 12 állatfajt sikerült kimutatni. Ezek egyike sem igazi barlanglakó, mivel az árnyas, sziklás környezetben is megtalálhatóak. Szinte mindegyik barlangban előfordul a Kovácsi-hegyen élő ritka korongsiga, gyakori a vörös csipkésbagoly-pille, az iszapszúnyog, a barlangi kereszties pók, de felbukkannak itt az éjszaka aktív denevérek is.

A Kovácsi-hegy oldalában található bazaltutca a Balaton-felvidéki Nemzeti Park fokozottan védett területe. A sziklafolyosó jól bejárható az 1999 májusában megnyílt, 6 kilométer hosszú, Buruczky Ferencről, a környék fiatalon elhunyt, természetvédő meteorológusáról elnevezett természetvédelmi tanösvényen is, amely érint minden fontos természeti értéket és bemutatja a térség növény- és állatvilágát. (A tanösvény jelzése: egységesen fehér alapon fekete madár.) Megközelíteni vagy Nagygyömb, vagy Vindornyaszőlős felől lehet, utóbbi esetében a nagy kőbányán keresztülhaladva. (Gépkocsival a vindornyaszőlői bazaltbánya bejáratáig fel lehet menni.) 2010-ben a Kovácsi-hegy sziklaösvény elnyerte a Zala megye 7 csodája kitüntető címet, melyre az egyik bazalttömbön elhelyezett apró márványtábla hirdeti.

LADÁNYI LÁSZLÓ



**A Vadlány-lik barlang bejárati aknájának szája szabálytalan négyszög alakú. Mérete átlói mentén körülbelül 1,5 x 1 méter**

# Belvízfelmérés és térinformatika

BAKÓ GÁBOR

A belvíz Magyarországon a vidék fejlesztési stratégiái szempontjából éppúgy kiemelten meghatározó tényező, mint az alföldi települések rendezési terveiben. Sík vidéken a területi és települési vízrendezési feladatok megtervezéséhez, beruházások kidolgozásához, területek minősítéséhez elengedhetetlen a belvíz miatti veszélyeztetettség mértékének térinformatikai ismerete. A Kárpát-medence domborzati viszonyaiból és vízrajzából adódóan alig akad olyan terület, amiről átfogó stratégiai alkothatnánk térképeink, térinformatikai

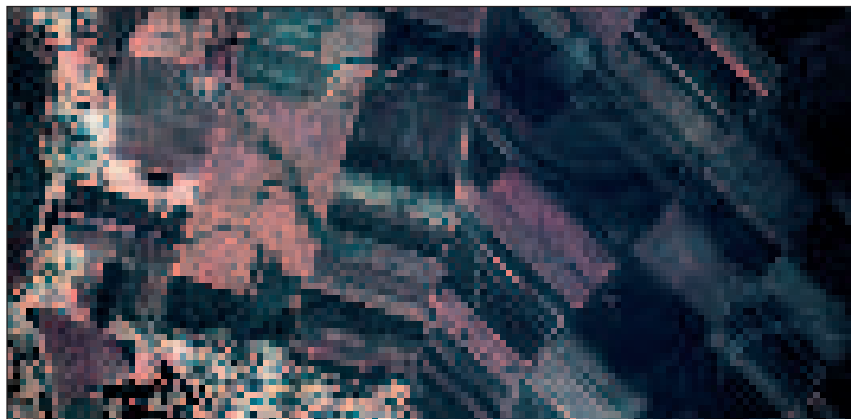
nő középmagasságú légi felvételezés alkalmas a gyakran tapasztalható gyenge megvilágítási viszonyok, felhőzet, pára és a lassú visszatérési idejű műholdak miatt (Licskó, Ditzendy, 2003). (A helyszíni bejárás alapján készített belvíztérképek pontatlansága már korábban bebizonyosodott a megközelítés nehézségeiből, a rálátás korlátozottságából és a felmérés időigényességéből adódó hibalehetőségek miatt. Ezért már az 1940-es évektől felderítő repülőgépekkel támogatták a vízügyi szakemberek munkáját.) Éppen az 1941, 1942-es rendkívüli belvízelöntésekről

készített térképészeti légi felvételek újrafeldolgozásával szerezhették be az első nagypontosságú belvíztérképek az ország egyes területeiről. A teljes ország részletes felmérését a háború meghiúsította.

1972-től számos belvízöblözetet és mezőgazdasági gazdálkodó egységekhez tartozó munkaterületet fényképeztek le, például meliorációs munkák megalapozásához. A legtöbb nagy vízbázist is felmérték, nem egyszer multispektrális (több színképtartományban felvételező) módszerrel. Ráadásul ezeket a területeket az állami térképek ké-



1a. ábra. Illesztési hibák a 2000. évi infravörös légi felvételen



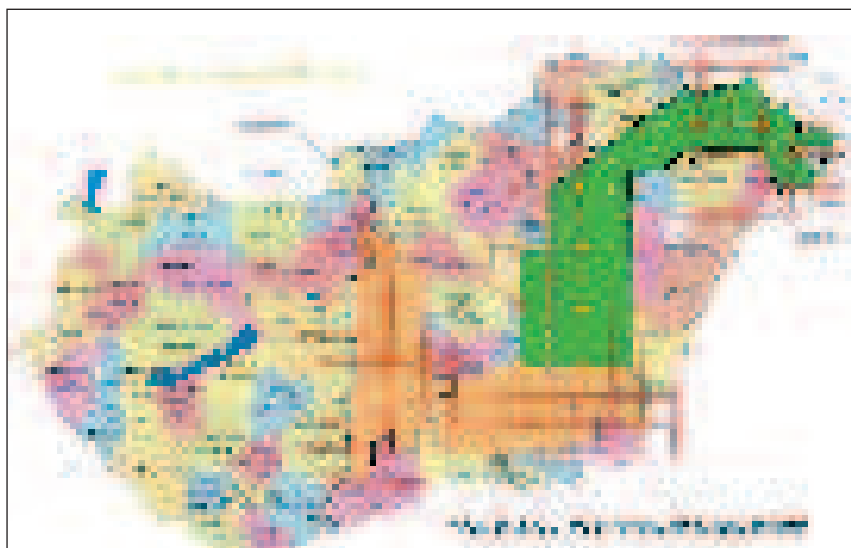
1b. ábra. A légi felvételek negatívjainak újradigitalizálásával elérhető képminőség (ARGOS – Interspect)

adatbázisaink felett elmélkedve, belvíztérképek nélkül. Ilyenkor azonban nem elég az utóbbi öt-tíz év felszíni vízviszonyait és a talaj állapotát vizsgálnunk. Érdeemes ennél régebbre visszatekinteni, mert a szélsőséges időjárási viszonyok miatt bekövetkező, valamint a korábbi elöntéseket korlátozó létesítmények állapotát éppúgy figyelembe kell venni, mint az évtizedes meteorológiai és hidrológiai jellemzőket.

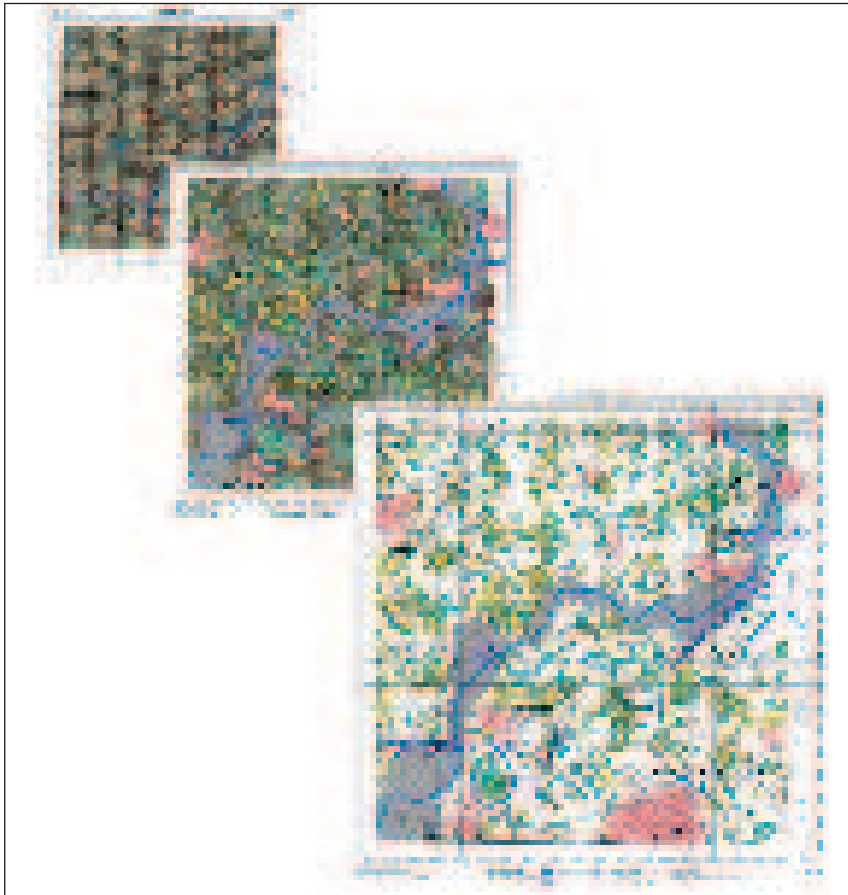
A megbízható belvíztérképeket a mértékadónak tekinthető, valós belvízelöntések rögzítésével készítik. Ezek a térképfedvények megegyeznek abban a tekintetben, hogy általában a nyílt vízfelületeket és az átmedvesedett (kétfázisú) talajfoltokat is rögzítik.

## Az archív adatok és hozzáférhetőségük

Az 1999–2000. évi belvíz felmérések alapján elmondható, hogy feltérképezésükre leginkább a nagysebességű repülőgépről törté-



2. ábra. Az 1999. és 2000. években felvételezett belvizes területek áttekintő térképe



**3. ábra.** A megbízható belvízterképek légi és űrfelvételek kiértékelésével készülnek (VITUKI – ARGOS stúdió)

szítéséhez használt légi felvételekhez képest sokkal jobb minőségben és felbontásban fényképezték.

Az Alföld teljes belvízfelmérési programjára először az 1999–2000 időszakban nyílt lehetőség. Az 1999. és 2000. évek tavaszán kialakult rendkívüli belvizek jó alkalmat teremtettek a belvíz által sújtott területek térképezésére, elősegítve a síkvidéki vízrendezési feladatok hosszú távú tervezését. A nagy volumenű felmérést légi- és űrtávérzékeléssel végezték. Ezen belül a leg részletesebben és legnagyobb terepi pontossággal kiértékelhető felvételeket az elektromágneses spektrum zöld, vörös és közeli infravörös tartományában érzékeny légi filmre készítették (1. ábra). A színes infravörös film markánsan megjeleníti a nyílt vízfelszíneket, másrészt a talajfelszín nedvességtartalmának különbségeit is jól kiemeli. Ezen kívül a képeket a légköri pára sem befolyásolja olyan nagymértékben, mint a normál színes felvételek minőségét. Mai szemmel nézve a felvételeket az akkori számítógép-kapacitással túlságosan kis felbontással, a mai lehetőségekhez képest gyengébb képminőségben digitalizálták, és a térképi vetületbe illesztésük is gyorsított ütemben zajlott (1a. ábra). Az analóg




**4. ábra.** A belvíz sokszor a vízrendezés előtti állapotokra is utal. Összetett talajtani, hidrológiai és településtervezési problémáról van szó, amit nem lehet egy oldalról kezelni (A szerző felvétele)

felvételnegatívok minősége azonban kiváló. Az újradigitalizálás, ortorektifikálás (szabatos térképi vetületbe illesztés) után jól értékelhető felvételekhez jutunk (1b. ábra).

Az akkor előállított légifelvétel-mozaik az 1: 50 000 méretarányú belvízterképek el-

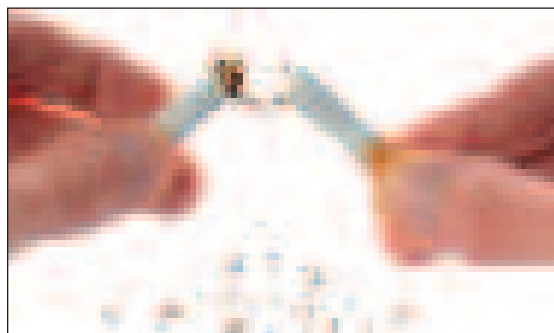
készítését elősegítette (a munkákat kiváló szakemberek végezték), de vizsgálataink alapján az újradigitalizált felvételek ezzel szemben akár 1: 5000 léptékű, szabatos belvízterképezést is lehetővé tesznek, ami a mai erőforrásokkal viszonylag könnyen kivitelezhető (Bakó 2011). Így a közös rendszerben kezelt idősoros adatok új távlatokat nyithatnak a területi tervezésben, már a precíziós beavatkozásokat is segítik. A maximális, vagy ahhoz közeli elöntési helyzet felvételezését a munkaterületek döntő többségén sikerült megvalósítani (Szlávik et al., 2003), így az Alföld jelentős részét érintő adatbázishoz juthatunk. Az 1999–2000 évi jó minőségű infravörös légi felmérés által lefedett területet a 2. ábra mutatja.

Érdeemes felkutatni és feldolgozni tehát az elmúlt hetven év belvizedatait és térbeli elöntési adatbázissá szervezni. Az idősor aztán összevethető a napjainkban tapasztalható állapottal és az elérhető terepmodellekkel, talajinformációs rendszerekkel – akár a vízrendezéseket megelőző időszakot ábrázoló térképeket is felhasználva – és beépíteni hazánk vízrendezési stratégiájába. 

## Irodalom

- Bakó G. (2011): Archív légifelvételek digitalizálása – Távérzékelési technológiák és térinformatika online 2011. június  
 Szlávik L. – Pálfi I. – Varga Gy. – Kling Z. – Tornay E. (2003): Az 1999–2000. évi belvizek kiváltó okai és sajátosságai. Vízügyi

# Orvosszemmel



## A DOHÁNYZÁS ÁRTALMAI

Ötven éve, 1914 januárjában az Egyesült Államok egészségügyének vezetője figyelmeztette az embereket, hogy a dohányzás ártalmas az egészségre: tüdőrákot okozhat, alacsony születési súlyhoz vezet, és általában növeli a halálozás esélyét.

Az akkori adatok alapján a kardiovaszkuláris betegségek még nem kerültek be ebbe a bűnlajstromba, amely azóta lényegesen kibővült. Annak ellenére, hogy a fejlettebb országokban a dohányzók aránya mind a nők, mind a férfiak körében csökkent, a dohányzók száma Európa nagy részén még mindig igen magas. Az *European Heart Journal* szerkesztőségi közleménye kiemeli, hogy Görögországban, Bulgáriában és Macedóniában a dohányosok aránya még mindig 38% a férfiak és 36–37% a nők körében. Büszkék mi sem lehetünk: a 2012-ben közölt statisztika szerint Magyarországon a férfiak 32,3 %-a, a nők 23,5 %-a rabja e szenvedélynek. Még riasztóbb, hogy a 13–15 éves iskolások 25%-a dohányzik, és meglepő, hogy a fiúknak 21,5%-a, a lányoknak azonban 23,6%-a cigarettázik!

A fejlődő országokban az iszkémiás szívbetegség okozta szervi károsodással élők aránya 60%-kal, az agyi katasztrófa okozta szervi károsodással élők pedig 35%-kal emelkedett, és ebben a dohányzásnak alapvető szerepe van.

Az Egyesült Államokban a dohányzás csökkentésére irányuló program az élet minden területén szünet nélkül folyik és nem eredménytelenül: 1980 és 2012 között a dohányzó amerikaiak aránya 31%-ról 16%-ra csökkent.

A dohányzás világszerte a második halál- ok, évente több mint 5 millió ember halálát okozza. Európában már nem csak a munkahelyekről és éttermekből igyekeznek kitiltani, a FIFA közlése szerint Európa focikedvelő országai közül tizben már a stadionok területén

is tilos a dohányzás. Braziliában a Világkupa színhelyein a tilalmi listán a robbanószerek, fegyverek és mások károsítására alkalmas eszközök mellett szerepelt a dohányzás is.

Az orvosi szakirodalom külön foglalkozik Kína dohányzási gondjaival is, ugyanis jelenleg a világon minden harmadik dohányos kínai. Ha a kínaiak dohányzási szokása nem változik, akkor becslések szerint 2012 és 2050 között nikotinizmus következtében 50 milliónál több kínai fog meghalni. A *British Medical Journal* tanulmánya azt írja, hogy 2050-ig a dohányzás csökkentésével 13 milliónál több életet lehetne Kínában megmenteni.

## SIKERES FOGYÁS, JOBB ALVÁS

Az Endokrinológusok Nemzetközi Társasága és az Endokrin Társaság idei kongresszusának színhelye Chicago volt, ahol nagy érdeklődést keltett az University of Pennsylvania kutatóinak előadása. A *Nasreen Alfanis* vezette munkacsoport végezte azt a két évig tartó vizsgálatot, melynek neve angol betűszó: POWER-UP (Practice-based Opportunities for WEight Reduction at the University of Pennsylvania) volt. A tanulmányban 311 túlsúllyal küzdő nő és 79 elhízott férfi vett részt. A 390 vizsgálati alany véletlenszerűen három vizsgálati csoportba sorolták. Az egyik csoport negyedévenként találkozott kezelőorvosával és tanácsokat kapott az eredményes fogyáshoz. A második csoport tagjai a negyedévenkénti orvosi ellenőrzés mellett rendszeresen konzultáltak dietetikussal, míg a harmadik csoportba sorolt nők és férfiak mindezeket kívül gyógyszeres segítséget is igénybe vehettek.

Az eredményeket fél év, majd két év után értékelték. Hat hónap múltán az első csoport tagjainak súlycsökkenése átlagosan 2, a második csoporté 4, míg a harmadik csoport tagjai, a szükség esetén gyógyszerrel is támogatottak, csaknem 8 kilóval lettek könnyebbek.

Azok, akiknek eredeti súlya legalább 5%-ot meghaladó mértékben csökkent, átlagosan 22 perccel aludtak többet éjszakánként, mint azok, akik kisebb mértékben, vagy egyáltalán nem fogytak. A testsúlyvesztéssel párhuzamosan a kiegyensúlyoz-

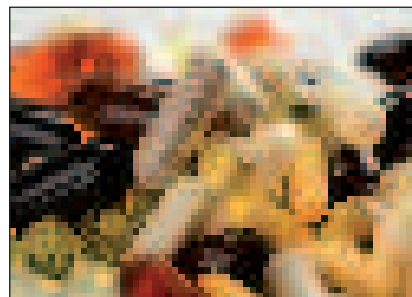
ottság és a hangulat is jelentősen javult mind a pszichológiai próbák, mind a személyes tapasztalatok tanúsága szerint.

A vizsgálat végén, két év elteltével a kedvező pszichés hatás még akkor is megmaradt, ha a testsúly ismét növekedett.

## MULTIVITAMINOK ÉS A RÁK

A sokféle vitamint tartalmazó készítmények gyártói azt állítják a médiában közzétett reklámjaikban, hogy a vitamint tartalmazó szerek, táplálék kiegészítők rendszeres fogyasztásával a legsúlyosabb körkpek: a szív- és érrendszeri betegségek vagy a rosszindulatú daganatok megelőzhetőek.

Az Egyesült Államokban a Betegség-megelőző Szolgálat Hivatala az egyik vezető orvosi szakfolyóirat, az *Annals of Internal Medicine* nemrégiben megjelent számában közzétette a multivitaminokra vonatkozó vizsgálatának eredményeit. A *Virginia Moyer* vezette munkacsoport multivitaminos étrend kiegészítők adásával foglalkozó négy



randomizált és megfelelően kontrollált vizsgálat eredményeit értékelte. Noha ezek a vizsgálatok sokféle vitamin számos különböző dózisanak hatásait ismertették, nem észleltek kedvező eredményt a szív- és érbetegségek okozta halálózásra vonatkozóan, sem egyéb, szedésüknek tulajdonítható kardiovaszkuláris előnyt. Egyetlen vizsgálat jelezte a szívinfarktus gyakoriságának a mérési határon mozgó csökkenését.

A kutatók értékelték további 24, vitaminokra, ásványi anyagokra vagy táplálék kiegészítőkre vonatkozó cikkek adatait is. A szív- és érbetegségekre, a rosszindulatú daganatokra és az összhaltalózásra vonatkozó védő hatást az alkalmazott szerekkel kapcsolatban nem figyeltek meg.

Forrás: *Weborvos*

# Az Ötpacsirta utcától a Gólya utcáig

A köztudatban az a nézet vált általánossá, hogy a korábbi évszázadokban önálló tudományterületként nem művelték a gyermekorvoslást, a beteg csecsemő, gyermek gyógyításának kérdései csupán a felnőtt-orvoslás keretén belül, néhány gondolati kitérő erejéig kaptak helyet. A nagymértékű csecsemőhalandóság problematikájával jobbra a szüléset-bábaügy területén foglalkoztak, illetve a pusztító járványok idején, a legkorábbi gyermekkórházak pedig inkább a lelencház, árvaház szerepét töltötték be. Mindez bizonyos értelemben igaz, de a történeti források, feljegyzések és tárgyi emlékek ennél lényegesen sokrétűbb, gazdagabb képet mutatnak.

A történelem, művelődéstörténet, vallástörténet legrégebbi emlékei közül számtalan példát lehet idézni a csecsemők, gyermekek védelmére hozott intézkedésekből, amelyek némiképp ellensúlyozták az „értéktelen emberélet” szellemében bekövetkező veszteségeket. A „nagy ókori mesterek” műveiben már számos gyermekorvoslással kapcsolatos részlet, fejezet olvasható, az első ismert gyermekorvosi írásmű szerzőjeként pedig a IX. században élt perzsa Rhazes nevét említik a források.

Kétségtelen tény, hogy az első gyermekkórház létesítését a csecsemőgyilkosságok és a „kitett” csecsemők számának ijesztő méretű emelkedése tette indokolttá. III. Ince pápa (1196–1216) létesítette 1198–1201 között a római *Ospedale di Santo Spirito*-t, amelyet Itália első gyermekkórházaként tartunk számon, bár inkább az árvaház feladatát töltötte be. Itália máig leghíresebb gyermekkórháza, a firenzei *Ospedale degli Innocenti* (épült az 1400-as évek során) a beteg gyermekek gyógyítása mellett szintén az elhagyott, kitett gyermekek befogadásában, gondozásában szerzett hírnevet. A reneszánsz idején talán kizárólag az olasz orvosok képviselték a beteg gyermekek gyógyítását: *Giovanni Filippo Ingrassia* (1510–1580) több munkájában foglalkozott a gyermekkori fertőző betegségekkel, tőle származik a bárányhimlő és a skarlát egyértelmű differenciáldiagnosztikai leírása. *Geronimo Mercuriale* (1530–1606) nevét és a *De morbis puerorum* c. Velencében, 1583-ban kinyomtatott összefoglaló gyermekgyógyászati könyvét kell még kiemelni, amely mintegy másfél évszázadon át az egyetlen kézikönyv volt e témakörben.

A felvilágosodás szellemisége a gyermeknevelés-gyermekorvoslás területén is sok változást eredményezett. *John Locke* (1632–1704), *Jean-Jacques Rousseau* (1712–1778) és *Johann Heinrich Pestalozzi* (1746–1827) nevelési elveinek hatására egyre több figyelem irányult a gyermekre, az egészségesre és a betegre egyaránt. Az egészséges életmódra oktató irodalom külön kitért a gyermekek helyes életviteli szabályaira, a betegségek megelőzésének fontosságára. Egyértelműen megdőlt az a nézet, hogy a gyermek csupán „kisméretű felnőtt”, elfogadottá vált, hogy diagnózis és terápia szempontjából is megkülönböztetett módszereket kell alkalmazni gyógyulásuk



érdekében. Az orvosok ekkor már komoly lépéseket tettek a gyermekgyógyászat területén, különösen a gyermekkorban fellépő fertőző betegségek kórisméje, diagnosztizálása, gyógyítása terén. Az 1700-as évek utolsó évtizedeiben számos gyermekgyógyászati munkát tettek közzé francia, olasz és német szerzőktől, amelyek hamarosan éreztették hatásukat a magyar orvoslásban is, mivel több alapvető művet magyar fordításban is kinyomtatottak, illetve a század utolsó harmadában megjelentek a magyar szerzők által írott, önálló kutatásokra alapozott gyermekorvosi könyvek is (gondolunk itt Wespriémi István és Csapó József könyveire).

A kórházalapítások vonatkozásában azonban hosszú megtorpanás következett, a XVI–XVII. században létesített intézmények

nyek javarészt még árvaházak, lelencotthonok voltak, és csak a XIX. században nyitották meg Európa-szerte a fogalom valódi értelmének megfelelő gyermekkórházakat. (Párizs, 1802. – Szentpétervár, 1834. – Bécs-Schottenfeld, 1837. – London, 1852. stb.)

A vázolt európai fejlődési folyamatba illeszkednek a magyar reformkor idején kibontakozó törekvések, sorra megvalósuló kezdeményezések. Még nem töltötte be a kórház feladatát *Entresz Ferenc* és *Gertinger J. Dániel* 1822-ben létrehozott járóbeteg-rendelése, amelyet a 9. életév alatti szegény sorsú beteg gyermekek vehettek igénybe, természetesen ingyen. Az 1830-as évek több intézménye *Schoepf-Merei Ágost* (1804–858) nevéhez, tevékenységéhez kötődik. 1836-ban nyitotta meg a *Pesti Orthopaed Privát-Intézet* kapuit a betegek előtt, amelynek neve nem utal a gyermekek gyógyítására, a valóság mégis az, hogy különféle testi deformitásban szenvedő gyermekek (zömmel angolkórosok) alkották az ápoltak körét, profilja felölelte a gyermekgyógyászat és az ortopédia szakterületét, a terápia lényeges elemeként bevonva a gyógytornát, úszást, vízben való mozgatást. A csekély ágysszámmal (összesen 11) működő, inkább a járó betegek kezelésére összpontosító intézmény a nagy pesti árvíz idején megsemmisült, azonban az egyre sürgetőbb igényt felismerve *Schoepf* 1839. augusztus 15-én 12 ágyval megnyitotta a főváros első gyermekkórházát az Ötpacsirta (ma Puskin) utcában. Az intézmény neve *Pesti Szegény-Gyermek Kórház* volt, céljával a valóban nincstelen gyermekek megfelelő színvonalú gyógyítását tűzte ki *Schoepf*, az anyagi hátteret a Pesti Szegény-Gyermekkórház Egylet és a szép számú főrangú mecénás támogatása biztosította. A kórház pontosan megfogalmazott elvek alapján működött, *Schoepf* szinte egyedülállóan precíz kimutatásokat vezetett, statisztikákat készített a beteganyagról. Tervezte a kórház fejlesztését is, egyelőre harminc ágyat tartott elengedhetetlenül fontosnak, ehhez azonban nagyobb épület vált szükségessé. Sikerült az Egylet választmányát megnyernie, így megvették az Ősz (ma Szentkirályi) utcai telket, és *Zitterbarth Mátyas* neves építész tervei alapján elkészült az új épület, amelyet 1845-ben adtak át rendeltetésének. (Az épület egészen 1883-ig adott ott-



(2014. február 21.)

## MÉZSZIPPANTÓK

A helybeliek mézszippantóknak hívják őket, azonban e név megtévesztő. India legújabb megavárosában, Bangalore-ban cirkálnak és a kizsivattyúzzák a szennyvizet. Ezek a teherautók ürítik ki a város milliós tartályát és pócegödrt, ahol a 10 millió lakos többsége könnyít magán. A legtöbb helyen a szippantókocsik folyóvizekbe és tavakba ürítik tartalmukat, tovább szennyezve a környezetet. Bangalore mézszívói azonban a városon kívüli farmokra viszik szállítmányukat, ahol zöldségféléket és banáncserjéket trágyáznak vele, a parasztok pedig elég jó pénzt fizetnek érte. Ez is bizonyíték arra, hogy az emberi ürülék nem ki-dobni való hulladék, hanem értékes anyag.

Nézzük a számokat. Egy felnőtt ember évi átlagban kb. 500 liter vizeletet és 50 kilogramm székletet „termel”. A víz és a szén mellett az évi kibocsátásunk kb. 10 kg nitrogén- foszfor- és káliumvegyületet tartalmaz – azt a három tápanyagot, amire a növényeknek a fejlődésükhöz a legnagyobb szükségük van. Ha ezt felszorzuk, azt az eredményt kapjuk, hogy az emberiség évente mintegy 70 millió tonna tápanyagot ürít. Ha mindezt a termőterületeken alkalmaznánk, kiválthatná annak a 176 millió tonna tápanyagnak a kb. 40 százalékát, amit a mezőgazdaságban az emberiség 2011-ben felhasznált. Az, hogy emberi salakanyagokat szórjunk szét a termőföldeken, nem túl bizalomgerjesztő, ám valójában meglepően biztonságos. Az emberi vizelet többnyire mentes a fertőző betegségekért felelős kórokozóktól, míg a talaj hozzájárul a székletben levő baktériumok kiszűréséhez. Megfelelő kezelés nyomán az emberi ürülékben levő szén és tápanyagok növelik a talaj termőképességét és jobb vízmegkötővé teszik. A haszon óriási is lehet. Az ürülék visszaforgatása a természetes környezetbe fokozza a termelékenységet és értékes trágyához juttatja azokat a szegény földműveseket, akik nem engedhetik meg maguknak a drága műtrágyát. Például a világ egyik legszegényebb országában, Nigerben egy átlagos család évente 100 kilogramm műtrágya tápanyagértékének megfelelő mennyiségű ürüléket termel. A vegyi anyagok kivál-tása már csak azért is fontos, mert például a foszfáttartalmú ásványok kimerülően vannak. Bár a nitrogén a levegőből elvileg korlátlanul rendelkezésre áll, ipari előállítás rendkívül energiaigényes folyamat.

hont a gyermekkorháznak.) Néhány gondokkal teli, küzdelmes év következett, az Egylet anyagi helyzete oly mértékben romlott, hogy a kórház megszüntetésének, illetve árvaházzá való átalakításának lehetősége is felmerült. Az 1848–49-es forradalom és szabadságharc eseményei azonban Schoepf életében olyan fordulatot hoztak, hogy az általa létrehozott intézmény vezetése, sorsának irányítása mások kezébe került.

Schoepf sokirányú érdeklődésének, sokoldalú orvosi tevékenységének csupán egyik területe volt a gyermekgyógyászat, a gyógyító tevékenységhez kapcsolódva, azt kiegészítve mégis létrehozta az új szakterület lehetséges egészét: több éves kitarató küzdelmet vívott a gyermekgyógyászat egyetemi tantárggyá való elismertetéséért, az esetleges katedráért, rövid életű folyóiratot adott ki a gyermekorvoslásra irányítva a figyelmet, és ő a szerzője az első magyar gyermekgyógyászati tankönyvnek is (1847).

A szabadságharc bukását követő évek eseményei a magyar orvoslás egészét negatív értelemben érintették. A legaktívabb életkorban lévő orvosok legtöbbször részt vállalt az eseményekben, ezért „enyhébb” büntetésként állásuktól megfosztatták, leparancsolták őket az egyetemi katedráról, többen hosszabb-rövidebb idejű börtönbüntetést kaptak, számos kiváló orvosunk az emigrációt választotta, mint Schoepf is. Az Ősz utcai Szegény Gyermekkorház a viszonylag szerencsésebb intézmények közé tartozott, mert bár néhány igen keserves esztendő következett, mégis megmenekült az összeomlástól, a megszüntetéstől. Ebben nem kis szerepe volt *Bock (Bókai) Jánosnak*, aki már a forradalmat megelőző időszakban is a kórházban dolgozott Schoepf segédorvosaként, és akire Schoepf – akkor úgy gondolta, hogy ideiglenesen – rábízta a kórházat a fegyveres harcokban való szerepvállalása miatt. *id. Bókai János* (1822–1884) 1852-től három évtizeden át vezette a kórházat, az európai színvonalú szaktudás a kórház irányításában és a gyógyítás sikerességében is megnyilvánult. Ezt koronázta meg az új, 148 ágygyal rendelkező új gyermekkorház felépítése és 1883. szeptember 17-i megnyitása a Gólya (ma Bókay) utcában, amely ekkor vette fel a Stefánia Szegény-Gyermekkorház nevet. Életműve fia, *iff. Bókay János* (1858–1937) munkásságában teljesült ki, aki a kórházban, és az egyetemi katedrán is követte apját. [Másik fia, Bókay Árpád (1856–1919) szintén orvos lett.] A magyar és az egyetemes orvostörténelem egyaránt megkülönböztetett figyelmet szentel nem csupán az orvos-dinasztiák, de az egy-egy kiemel-

kedő orvos-tudós munkatársi, tanítványi köréből kialakult ún. orvosi iskoláknak is. Idősebb Bókay János is az iskolateremtő egyéniségek közé tartozott, *Szontagh Félix*, *Kerpel-Fronius Ödön*, *Berend Miklós*, *Torday Ferenc*, *Preisich Kornél*, *Flesch Ármin*, *Bókay Zoltán* (az unoka), *Faludy Géza* – és még hosszan folytathatnánk a felsorolást – vallhatták magukat a Bókay-iskola tagjai voltak, de egyéni kutatásaikkal is a gyermekorvoslás kiválóságai közé tartoztak.

A következő korszakokat *Heim Pál* (1875–1929) és *Hainiss Elemér* (1890–1974) neve fémjelzi, akik az első és második világháború éveiben álltak helyt és szolgálták a beteg gyermekek gyógyításának ügyét, vezették az intézményt. A történelem sokszor ismétli önmagát, vagy legalábbis a módszerek hasonlósága miatt „déja vu” érzése van az események krónikásának. Schoepf-Merei és sok kollegája a Habsburg megtorlás áldozatává, sorsüldözöttjévé vált, de nem volt kíméletesebb a második világháborút követő „igazoló eljárások” kora sem, amely több gyermekgyógyász szakmai félreállítását eredményezte.

A jubileumi kötet egészen napjainkig követi a klinikai rangra emelt hajdani „szegény-gyermekek kórház” évtizedeit: a *Geges Kis Pál* (1900–1993), *Gerlóczy Ferenc* (1911–1990), *Miltényi Miklós* (1924–2014) a Bókay-iskola méltó követője, *Tulassay Tivadar* (egyben a kötet szerzője) irányítása alatt történeteket.

A közkeletűen Bókay-klinikának nevezett I. sz. Gyermekklinika ebben az évben ünnepelte alapításának 175. évfordulóját. Méltó ünnepi ajándék a Klinika mai munkatársainak, a gyermekgyógyász társadalom tagjainak, a történelmi érdeklődésű olvasónak *Tulassay Tivadar* könyve. Nem egyszerűen kórház történet, a magyar orvoslás és – kissé tágabb értelemben – a magyar történelem átfogó krónikája is, hiszen a tudománytörténet fontos eseményei mellett megismertet a szakterület kiválóságainak tudományos tevékenységével, az életüket, karrierjüket befolyásoló történelmi, politikai háttérrel is. Rendkívül szép nyomdai kiállítású könyv, gyönyörűek az illusztrációk, a felhasznált irodalom gazdag, további kutatásokra ösztönöz, és mindamellett igen élvezetes olvasmány. Összevetve az eredményeket: igazi ünnepi kiadvány Tulassay professzor könyve.

(*Tulassay Tivadar: Az Ötpacsirta utcától a Gólya utcáig. A Bókay-klinika 175 éve. Budapest, Semmelweis kiadó, 2014. 266 p. illusztrált.*)

KAPRONCZAY KATALIN



A közegészségügyi kampányoknak köszönhetően a Föld városi lakossága, azaz kb. 2 milliárd ember immár hozzáfér privát, vagy közösségi illemhelyekhez. A termék jó esetben valamilyen szennyvíztisztító telepre kerül, de nagyon sokszor egyenesen bele a talajba vagy a vizekbe. Ahol zárt tartályokba jut, ott rendszeresen szippantani kell. Elég kevés helyi hatóság vállalja fel ezt a feladatot, ezért magánvállalkozások töltik be ezt a szerepet. Mindez hatalmas üzletgá vált, ám kevésbé szabályozott és ellenőrzött. Indiában például a törvényi tiltás ellenére rengeteg lányt és asszonyt (elsősorban az alacsonyabb kasztokból) fizetnek azért, hogy 100 milliónál is több latrínát és tartályt kitararítsanak, amihez kesztyűn és lapáton kívül jószerevével semmi egyebet nem használnak. A tartalmukat a közeli csatornába vagy személtelakókba viszik. A fejlődő országok nagyvárosaiban a nyugati viláéhoz hasonló módon próbálják kezelni a szennyvizet, vagyis minden épületet rákötnék a csatornahálózatra. Az anyag többnyire távoli szennyvízkezelő telepekre kerül, ahol kivonják belőle a szilárd anyagot és más, veszélyes szennyezőket, majd a maradékot a folyókba engedik. A visszamaradó szilárd anyag viszont még mindig igen sok értékes tápanyagot tartalmaz, ám ez többnyire a hulladéklerakókban köt ki. Van azonban egy másik nagy gond is. A toalettek öblítése (a leggyakrabban iható minőségű vízzel!) rengeteg vizet igényel; egy átlagos város vízfogyasztásának több mint egyharmadát teszi ki. A nagyvárosok pedig éppen a földművelő parasztok kárára használják fel erre a vizet.

Mindezek következtében a megvárosoknak csak egy részében (a középvárosoknak pedig még sokkal kisebb részében) van a teljes települést átfogó szennyvízhálózat, de ahol van is, az anyagnak csak kb. a tizede jut el a szennyvíztisztító telepekre, a többi kezeletlenül megy a folyókba. Ezért is igen hasznos, habár néhol illegális az ürülék trágyaként való hasznosítása. Ezzel voltaképpen egy régi hagyományt támasztanak fel. Amikor még nem létezett káliumtartalmú műtrágya, az ürüléket a városok környéki farmokon trágyaként használták. A közegészségügy fejlődésével ez a gyakorlat a legtöbb helyen feledésbe merült, bár pl. Mexikóváros szennyvizét a XIX. század vége óta egy a várostól északra fekvő völgybe pumpálják kezeletlenül, viszont jelenleg mintegy 100 ezer hektár földet trágyáznak vele és kiváló termésátlagokat érnek el. Pakisztánban ily módon termelik meg a zöldségfélék negyedrésztét. És itt van ez említett India, ahol a városkörnyéki parasztok örömmel veszik át a mézszippantóktól az ürüléket – szezontól függően hol pénzt

kérnek érte, hol ők fizetnek, így nem kell távoli lerakókig menniük. Mindenki jó jár. A parasztok lényegesen növelhetik a terméshozamot, a szippantós kocsit vezetője pedig évente akár 50 ezer dollárt is megkereshet.



(2014. szeptember)

### KÉT ÚJABB ŪRSZONDA ÉRKEZIK A MARSHOZ

Szeptemberben két ūrszonda is a Marshoz érkezik. Egyikük, az amerikai MAVEN egy tudatosan és tervszerűen felépített kutatási sorozat legújabb állomása. A másiknak viszont az adja a jelentőségét, hogy egy újabb ország, India kapcsolódik be a vörös bolygó kutatásába. Mindkettő a 2013 őszi indítási ablakot kihasználva indult útnak.

Az indiai szonda tavaly november 5. óta van úton. A bolygóközi navigációban a NASA Sugárhajtás Laboratóriuma szakemberei a NASA mélyűri követőhálózatának rádiótávcsöveivel segítették az indiai űrkutatók munkáját. A Mangalyaan (hindi nyelven „Mars hajó”) nevű szonda szeptemberben elnyúlt ellipszis alakú pályára áll a Mars körül, távolsága a bolygótól a tervek szerint 350 km és 80 ezer km között változik. A szonda 15 kg tömegű hasznos terhe öt tudományos műszert tartalmaz, Lyman-alfa fotométert, metán-szenzort, kvadrupól tömegspektrométert, termikus infravörös képalkotó spektrométert és három színben dolgozó kamerát. A szonda fő feladata a Mars légkörének és felszínének átfogó vizsgálata, elsősorban a kémiai összetétel megállapítása. Kiemelt jelentőségű feladata a metán nyomainak keresése. A metán jelenléte vagy jelen nem léte a Mars légkörében hosszú ideje vita tárgya. Bár az amerikai Curiosity marsjáró a Gale-kráterben nem tudta kimutatni a gáz jelenlétét, az indiai kutatók szerint a Gale-kráter fenekén a légkör összetétele nem feltétlenül jellemző a Mars légkörének egészére. A Mangalyaan minden idők legolcsóbb Mars-szondája. A küldetés 73 millió dolláros költségvetéssel készült, ami alig több mint tizede a MAVEN 671 millió dolláros költségvetésének. Bár India elsősorban az űrtevékenység alkalmazási

területeire fekteti a hangsúlyt, időről időre tudományos műholdakat is pályára állítanak. Sőt, a Föld körüli térséget már korábban is elhagyták, a Chandrayaan-1 szonda 2008–2009-ben a Hold körül keringve végzett kutatást.

A MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution Mission, azaz a Mars légkörének és az illékony anyagoknak a történetét vizsgáló küldetés) nyolc tudományos műszert visz. Kamera nem lesz a műszerei között, talán azért, mert a korábbi szondák már részletesen feltérképezték a vörös bolygót. A MAVEN 4,5 órás keringési idejű pályára áll a Mars körül, távolsága a bolygó felszínétől 6000 km és 150 km között változik, de egyes időszakokban 125 km mélyre merül a légkörbe, méghozzá mindig a bolygó más-más területei fölött. Fontos tudományos feladata lesz annak eldöntése, hogyan szökött meg a Mars egykor sűrűbb légköre a világűrbe. Jelenleg a marsi légkör sűrűsége csak 1%-a a földinek. Az egyes elemek izotóparányát megmérve viszont következtetni lehet arra, hogy régebben a légkör sűrűbb volt. A kisebb tömegszámú izotópok könnyebben megszöknek a légkörből, ezért ha a légköri mintákban az izotóparány a nehezebb izotóp javára rendellenesen eltér a normálistól, akkor ebből arra lehet következtetni, hogy régebben a légkör sűrűbb volt. Eddig a hidrogén (deutérium), az argon, a szén, a nitrogén és az oxigén esetén végeztek ilyen méréseket. A deutérium/hidrogén arány például a Mars légkörében 5-szöröse a földinek, vagyis ilyen arányban dúsult fel a deutérium, azért, mert a könnyebb hidrogénizotópból több szökött meg. Ebből az arányból arra következtetnek, hogy a légköri hidrogén 60–75%-a szökhetett meg. A nitrogén 15-ös és 14-es izotópja esetén a nehezebb izotóp a földinél 1,7-szer nagyobb gyakorisággal van jelen, következésképpen a nitrogén mintegy 90%-a szökhetett meg. A MAVEN fontos feladata lesz ezeknek az izotóparányoknak a pontosítása, és így a marsi légkör történetének felderítése.

A két újonnan érkező ūrszonda számára egyébként az első kihívást az jelenti, hogy október 19-én a Siding Springs üstökös kozmikus értelemben hajszálnyira, mindössze 132 ezer kilométerre repül el a Marstól. Mivel a találkozás 56 km/s relatív sebességgel történik, az üstökös körüli porzemcsék némi kockázatot jelentenek az űreszközök számára. A rizikó csekély, de a már régebb óta a Mars körül keringő három szonda esetében a NASA tett bizonyos óvintézkedéseket. Pályájukat úgy módosították, hogy a porcsóvával történő találkozás legkritikusabb 20 percében a szondák a Mars áttelens oldalán tartózkodjanak. A találkozó előtt a szondákat

úgy fordítják, hogy legkevésbé érzékeny oldalukkal forduljanak a porszemcsék érkezési irányába. A felszínen dolgozó két marsjárónál ilyen védekezésre nincs lehetőség, ott bíznak abban, hogy az apró porszemek elégnék a Mars légkörében, a nagyobb szemcsék pedig nem találják el a roverekeket.

## Niederösterreich Perspektiven

(2014. 2. szám)

### MACSKA-EGÉR JÁTÉK

Már rég, még mielőtt a rómaiak behozták afrikai rokonát, Európa lomberdeiben már bolyongott a vadmacska. Miután egykor kíméletlenül vadászták, december óta Ausztria Niederösterreich tartományában több területen intenzíven keresik egy-egy élő példányát.

Az 1850-es évekig az európai vadmacska Ausztria keleti felében nagyon elterjedt volt. Mivel azonban zsákmányszerző magatartását akkoriban rosszul ítélték meg, ragadozóként kíméletlenül üldözték. A XIX. század 2. felében előfordult még a bécsi erdőben, a Gutensteini Alpokban és a Tümnitz hegyvidéken, valamint a Bécs és a Bécsből északra elhelyezkedő Klippenzone borvidék között. A századforduló körül ejtették el az utolsó példányokat, az utolsó elejtésről 1912-ben történt jelentés Lilienfeldtől délre. Az 1950-es évektől gyakorlatilag eltűnt az addig őshonos vadmacskaállomány, 1989 óta a félénk erdei állatot pedig kihaltnak nyilvánították.

A remény, hogy mégsem halt ki, akkor csillant fel, mikor Anton Maier, az Osztrák Természettudományi Múzeum munkatársa 1995-ben és 1997-ben arról tett jelentést, hogy példányokat látott Pulkautalban (Bécsből északnyugatra). 2003 decemberében Dieter Manhart természetfotós Bad Großpertholznál (ugyancsak Bécsből északnyugatra) felfedezett a szürkületben egy macskát, feltűnően vastag farokkal, amely a fára menekült. A fotósnak sikerült lefényképeznie. A szakma fellelgett: a cseh erdőkből érkezett bevándorlóról van szó? Vagy a vadmacska Ausztriában mégsem halt ki, csupán eltűnt?

A vadmacskát a cirmos házimacskától a nagy fej, a hússzínű orr, a fekete, nem összefüggő gyűrűs, tompább fekete fark, valamint a háton húzódo markáns vonal különbözteti meg. A bézs-szürke színű szőrzet elmosódottabb a házimacskáéhoz képest.

Mivel a vadmacska a száraz és meleg erdőket részesíti előnyben élőhelyeül, feltételezték, hogy a Thaya-völgy tölgyerdeiben megbújva élt. Időközben jelenléte bizonyított tény. A Thaya-völgyi Nemzeti Parkban (Bécsből északra, a cseh-osztrák határon) vadon élő vadmacskapár újra és újra elbűvöli a látogatókat, ahogy vilámgyorsan faágakra mászik, vagy eleséget szerez magának. Jelenlétük a nemzeti parkban oly mértékben a figyelem központjában van, hogy még az is felmerült, hogy a park címerében lévő fekete gólyát nem cserélik-e fel a vadmacskával.

A vadmacska házimacskától való megkülönböztetése valójában a szakembereknek is nehézséget okoz, így csak DNS-vizsgálattal dönthető el bizonyossággal, melyik fajról van szó. Ráadásul a két faj alkalomadtán párzik is egymással, s így „hibrideket” hoznak világra. A természetben a vadmacskák magányosan élnek, de területüket foggal-körömmel védik fajtársaiktól.

DNS-vizsgálatukhoz mintára van szükségük. Vizsgálati anyag szerzése céljából különböző szagokkal csábítják a közelbe a vadmacskákat, különösen a macskagyökér bizonyult jó csalínak. Általában érdes faoszlopokat kennek be macskagyökérral, amit a vadmacskák akár kilométeres távolságból is megéreznek, hozzádörgölöznek, az érdes oszlopra pedig rátapad a szőr, amellyel aztán elvégezhető a DNS-vizsgálat.

Annak az esélye, hogy vadmacskát láthassunk a szabadban, sajnos elég csekély. Egyrészt, mert a félénk állat többnyire éjszaka kóborog, másrészt, mert csak a természetközeli lomb és egyes erdőkben érzi jól magát, ahol elegendő táplálékot talál. Leggyakoribb zsákmánya a mezei pocok, ritkábban mókus, csúszómászók, madarak, vagy egyéb kisállatok. A havas területeket kerüli, mivel ott télen igencsak nehéz az egérvadászat, valamint ritkák a nagykiterjedésű, zavartalan erdőterületek.

A szakemberek hangsúlyozzák, hogy a vadmacska visszatérését nagymértékben segíti a vadászatához való hozzáállás pozitív irányba való változása, egyáltalán a vadászat modern értelmezése, és a vadmacska iránti fokozódó általános érdeklődés, az erdőtulajdonosok, vadászok segítőkészsége, akik azonnal jelentik, ha egy példányt látnak.

A természetvédők közben már a következő lépésen gondolkoznak: mivel még mindig nem ismerik a vadmacska pontos előfordulási helyeit, széleskörű állományfelvételre van szükség. Még az idei évben tervezik a megfelelő intézményekkel a kapcsolatfelvételt a szükséges információk megszerzéséhez.

### E számunk szerzői

DR. ABONYI IVÁN, a fizikai tudomány doktora, Budapest; BAKÓ GÁBOR környezetmérnök, távérzékelési szakember, Interspect Csoport; DR. BENCZE GYULA, a fizikai tudomány doktora, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest; DR. BOTH ELŐD csillagász, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója, Budapest; HALMOS LÁSZLÓ doktorandusz hallgató, Szegedi Egyetem; DR. KAPRONCZAY KATALIN PhD, Semmelweis Orvostörténeti Könyvtár és Levéltár, Budapest; DR. KESZTHELYI LAJOS fizikus, akadémikus, Budapest; LADÁNYI LÁSZLÓ geográfus, Budapest; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; DR. MERKL OTTÓ főmuzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest; NAGY RÓBERT PhD, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vásárhelyi Pál Doktori Iskola, Budapest; DR. SCHILLER RÓBERT, a kémiai tudomány doktora, Budapest; REZSABEK NÁNDOR csillagásztörténeti szakíró, az Albireo Amatőrcsillagász Klub elnöke, Budapest; DR. TELBISZ TAMÁS PhD, geográfus, egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Természetföldrajzi Tanszék, Budapest; DR. TÖMPE PÉTER PhD vegyész-mérnök, a Budapesti Műszaki Egyetem Szerves Kémia és Technológia Tanszéke címzetes egyetemi docense, Budapest; DR. VAS ZOLTÁN segédmuzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest; DR. VENETIANER PÁL, akadémikus, Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Genetikai Intézet, Szeged.

### Novemberi számunk tartalmából

*Mécs Anna:* Magyar előadók a matematikusok világkongresszusán  
*Scheuring István:* A homoszexualitás evolúció-genetikai hátteréről  
A 90 éves *Gábor Zoltán* köszöntése (*Néda Zoltán–Toroczkai Zoltán–Gajzágó Mária–Ágoston Hugó*)  
Beszélgetés *Timár Gábor* geofizikussal (*Németh Géza* interjúja)  
*Both Előd:* A Rosetta első eredményei  
*Mészáros István:* Rejtőzködő gének  
*Bencze Gyula:* Egyetemek, rangsorok  
*Harangi Szabolcs:* Vulkan-hírek

# Magyar fiatalok a diákolimpiákon

Mellékletünkben a nemzetközi fizikai, informatikai, földrajzi és matematikai diákolimpiákon elért magyar eredményekről számolunk be.

## Fizikaverseny egy furcsa városban Négy magyar érem az asztanai fizika diákolimpián

A kazah fővárosban, Asztanában megrendezett versenyen a magyar csapat két ezüst- és két bronzéremmel, valamint egy dicsérrel huszonhatodik helyen végzett az országok közti nem hivatalos pontversenyben.

Szlovénia váratlan viszszalépése után a 45. Nemzetközi Fizikai Diákolimpia megszervezését alig másfél évvel a verseny előtt Kazahsztán vállalta el. Így fordulhatott elő, hogy a 2014. július 13. és 22. között megrendezett verseny egy olyan városban zajlott, amely húsz éve, amikor erre az olimpiára pályázni kellett, még nem is létezett. Asztana a világ egyik legfiatalabb fővárosa: tizenhat éve alapították meg, és a neve is kazahul fővárost jelent. (A korábbi főváros Almati, oroszul Alma Ata volt.) A város egy hatalmas és kiemelt síkság közepén fekszik, mindentől távol, egy jelentéktelen kisváros helyén, szinte a semmiből épült. A hatalmas olaj- és uránbányák köszönhetően az ország teljhatalmú ura nemcsak megáldott, hanem fel is épített egy hétszázézeres várost, amelyben a Versailles-i kastély monumentalitása és szimmetriája keveredik az extravagáns modern építészettel. A város fő tengelyének középpontjában a *Bayterek* áll: a türk eredetű szimbólizáló, egy nyárfa ágai között fekvő aranytojást ábrázoló 105 méter magas torony Asztana és a kazah megújulás jelképe. A tengely egyik végén az elnöki palota hatalmas tömbje, amelyet egy mesterségesen felduzzasztott folyó (hogy lehessen szép hidakat is építeni!) mesterséges kanyarja óv három oldalról is. A másik végén egy kazah sapka alakú, hatalmas (tíz futballstadionnál is nagyobb alapterületű) bevásárló- és szórakoztatóközpont magasodik, a *Khan Shatyr*, melynek felső szintjén homokos (mini)tengerpart is található, pálmákkal, strandröplabda-pályával.



A csapat. Balról jobbra *Holczer András, Hóbor Sándor (megfigyelő), Öreg Botond, Vankó Péter (csapatvezető), Juhász Péter, Tasnádi Tamás (csapatvezető), Takáts János, Horicsányi Attila*

Köztük hatalmas épületek: acél-üveg paloták, különös alakú modern épületek, a Lomonoszov Egyetem (ki tudja, hányadik) másolata, egy hatalmas, régit formázó, de vadonatúj operaház, gondozott, de néptelen parkok. Az egész városban – legalábbis ebben a modern részben, ahol egy héten keresztül voltunk – alig látni embereket.

Hosszú bécsi átszállás és éjszakai repülőút után a megnyitó előtt néhány órával érkezünk meg a városba. A diákok a – természetesen szintén vadonatúj – Nazarbajev Egyetem kampuszán voltak elszállásolva (a versenyt is az egyetem hatalmas fedett udvarán rendezték), a tanárok és a szervezők pedig a belváros egyik szállodájában laktak (a szomszédos, elegánsabb szállodában zajlott a feladatok megbeszélése és fordítása is). A megnyitónépszerűség a *Béke és Megbékélés Palotájában* volt, egy hatalmas, piramis alakú épületben. (Az épület acélszerkezete speciális megoldásoknak köszönhetően bírja ki a télen

gyakori  $-40^{\circ}\text{C}$  és a nyáron előforduló  $+40^{\circ}\text{C}$  közötti hőingadozást.) A megnyitó után megnéztük a szomszédos *Függetlenség Palotáját*, egy hatalmas – és szinte üres – múzeum-épületet. (Pár nappal korábban nyílt meg mellette a még hatalmasabb *Kazah Nemzeti Múzeum*, de ebben csak a diákok jártak. A közelben található még több kulturális és szórakoztató intézmény. Asztanában már kész a múzeumi negyed.)

Ezután a csapatvezetők megismerkedhettek az olimpia legfontosabb részével: a feladatokkal. Ebben az évben *Tasnádi Tamás*, BME Matematikai Intézet és *Vankó Péter*,

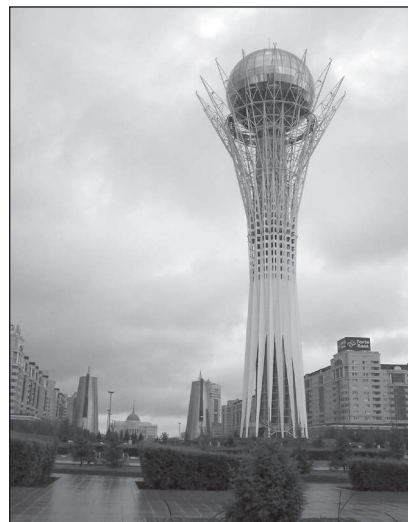
BME Fizikai Intézet volt a csapat két vezetője, *Hóbor Sándor*, az egrí Dobó István Gimnázium tanára pedig megfigyelőként segítette a munkánkat. Első nap az elméleti feladatok megvitatása és fordítása várt ránk. Kazahsztán aránylag jól szerepelt a korábbi olimpiákon is, ők is folytatják a Kvant folyóirattal és rangos tanulmányi versenyekkel fémjelzett szovjet hagyományt, így színvonalas feladatokra számítottunk. Ehhez képest a feladatok, bár nehezek voltak, nem voltak *szépek*: nehézségüket inkább a terjedelem és a hosszadalmas matematikai átalakítások adták, nem a fizikus ötletesség igénye. (Mentségükre szolgál, hogy valóban kevés idejük volt a felkészülésre.) A feladatokban egyáltalán nem volt modern fizika. Az első, három kis részből álló feladatban egy elgördülő csőben csúszó kis test mozgását, egy szappanbuborék és egy elektromos rezgőkör viselkedését kellett leírni. A második feladatban lényegében az egyetemi tanköny-



**Kilátás a Bayterekből. Aránylag sok autó, gyalogos szinte sehol**

pont), *Öreg Botond* (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, 11. osztály, felkészítő tanárai: Horváth Gábor, Szokolai Tibor) ezüstérem (18,6 pont), *Takátsy János* (Városmajori Gimnázium, Budapest, 12. osztály, felkészítő tanára: Ábrám László) bronzérem (17,5 pont), *Juhász Péter* (Piarista Gimnázium, Budapest, 12. osztály, felkészítő tanárai: Urbán János, Szokolai Tibor, Horváth Gábor) bronzérem (16,65 pont), *Horicsányi Attila* (Dobó István Gimnázium, Eger, 12. osztály, felkészítő tanára: Hóbor Sándor) dicséret (11 pont). Az eredmény értékelésére még visszatérek.

A versenynapok és a javítási, egyeztetési munkák között különböző programok voltak. Más évektől eltérően a tanárokat nem vitték sehova a városon kívül (a diákok is csak egyszer utaztak a városon kívülre, a 200 km-re lévő Burabay üdülő-



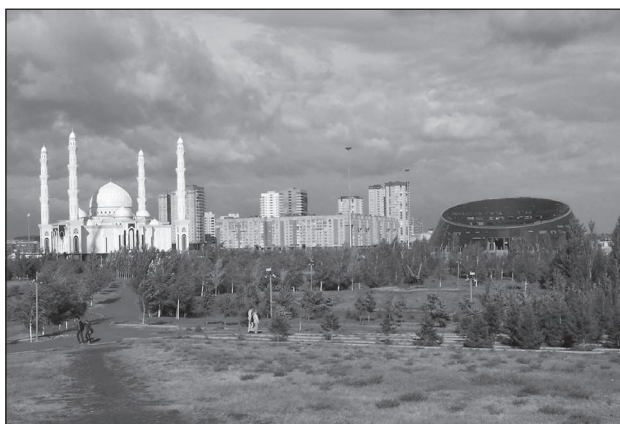
**A Bayterek. Az aranyozás családja: a gömbből ki lehet látni**

vekből ismert módon le kellett vezetni a Van der Waals-gáz állapotegyenletét és tulajdonságait. A harmadik feladatban egy gázkiszűrést leíró modellel kellett számításokat végezni. (A feladatok teljes szövege és megoldása a KöMaL októberi és novemberi számában jelenik meg <http://www.komal.hu/>)

Két nappal később a kísérleti feladat még nagyobb csalódás volt. A feladat címe és témája (*Látni a láthatatlant*, optikai kettőtörő anyagok vizsgálata) nagyon szép és izgalmas volt, de a feladat kidolgozatlan, és – ahogy utóbb kiderült – a versenyzőknek gyakran érthetetlen és nehezen elvégezhető volt. Sajnos a kísérleti feladatokon a verseny előtti napon már alig lehet változtatni (legfeljebb a szövegezésen finomítani, vagy egy-egy részt kihagyni), hiszen az eszközök már több száz példányban elkészültek.

Az eredmények ennek megfelelően alakultak, a pontszámok nagyon alacsonyok lettek. Az abszolút első kínai versenyző is alig több mint 40 pontot szerzett a maximális 50-ből. (Igen, *Szabó Attila* nélkül, két év szünet után, újra kínai diák lett az abszolút első!) Az egyes érmekhez szükséges minimális pontszámok is meglehetősen alacsonyok lettek: már 27 ponttal aranyérmes, 18,4 ponttal ezüstérmes, 12,25 ponttal bronzérmes lehetett kapni.

A magyar csapat és eredményei: *Holczer András* (Janus Pannonius Gimnázium, Pécs, 11. osztály, felkészítő tanárai: Dombi Anna, Kotek László) ezüstérem (19,95



**Vadonatúj (és valószínűleg üres) dzsámi, lakóparkok, koncertterem. A sétálók itt is csak az olimpia résztvevői**



**Kilátás a Bayterekből az elnöki palota irányába. Az elnöki palota mögött a piramis a Béke és Megbékélés Palotája (A szerző felvételei)**

helyre), néhány kilométer sugarú körben sétáltunk, buszoztunk, hajóztunk (és – saját szervezésben – egyszer futottunk is). Természeti látványosságok iránt érdeklődő

emberként emiatt először kicsit csalódott voltam, de végül beláttam, a város gyakran szürreális élménye sokkal érdekesebb volt, mint a környék egyhangú síksága.

Az egyik ilyen szürreális élmény volt a már említett Khan Shatyr plázában a *Sky Beach*, egy hatalmas strand az üzletközpont legfelső emeletén. A hatalmas, ferdén álló kúp alakú, átetsző kupolán keresztül besüt a nap, a medence partját a Maldív-szigetektől hozott homok fedi, pálmafák nőnek, a röplabdázás, szaunázás, fürdés után nyugyagokban fekvé lehet fagyizni vagy narancslevet iszogatni.

Közvetlen alatta egy vidámpark dínókkal, csónakcsúszdával, az üzletközpont felett kanyargó kisvasúttal. Ilyet még nem láttam.

A másik, másképp szürreális élmény a *Kazah Köztársaság Első Elnökének Múzeuma* volt. Ezt a múzeumot, ahogy az olimpia programfüzetében is olvashattuk, a Kazah Köztársaság első, és mindmáig egyetlen, ma is hatalmon lévő elnöke (egyben a Szovjetunió felbomlása előtti utolsó kazah első titkár) alapította 2004-ben egy elnöki rendelettel, hogy „bemutassa az első elnök szerepét a köztársaság függetlenné válásában”. A múzeumban egy fiatal, angolul kiválóan beszélő hölgy vezetett végig minket, bemutatva az elnök gyerekkorának tárgyi emlékeit, az elnök nemzetközi kitüntetéseit, az elnököt a világ különböző vezetőivel együtt ábrázoló képeket, az ajándékba kapott fegyvereket. Mindezt a legnagyobb komolysággal. Ilyet se láttam még.

A „kulturprogram” is érdekes volt: a város peremén, még építkezési területekkel körülveve létrehozott kerthelység mellett egy jurta állt (ahol kumisszal és szárított hússal kínálták a vendégeket), rövid ideig népviseletbe öltözött zenészek kazah népzeneét játszottak. Ezután elkezdődött a vacsora, ahol remek orosz ételek és italok voltak, hozzá pedig – szinte elviselhetetlen hangerővel – nyugati popzene és esztadműsor volt.

A díjkiosztóra ismét a *Béke és Megbékélés Palotájában* került sor, az azt követő záróünnepségre (ami most a



A város fő tengelye a Khan Shatyr üzletközpont felől

szokásostól eltérően külön volt a diákoknak és a tanároknak) pedig a fordításnak is helyet adó elegáns szállodában. Itt – az egész heti ellátással szemben – ismét nagyon finom vacsorát kaptunk, így a kora hajnali indulás miatt alvásra most sem jutott idő. Egy elkésett csatlakozás miatt újabb nyolcórás bécsi várakozással érkezünk haza.



„Grand Alatau”-toronyok: luxus lakóházak a felduzzasztott Ishim folyó partján. Az előttük lévő partszakasz szinte az egyetlen, ahol sétálókat láttunk

Mielőtt befejezném, ahogy ígértem, visszatérek a szereplésünk értékelésére. Először az előzményekről. A felkészítés szokás szerint a budapesti, miskolci, pécsi és szegedi olimpiai szakkö-

rökön kezdődött, ahol a csapat kísérein kívül Hilbert Margit, Kotek László, Vigh Máté és Zámorszky Ferenc foglalkozott a diákokkal. A szakkörökön és az országos versenyeken legjobb 15(!) tanuló közül az ELTE-n és a BME-n megrendezett Kunfalvi Rezső Emlékversenyen választottuk ki az öt-

fős csapatot, akikkel egy budapesti háromnapos felkészítésen

készültünk tovább az olimpiára. Ezután a csapat és három fiatalabb reménység részt vett az idén Pécsen megrendezett, immár hagyományos Román-magyar Előolimpián.

A budapesti szakkörön aránylag sokan vettek részt, ugyanakkor egyre kevesebben készülnek a foglalkozásokra. (A szakkörön a feladatokat egy héttel előre kiosztjuk. Tanulni elsősorban abból lehet, ha valaki legalább megpróbálja otthon megoldani a feladatokat. Ha valaki csak meghallgatja a megoldást, az sokkal kevesebbet ér.) A válogatóversenyre évről évre kevesebb megfelelő előképzettségű diákot tudunk meghívni, és

az olimpia tananyagához igazított válogatóverseny feladatai a többségnek így is túl nehezek.

A válogatóverseny egyik érdekessége, hogy a verseny győztese és egyik előkelő helyezettje nemcsak fizikából, hanem matematikából is kimagaslóan tehetséges, így tagja lett a Nemzetközi Matematikai Diákolimpiára utazó magyar csapatnak. Mivel a két olimpia időben átfedte egymást, és ők a tematikát választották, le kellett mondanunk két jó

versenyzőről. Ez a jelenség is azt mutatja, hogy diákok eredményei – sok más hazai mutatóhoz hasonlóan – nagyon erősen polarizálódnak: néhányan (nagyon kevesen) kimagaslóan jók, akár több tárgyból



Asztana talán legérdekesebb hídja (2007-ben épült)

is olimpiai szintű tudással rendelkeznek, míg a döntő többség elkeserítően lemarad.

Szintén szomorú tapasztalat, hogy a magyar fizika OKTV tananyaga és színvonalja messze elmaradt a nemzetközi olimpián elvárt tananyagtól és színvonalától.



Shabyt Művészeti Palota (koncertterem)

Amikor azt javasoltuk, hogy az OKTV tananyaga igazodjék az olimpia tananyagához, akkor erre az volt a válasz, hogy ez teljesíthetetlen elvárásokkal állítaná szembe a középiskolai tanárokat. Így viszont marad az a helyzet, hogy valaki hiába nyeri meg az OKTV valamelyik kategóriáját, az iskolában tanult tudása alapján – ha nem járt valamelyik olimpiai felkészítő szakkörre – általában nincs esélye bekerülni az olimpiai csapatba. (Az olimpiai csapatot, értelemszerűen, az olimpia szabályai és elvárásai alapján válogatjuk, hiszen célunk a minél sikeresebb olimpiai szereplés.) Kicsit olyan helyzet ez, mintha a magyar atlétika versenyeken a maratoni táv rövidebb lenne, hogy ne keseredjenek el a magyar versenyzők és edzők.

Azok a tendenciák, amelyekről két éve is írtam (Az a jó, ha nehéz? Magyar győzelem az észtországi fizika diákolimpián *Természet Világa* 143, melléklet ppCXLV-CXLVII, <http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2012/tv1210/diak.pdf>) folyta-

	ország	pont	arany	ezüst	bronz
1.	Kína	192,15	5		
2.	Tajvan	163,25	5		
3.	Dél-Korea	154,85	5		
4.	Vietnam	147,30	3	2	
5.	Oroszország	142,80	3	2	
6.	Szingapúr	142,00	3	2	
7.	Thaiföld	137,60	4	1	
8.	Kazahsztán	136,40	3	2	
9.	USA	128,40	3	2	
10.	India	123,85	2	3	
11.	Románia	116,90	2	2	1
12.	Irán	114,90		5	
13.	Izrael	114,80	1	4	
14.	Japán	106,50		4	1
15.	Hongkong	106,30		4	1
16.	Ukrajna	104,20		5	
17.	Törökország	103,70		3	2
18.	Belarusz	96,15		4	
19.	Makaó	94,95	2	2	
20.	Litvánia	94,85		4	1
21.	Lengyelország	93,15	1	2	1
22.	Örményország	88,15		3	2
23.	Bulgária	87,20		2	3
24.	Sri Lanka	87,10		1	4
25.	Ausztrália	83,70		2	2
26.	Magyarország	83,65		2	2
27.	Szerbia	83,40		1	3
28.	Indonézia	82,60	1		2
29.	Szlovákia	82,10		2	3
30.	Ausztria	81,65	1		2

tódnak: egyre kevesebb iskolából, egyre kevesebb olyan diák van, akik sikerrel szerepelhetnek az olimpián.

Az idei 26. hely az országok közötti nem hivatalos pontversenyben még mindig kicsit jobb, mint ami az ország nagyságából, fejlettségéből következik (és még mindig sokkal jobb, mint ami az oktatásra fordított pénz alapján várható lenne). De mi még hozzá vagyunk szokva a korábbi évek általában sokkal jobb, és néha – mint az elmúlt két évben – kimagaslóan jó eredményeihez. Azonban ezek az eredmények sem az iskolarendszer egészének eredményei voltak, hanem *néhány* olyan iskoláé, ahol még élnek a százéves versenyhagyományok, ahol van még néhány olyan tanár, akik képesek a legmagasabb szinten tanítani, és van néhány olyan diák, akik szülői példa alapján, tanáraik biztatására, vagy belső indíttatásuknak, tehetségüknek, szorgalmuknak köszönhetően nemzetközi szinten is kimagasló eredményre képesek.

Egyelőre semmi remény nincs arra, hogy ez a tendencia megváltozik. Nagy csodákra nem számíthatunk. De kis csodákra, egy-egy kimagasló eredményre, reményeim szerint, igen. Aki ezeknek részese szeretne lenni, szeretne eljutni a 2015-ben Mumbaiban, Indiában megrendezett 46. Nemzetközi Fizikai Diákolimpiára, és ott szeretne sikeresen szerepelni, az vegyen részt valamelyik (vidéki vagy budapesti) elméleti szakkör és a budapesti mérési szakkör munkájában! Információ a <http://ipho.elte.hu/> honlapon és a KöMaL szeptemberi számában.

VANKÓ PÉTER

*Érem- és ponttáblázat a 2014. évi 45. Nemzetközi Fizikai Diákolimpián (a legjobb 30 ország)*

## Beszámoló a 2014. évi Nemzetközi Informatikai Diákolimpiáról

**Helyszín: Tajpej, Tajvan, 2014. július 13-20.**

### Eredményeink

A versenyen 82 ország 311 versenyzője vett részt.

105. Somogyvári Kristóf (bronzérem)  
Ságvári Endre Gimnázium, Szeged

174. Erdős Márton, Batthyány Lajos  
Gimnázium, Nagykanizsa

185. Székely Szilveszter, Neumann  
János Középiskola, Eger

203. Weisz Ambrus, Fazekas Mihály  
Gimnázium, Budapest

A három, most érmet nem szerzett versenyzőnk fiatal, még jöhet diákolimpiára, azaz javíthatnak eddigi eredményükön. Érdekesség, hogy Székely Szilveszter tavaly, Weisz Ambrus pedig idén szerzett érmet a CEOI-n.

### Szakmai értékelés

A verseny mind szakmailag, mind szervezésileg jól megrendezett olimpiának tekinthető. Eredményünk a sokévi átlagnak megfelelő, de határozottan gyengébb, mint ahogyan a 90-es években teljesítettünk.

Kiemelkedően szerepelt Kína, az USA, Ausztrália, Tajvan, Oroszország, Irán, Korea, Japán. Jól látható, hogy



Oroszország kivételével Európa eltűnt az élvonalból. Mögöttük is sok távolkeleti, illetve volt szovjet utódállam következnek.

Mögöttük is határozottan jellemző a kelet-ázsiai országok előretörése (előttünk végzett Vietnam, Tajvan, Irán, Indonézia, Szingapúr, Hongkong, Thaiföld).

Az olimpiával párhuzamosan megrendezett konferencián sok érdekesség kiderült más országok felkészítési gyakorlatáról. Indonézia például (akik idén előztek meg minket először) 14 hetes felkészítést tart a legjobb 40–50 diáknak, akiket a nagy létszámú országos versenyükről választanak ki (relatív nagy, ha mi is ekkora arányt szeretnénk, akkor négyszer ennyi induló kellene az OKTV-n). Oroszország csapatvezetői arról beszéltek, hogy a sikeres szerepléshez 4–5 év intenzív munka szükséges. Ez pedig nem megy nagyon erős iskolai (már általános iskolában is) informatika, azon belül is programozás oktatás nélkül.

Határozott összefüggés figyelhető ugyanis meg az olimpiai eredményességünk, illetve a programozás versenyen indulók száma között. Míg a mostani, sikertelen években kb. 700 OKTV indulónk volt, addig a sok aranyérmet hozó olimpiai években 2500 körül. A nagy indulólétszám arra utalt, hogy akkor az iskolákban az informatika tanárok kiemelten foglalkoztak a tehetségekkel, megadták nekik a szükséges alapokat és elindították őket a versenyeken. Erre építve 2 éves olimpiai felkészítővel volt esélyünk aranyérem szerzésre.

Sok sikeresebben szereplő ország példája azt mutatja, hogy az eredményes szerepléshez korszerű tehetséggondozó rendszerre van szükség. Ennek alapja ma is létezik, a Nemes Tihamér OITV és az Informatika OKTV. Erre épül a néhány éve indított Neumann János Tehetséggondozó Program, amely regionális szinten terveink szerint idén is 400, országos szinten pedig 60 tehetséges diák felkészítéséről szól, havi 1-1 foglalkozással. Ehhez a programhoz az NJSZT előállította a tananyagot, amelyet ingyen ad segédkönyv formájában a résztvevő tanulóknak. Alapvető problémának tartjuk azonban, hogy a regionális és a helyi szinten sem megoldott az ilyen tehetséggondozó szakkörök indítása.

A 20–25 fős diákolimpiai válogatóversenyt is egy felkészítéshez kapcsoljuk, amelyet a tavalyihoz hasonlóan 6 versenyzőt

választunk ki. A verseny után következik az olimpikonok felkészítése, minden felkészítés után újabb versenyyel, ahol kiválasztjuk a végleges, 4 fős olimpiai csapatot. Ezután a csapat tagjainak intenzív felkészülést tartotunk az ELTE-n.

A felkészítéseken részt vett a CEOI csapat tartalék versenyzője, akit a felkészítésen mutatott teljesítménye alapján az NJSZT támogatásával a CEOI és az IOI csapat 5 versenyzőjével együtt elvittünk – az idén először megrendezett – visegrádi országok közös felkészítő táborába (Visegrad Programming Camp – Dénesfalva, Szlovákia, június 28–július 6).

### A következő olimpiák

22. Közép-Európai Informatikai Diákolimpia, Brno, Csehország, 2015. június

27. Nemzetközi Informatikai Diákolimpia, Almati, Kazahsztán, 2015. július 19–26.

2014. július 21.

HORVÁTH GYULA  
csapatvezető

ZSAKÓ LÁSZLÓ  
csapatvezető helyettes

*A Neumann János  
Számítógép-tudományi Társaság  
(NJSZT) honlapja alapján*

## Beszámoló a XI. IGU Nemzetközi Földrajzi Olimpiáról

2014-ben tizenegyedik alkalommal került megrendezésre az iGEO – Nemzetközi Földrajzi Olimpia, ezúttal a lengyelországi Krakó városában, augusztus 12–18. között. Magyarország 2001 óta, immár hatodik alkalommal delegált csapatot az olimpiára, ahol diákjaink rendre kiemelkedő eredményekkel szerepelnek. A négyfős magyar csapatot a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézete, a Magyar Földrajzi Társaság, a Modern Geográfus Alapítvány és a Földrajztanárok Egyletének szervezésében megrendezett V. Országos, angol nyelvű, földrajzi tanulmányi versenyen (<http://hungeocontest.org>) döntőbe jutottak közül választottuk ki.

Az IGU XI. Nemzetközi Földrajzi Olimpiáján 2014-ben minden eddiginél több nemzet képviselői mérték össze tudásukat: 36 ország, köztük Új-Zéland, Japán, Indonézia, Nigéria, Mexikó, USA, Szerbia, Horvátország és még sokan mások, összesen 144 diákot delegálva a versenyre.



**Az első forduló, az írásbeli teszt**

Az idei magyar csapat tagjai voltak: Dürr Miklós (ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium; felkészítő tanára Kaplár F. Krisztina és dr. Csiszár Gábor)

Mojzes Kinga (Nyugat-magyarországi Egyetem Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium; felkészítő tanára Papp Tibor)

Szuda Ágnes (Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged; felkészítő tanára Drevenka István, Szöllősy László)

Rapcsák Ádám (Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen; felkészítő tanára Kapusi János)

Makkai Bernadett doktorandusz (PTE TTK Földrajzi Intézet), kísérotanár

Dr. Trócsányi András tanszékvezető egyetemi docens (PTE TTK Földrajzi Intézet)

csapatkapitány, IGEO International Board Member, valamint a felkészítés szakmai vezetője

Az évről évre egyre nehezedő feladatokat a diákok idén is megfelelő kitartással és kreativitással teljesítették, amelyet előzetes elvárásainknak megfelelő eredményeik is tükröznek. Dürr Miklós ezüst, Mojzes Kinga és Szuda Ágnes bronz-



**A poszter-prezentáció után a megfáradt, de boldog csapat**

bronz minősítést szerzett, Rapcsák Ádám dicséretben részesült. Diákjaink kvalitásait jelzi, hogy Szuda Ágnes Cambridgeben, Dürr Miklós Durhamben kezdi meg ösztől egyetemi földrajzi tanulmányait. Teljesítményük csapatversenyben országos összehasonlításban a 14. helyet jelentette Magyarország számára – megelőzve többek között az Egyesült Királyságot, Japánt, és Hollandiát is – ami

a 36 országból egy igen erős középmezőnynek feleltethető meg. Az élvezőny alkalulása azonban meglehetősen jól tükrözi az elmúlt években stabilan kirajzolódni látszó erőviszonyokat. Az idén kiosztott tizenkét aranyérem közül kettőt-kettőt hozott el Szingapúr, Ausztrália, Horvátország, Tajvan és Románia is, mondhatni tehát, hogy az élen végző nemzetek egészen homogén csoportot alkottak, bekerülni ebbe az elitbe egyre nehezebbnek bizonyul. Ami igazán meglepő volt, hogy a pontok alapján számított legjobb eredményt egy egyesült államokbeli diák érte el, hiszen az USA idén még csak másodszor vett részt a megmérettetésen. Szintén egy aranyéremmel térhetett haza Litvánia. Az országos összesített eredményeket tekintve első helyen végzett Szingapúr, őket követte Ausztrália, valamint sorban keleti és déli szomszédjaink, Románia és Horvátország.

A földrajzi olimpia feladatait három fordulóban teljesítették a diákok. Az első egységben tesztfeladatot oldottak meg, melyben feleletválasztásos, ábra- és képelemzési, valamint esszé jellegű kérdések szerepeltek. A feladatok hat témakörben, különböző aktuális természet-, és társadalomföldrajzi problémákra koncentráltak, mint például az erdőhasznosítás, az ökológiai lábnyom, a geológiai és partmenti felszíni formák, a globális felmelegedés, a globalizáció és a transznacionális vállalatok, illetve a mortalitás, morbiditás és egészség kérdésköre. Ez utóbbi témakör (egészségföldrajz) még a hazai kutatások között is kuriozitás, a közoktatásban

egyáltalán nem, az egyetemi képzésekben pedig csak egy-két helyen jelenik meg hazánkban. Az írásbeli tesztet terepi forduló követte, ahol a diákoknak Krakkó egy adott városrészével (egy használaton kívüli barnamezős területtel) kapcsolatban adatbázist kellett építeniük, majd azokból területhasználati térképet szerkesztettek és szakmai kérdésekre választottak. E fordulóban kreativitásukat, földrajzi intelligenciájukat, döntéshozói, -előkészítői képességeiket is mérték, képességek, amelyek komplex hasznosítása még mindig jelentős kihívás a magyar diákok számára. Bármennyire is igyekeztünk a hazai válogató versenyen, majd a PTE-n történő felkészítésben erre kiemelt hangsúlyt fordítani, sajnos e feladatban szereztük a legkevesebb pontot, a korábbi jó helyezésekből sokat veszítették diákjaink. Az utolsó egységben multimédia alapú feladatokat kellett megoldani; képek, digitális információk mentén azonosítandó földrajzi helyek-



**Kerékpártúra a Dunajec folyó völgyében**

kel kapcsolatos átfogó kérdésekre adtak választ a versenyzők. A végső pontok kiszámításához az írásbeli teszt 40%-ban, a terepi feladatok szintén 40%-ban, a multimédia teszt pedig 20%-ban járult hozzá.

Az olimpiának minden évben szerves része a kulturális est, valamint a poszter szekció, amelyek a diákok kapcsolatépítése szempontjából igen előnyösek. A kulturális esten minden nemzet prezentálnia kellett egy, az országához kapcsolódó kulturális szimbólumot, hagyományt, mint például népviselet, nemzeti ízek, népi szokások. A rendezvény célja, hogy a diákok még jobban megismerjék a világ kulturális sokszínűségét. A magyar csapat idén a Szent Koronáról tartott informatív és nívós prezentációt. A poszter szekció keretén belül minden ország csapata bemutatta az általa készített szakmai plakátot. Idén a poszterek témája „Kihívások a mai, modern városi tere-

ken” volt. Csapatunk Pécs városának az Európa Kulturális Fővárosa cím kapcsán végbemenő funkcióváltását, illetve megújult tereit mutatta be, amely igen nagy sikert és elismerést aratott.

Az olimpia ideje alatt, a versenyfeladatok teljesítésén túl, több szakmai kirándulásra is lehetősége nyílt a résztvevőknek. Az egyik ilyen utazás alkalmával a Pieniny Nemzeti Parkban tettünk egy aktív túrát, amelynek egyik részeként tíz kilométert tettünk meg kerékpárral a Dunajec folyó mentén kiépített bicikliúton, a lengyel-szlovák határon fekvő hegycsúcson, majd ezt követően tutajjal utaztuk át a Dunajec-szurdokot. Egy másik kirándulás alkalmával pedig a wieliczkaai sóbányát volt lehetőségünk bejárni, ahol megismerhettük a bánya történetét, betekintést kaptunk a bányában folyó munkálatokról, az ott zajló mindennapokról. A nagyobb kirándulások mellett természetesen lehetőségünk volt megismerni Krakkó városának különböző nevezetességeit, így vezetett sétát tehattunk a belvárosban, felkerestük a zsidónegyedet éppúgy, mint a szocializmus időszakában felépült Nowa Huta lakótelepet.

2015-ben Oroszország ad otthont a XII. Nemzetközi Földrajzi Olimpiának, amely, reméljük, szintén sikereket hoz majd a magyar csapat számára. Versenyzőinket ismét az országos, angol nyelvű, földrajzi tanulmányi verseny döntőseiből válogatjuk, az idei tapasztalatok alapján a megmérettetésre még célirányosabban készülhetünk.

Szeretnénk köszönetet mondani az Emberi Erőforrások Minisztériumának, a PTE TTK Földrajzi Intézetének, a Modern Geográfus Alapítványnak, illetve a Magyar Földrajzi Társaságnak anyagi



**Az eredményhirdetés után: Rapcsák Ádám, Mojzes Kinga (bronzérem), dr. Trócsányi András, Dürr Miklós (ezüstérem), Szuda Ágnes (bronzérem), Makkai Bernadett**

és szakmai támogatásáért, hogy mindez a magyar csapat részvételét lehetővé tették.

MAKKAI BERNADETT-  
TRÓCSÁNYI ANDRÁS



# Beszámoló az 55. Nemzetközi Matematikai Diákolimpiáról

Az idei Nemzetközi Matematikai Diákolimpiát július 3–13. között Dél-Afrikában, Fokvárosban rendezték meg.

A versenyen 101 ország 560 diákja vett részt. A legtöbb ország a megengedett maximális létszámú, 6 fős csapattal szerepelt; az alábbi listában az országnév után zárójelben tüntettem fel az adott ország versenyzőinek számát, ha ez hatnál kevesebb volt.

A résztvevő országok: *Albánia(5), Amerikai Egyesült Államok, Argentína, Ausztrália, Ausztria, Azerbajdzsán, Banglades, Belgium, Belarusz, Benin(3), Bolívia, Bosznia-Hercegovina, Brazília, Bulgária, Burkina Faso, Chile(4), Ciprus, Costa Rica, Csehország, Dánia, Dél-Afrika, Dél-Korea, Ecuador, Elefántcsontpart, Észak-Korea, Észtország, Finnország, Franciaország, Fülöp-szigetek, Gambia, Ghána(1), Görögország, Grúzia, Hollandia, Hongkong, Horvátország, India, Indonézia, Irán, Írország, Izland, Izrael, Japán, Kanada, Kazahsztán, Kína, Kirgizisztán, Kolumbia, Kuba(1), Lengyelország, Lettország, Liechtenstein(1), Litvánia, Luxemburg(3), Macedónia, Magyarország, Makaó, Malajzia, Marokkó, Mexikó, Moldova, Mongólia, Montenegró(3), Nagy-Britannia, Németország, Nigéria, Norvégia, Olaszország, Oroszország, Örményország, Pakisztán, Panama(1), Paraguay, Peru, Portugália, Puerto Rico(2), Románia, Spanyolország, Sri Lanka, Svájc, Svédország, Száud-Arábia, Szerbia, Szingapúr, Szíria, Szlovákia, Szlovénia, Tadzsikisztán, Tajvan, Tanzánia(3), Thaiföld, Törökország, Trinidad és Tobago(5), Tunézia, Uganda(4), Új-Zéland, Ukrajna, Uruguay, Venezuela(2), Vietnam, Zimbabwe.*

A versenyen szokás szerint mindkét napon négy és fél óra alatt 3–3 feladatot kellett megoldani. (A feladatokat alább közöljük.) Mindegyik feladat helyes megoldásáért 7 pont járt, így egy versenyző maximális teljesítménnyel 42 pontot szerezhetett. A verseny befejezése után megállapított ponthatárok szerint aranyérmét a 29–42 pontot elért, ezüstérmét a 22–28 pontos, míg bronzérmét a 16–21 ponttal rendelkező tanulók szereztek. Dicséretben részesültek azok a versenyzők, akiknek 16-nál kevesebb pontjuk volt, de egy feladatot hibátlanul megoldottak.

A magyar csapatból

**Fehér Zsombor** (Fazekas Mihály Föv. Gyak. Gimn., 11. o. t.) 35 ponttal *aranyérmét*,

**Di Giovanni Márk** (Győr, Révai Miklós Gimn., 11. o. t.) 27 ponttal,

**Ágoston Péter** (Fazekas Mihály Föv. Gyak. Gimn., 12. o. t.) 26 ponttal,

**Homonnay Bálint** (Fazekas Mihály Föv. Gyak. Gimn., 12. o. t.) 23 ponttal és

**Janzer Barnabás** (Fazekas Mihály Föv. Gyak. Gimn., 11. o. t.) 22 ponttal *ezüstérmét*,

**Maga Balázs** (Fazekas Mihály Föv. Gyak. Gimn., 12. o. t.) 20 ponttal pedig *bronzérmét* szerzett.

A magyar csapat vezetője *Pelikán József* (ELTE TTK, Algebra és Számelmélet Tanszék), helyettes vezetője *Dobos Sándor* (Fazekas Mihály Föv. Gyak. Gimn.) volt. *Kós Géza* (MTA SZTAKI, ELTE TTK) a probléma kivá-



**A magyar csapat, hajnali öt órakor a frankfurti repülőtéren. Balról: Dobos Sándor, Fehér Zsombor, Janzer Barnabás, Maga Balázs, Pelikán József, Homonnay Bálint, Di Giovanni Márk, Ágoston Péter**

lasztást előkészítő bizottság meghívott tagjaként vett részt az olimpián.

Az országok (nem-hivatalos) pontversenyében Magyarország a 15. helyen végzett. A csapatverseny élemezőnyének sorrendje így alakult (megszerzett pontszámaikkal):

1. Kína 201, 2. USA 193, 3. Tajvan 192, 4. Oroszország 191, 5. Japán 177, 6. Ukrajna 175, 7. Dél-Korea 172, 8. Szingapúr 161, 9. Kanada 159, 10. Vietnam 157, 11–12. Ausztrália és Románia 156, 13. Hollandia 155, 14. Észak-Korea 154, 15. Magyarország 153, 16. Németország 152, 17. Törökország 147, 18–19. Hongkong és Izrael 143, 20. Nagy-Britannia

142, 21–22. Irán és Thaiföld 131, 23–25. Kazahsztán, Malajzia és Szerbia 129, 26–28. Lengyelország, Mexikó és Olaszország 128, 29–31. Horvátország, Indonézia és Peru 126 ponttal.

Szeretnék köszönetet mondani a versenyzők tanárainak. Az alábbi felsorolásban minden tanár neve után monogramjukkal jelöltem azokat a diákokat, akik a tanítványaik:

*Árki Tamás* (DGM), *Bruder Györgyi* (DGM), *Dobos Sándor* (ÁP,DGM,FZs,JB,MB), *Gyenes Zoltán* (FZs,JB), *Hegedűs Pál* (ÁP,HB,MB), *Hraskó András* (ÁP,HB,MB), *Jakucs Erika* (HB), *Juhász Péter* (ÁP,DGM,MB), *Kiss Gergely* (ÁP,HB,MB), *Pósa Lajos* (ÁP,DGM,FZs,HB,JB), *Surányi László* (ÁP,JB,MB).

Ugyancsak szeretnék köszönetet mondani Dobos Sándornak, mint a központi olimpiai előkészítő szakkör vezetőjének, továbbá azoknak a tanároknak, fiatal matematikusoknak és egyetemistáknak,

akik a felkészítésben közreműködtek. Az idei volt az első olyan matematikai diákolimpia, amelynek helyszíne az afrikai kontinensen volt. A dél-afrikai szervezők mindent megtettek annak érdekében, hogy minél több afrikai országot vonjanak be a diákolimpia résztvevőinek családjába. Először vett részt Burkina Faso, Gambia, Ghána és Tanzánia, és több év kihagyás után ismét csatlakozott Benin, Elefántcsontpart és Zimbabwe. A megnyitőünnepségen ezen országok csapatait különösen meleg ünnepségekben részesítették.

A szervezők számos kiegészítő programról is gondoskodtak. A diákok kirándulást tettek a Jöreménység Fokához, afrikai zene- és táncbemutatón vehettek részt, és neves meghívott matematikusok előadásait hallgathatták meg. Az utolsó napon valamennyi résztvevő közösen ellátogatott Fokváros tengerparti sétányára, ahol többek között a tengeri akvárium egzotikus élőlényeit csodálhattuk meg. A következő diákolimpiát Thaiföldön, Chiang Mai városában rendezik, 2015. július 4–16. között.

PELIKÁN JÓZSEF

*Köszönjük a Középiskolai Matematikai, és Fizikai Lapok szerkesztőségének, hogy hozzájárult a cikk közzétételéhez.*

# XXIII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

## A (z)űrbetegség

OLÁH RÉKA

Berde Áron Közgazdasági és Közigazgatási Szakközépiskola, Sepsiszentgyörgy, Románia

Az űrturizmussal foglalkozó Virgin Galactic cégnél már közel hatszázan regisztráltak űrutazásra, pedig ebben az évben még csak a tesztrepüléseket végzik. Ezen cég első űrturistái legkorábban jövőre léphetnek ki a Föld légköréből, szemlélhetik meg a bolygónkat 109 kilométeres magasságból, és tapasztalhatják meg a súlytalanság állapotát. Ezért időszerű beszélni az űrbetegségről, az űrrepülés orvos-biológiai, biofizikai vonatkozásairól és űrelettani kérdésekről.

Az utazásokat időnként kísérő, rossz közérzetet okozó problémák közül a tengeri betegség volt az első, melyet tüzetesebben is vizsgáltak az emberiség történetében. A tengeri betegség első leírása Hippokratésztól származik (a nausea a görög naus=hajó szóból ered), Korunkban a mikrogravitáció az újabb megpróbáltatás. A mikrogravitáció új fogalom: az űrhajó centrifugális ereje és a Föld vonzása csaknem kiegyenlítik egymást, azonban ez a kiegyenlítődség nem teljes, mert az űreszköz pályán tartását célzó időnkénti gyorsulások átmenetileg minimális gravitációt okoznak. Ezért a nemzetközi szakirodalom az itt uralkodó állapotot nem súlytalanságnak, hanem mikrogravitációnak nevezi. A mikrogravitáció egy újfajta mozgásbetegséget vált ki, melyet űrbetegségnek, űrmozgásbetegségnek hívnak. Lényege, hogy a szervezet átmenetileg rosszul alkalmazkodik a mikrogravitációt jellemző új körülményekhez.

Az űrrepülés során jelentkező űrbetegség tünetegyüttes az asztronauták majdnem felénél panaszt okoz, és a következőkben nyilvánul meg: kellemetlen érzés a gyomorban, hányinger, sápadtság, veritékezés, fokozott nyálelválasztás, melegség érzése, szédülés, feszülés érzése a fejben, orrdugulás, ízérzékelési zavarok, hányás,

depresszió. Az egyensúlyszerv felmondja a szolgálatot, így az űrhajós térérzékelése zavarttá válik, fejét néhány napig nem tudja forgatni, mert azonnal – akár a hányásig fokozódó – heves, szédüléssel roszul-léte támad. A gyakori hányás folyadék- és sóvesztéssel jár, felborul a szervezet belső egyensúlya, hamarosan elektrolit-zavar, emiatt pedig szívritmuszavar is felléphet, és könnyen életveszélyes állapot alakulhat ki.

A második űrhajós, German Tyitov

szervezete nem tudott hozzászokni a gravitáció hiányához.

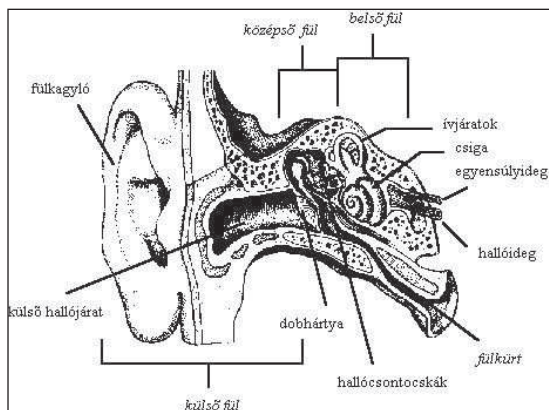
A mikrogravitációban eltöltött néhány nap után a szervezet alkalmazkodik az új környezethez, visszatéréskor azonban ismét jelentkeznek a tünetek, de ezek már enyhébbek és rövidebb ideig tartanak, mert a readaptáció, a „visszaállás” gyorsabban zajlik. Charles Simonyit idézem, aki ötödik űrturistaként, és 450. űrhajósként lépett Föld körüli pályára: „Egy kicsit szédülök, szokatlan még a gravitáció” – mondta visszatérésekor az öt fogadó orvosoknak, és a segítségére siető csapat tagjainak hol angolul, hol oroszul, hol magyarul erősítette meg, hogy jól érzi magát.

Az űrbetegség oka még nem teljesen feltárt. A kiváltó tényezők a vesztibuláris (a belső fülben elhelyezkedő egyensúlyszervi) végkészületekből származó szokatlan információkból, a szomatoszenzoros rendszerből, és a kétoldali otolith apparátus súlya közötti aszimmetriából erednek.

Ahhoz, hogy megérthessük a kiváltó okokat, előbb

olyan fogalmakat kell megismerni, mint a vesztibuláris rendszer és otolith apparátus. A vesztibuláris rendszer működése révén valósul meg testhelyzetünk téri érzékelése, egyensúlyának megtartása. Az egyensúlyi rendszer érzékeli a fej térbeli helyzetét, az egyenes vonalú gyorsulást illetve lassulást, a fej forgását, forgatását, a vibrációt és a szöggyorsulást. A vesztibuláris rendszer érzékszerve a belső fülben található.

A belső fül a csontos tokból (csontos labirintus, *labyrinthus osseus*, oticus



A fül szerkezete

(Vosztok-2, 1961) szenvedett először – az addig ismeretlen – űrmozgásbetegségben. Munkaképességét elveszítette, és olyan rosszul volt egész űrutazása alatt, hogy többen megerősítve látták azt a nézetüket, hogy az ember életképtelen az űrben, és ezt mesterségesen sem lehet számára elviselhetővé tenni. Az első nő és az első civil az űrben, Valentyina Tyereskova (Vosztok-6, 1963) a cenzúra megszűnése után bevallotta, hogy útja során végig orrvérzéssel és rosszulléttel küzdött, mert

capsula) és az abban levő hártás labirintusból (labirintus membranaceus) áll. A labirintus részei: a tér három síkjában fekvő félkörös ívjáratok (ductus semicircularis, canales semicirculares anterior, lateralis et posterior), amelyekben az egyensúlyozás idegi végkészülékei foglalnak helyet. A tornác (vestibulum) és a csiga (cochlea) képzeli a csontos labirintus legnagyobb térfogatú terét. Ez utóbbiban a hallás idegvégkészüléke: a *Corti-féle szerv* található. A belső fülből indul ki a VIII agyideg (nervus statoacusticus), amely a hallás és egyensúlyozás ingerit továbbítja az agy megfelelő részeihez.

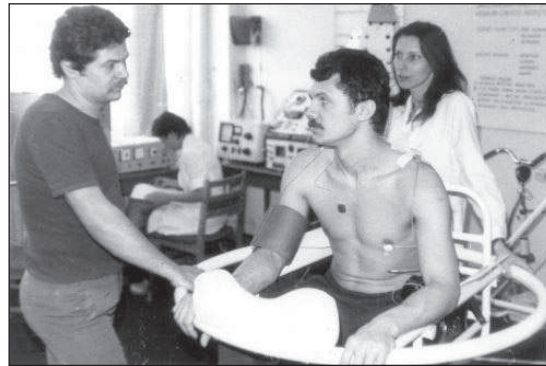
Azt, hogy a labirintus fontos szerepet tölt be az űrbetegség kialakulásában, kísérletekkel is bizonyították: azon süketnémáknál, akiknél nem fejlődött ki megfelelően a belső fül, nem alakul ki mozgásbetegség).

A vesztibuláris rendszert alkotó részek – a félkörös ívjáratok és az otolith szervek – a fej mozgásait detektálják. Az otolith szervek a fej translációját (lineáris gyorsulás) és a fej gravitációval szembeni helyzetét érzékelik. A félkörös ívjáratok a fej forgó mozgásait három komponensre bontják: a) jobbra/balra, b) előre/hátra és c) óramutató járásával megegyező/ellentétes irányú forgásra. Míg a Földön a nehézségi gyorsulás, az egyenes vonalú gyorsulás és a szöggyorsulás eredője hat a labirintusra, addig a mikrogravitációban csak az utóbbi kettő eredője érvényesül. Az első tényező kiesése szokatlan feldolgozási feltételt teremt a központi idegrendszer számára. Az egyensúlyozó szervről Szentágothai János szemléletes példájával azt mondhatjuk, hogy: „...a lovaskocsi mintájára működik. Amennyiben a gyeplő (a szóban forgó szerv) mindkét oldalon egyformán feszés, a szekér (a testünk) egyenesen megy. De ha feszülése az egyik oldalon csökken, akkor a kocsi az ellenkező irányba fordul. Egyensúlyzavar lép fel, amelyet szubjektíven szédülés kísér”.

Mikrogravitációban nem hat a Föld felszínén megszokott vonzóerő, ugyanakkor az ún. antigravitációs izommozgás és a földi körülményekhez szokott, a gravitációval ellentétes irányba ható érzékszervi reflexek továbbra is működnek, emiatt a test folyadécai (vér, agyvíz, nyirok) a fej irányába helyeződnek át (ez lehetett Tyerskova orrvérzésének oka). A felső testfélben (fej, karok, mellkas, szív) vérbőség, vérpangás, míg az alsó testfélben (lábak, medencetájék) viszonylagos „vérszegénység” alakul ki. Ennek a következményei, hogy a fejnyaki vénák kitágulnak és a régióhoz tartozó szövetek megduzzadnak. A következményesen megnövekvő vérnyomás intenzívebb kiválasztásra ösztönzi a vesét, fokozódik a kalciumkiválasztás – amit a szervezet a csontok és az izmok leépítéséből fedez –,

megindul a vesekőképződés. Az érrendszer egy hónap alatt képes alkalmazkodni a kozmikus körülményekhez. A súlytalanság állapotához alkalmazkodnia kell a keringésnek is. Az adaptációban mind a szívfrekvencia, mind a szívtérfogat részt vesz. Kezdetben a verőtérfogat 20%-os csökkenése figyelhető meg, majd az érték fokozatosan emelkedik és helyreáll. A vörsvértestek száma és a folyadékvesztés miatt a keringő vértérfogat is csökken. Ez az ún. kozmikus anaemia jelensége. Testedzéssel az alsó testfelére gyakorolt szívóhatás segítségével a fenti változások repülés közben is javíthatók.

Ez a fejirányú folyadékeltolódás is rontja a központi idegrendszerbe érkező in-



Farkas Bertalan kiképzés közben

formációk feldolgozását. Mindez kedvezőtlen hatást gyakorol a szemmozgató rendszer működésére is. A szemmozgások amplitúdója megnövekszik. Másrészt a súlytalanságban időnként előforduló spontán nisztagmusok (akaratunktól független szemtekerezgések) valószínűleg az otolith szervek aszimmetriájából adódnak, mert a Földön megszokott centrális kompenzáció a mikrogravitációban felborul.

Az űrbetegségekre jellemző panaszok pár nap alatt mérséklődnek. A test folyadékaiknak fejirányú áthelyeződése egy hét alatt befejeződik. A hónap végére a szervezet már eljut egy olyan nyugalmi állapotba, mely alkalmazkodott a súlytalansághoz. Azonban a hosszú távú űrutazások során kiderült, hogy bizonyos helyzetekben, pl. pszichés állapot változása, megterhelő stresszhelyzetek, a Földre való visszatéréshez nélkülözhetetlen antigravitációs ér- és izomtevékenységet megőrző test-edzések során az űrbetegség tünetei újból jelentkeznek.

Az űrrepüléshez szükséges egyensúlyszervi alkalmasságot Csengeri Attila orvos ezredes és Almási András orvos alezredes vizsgálta Kecskeméten a MH Repülőorvosi Vizsgáló és Kutatóintézetben (ROVKI) a magyar űrhajós jelölteken. A kiválasztás sikeres volt, ezt igazolta a két kiválasztott magyar űrhajósjelölt, Farkas Bertalan és

Magyari Béla szovjetunióbeli eredményes ellenőrző vizsgálata is. Közülük Farkas Bertalan járta meg a világűr, és kiválóan tűrte a mikrogravitáció megterheléseit. Az űrhajósoknak alkalmasnak kell lennie arra, hogy elviselje az űrutazás kellemetlen hatásait (a gyorsulásokat, a súlytalanságot, a mesterséges életfeltételeket), meg kell őriznie munkaképességét, hogy elvégezhesse a megfigyeléseket és a kitűzött tudományos kísérleteket, vészhelyzetben képesnek kell lennie átvenni az irányítást és ki kell bírnia az idegi és érzelmi terhelést. Alapvető a higgadt problémamegoldás és konfliktuskezelés, a jó kommunikációs képesség, valamint a megfelelő önkontroll is. Fontos szempont, hogy a kiválasztott személy mindig képes legyen saját érdekei elé helyezni az aktuálisan ellátandó feladatot, illetve a társak segítségét. Ehhez kiemelkedő stressztűrő képesség és kiegyensúlyozott gondolkodási készség is szükséges.

A kiválogatás és az űrrepülésre való felkészítés hosszantartó vizsgálatorozatból áll, mely két nagy kategóriába sorolható: terheléses vizsgálatok és klinikai vizsgálatok. A több napig tartó klinikai vizsgálatok során az űrhajós jelölteken mindenféle „macerációt”

(F.B) végrehajtanak: rtg (koponya, mellkas, gerinc), labor, mechanographia (nyaki verőér nyomásgörbéjét rögzítik), rectosopia, gyomor-bél passage, szemészet, panoráma fog rtg, EEG, barokamera, ideggyógyászat, belgyógyászat stb. Erről a vizsgálatorozatról idézek Farkas Bertalan visszaemlékezéseiből: *Septszintig elemeztek, a hajgyökereimtől kezdve a lábujjamig mindent megvizsgáltak.* A tartós mikrogravitáció modellezésekor pedig különleges folyadékot tartalmazó medencében és búváruhában kell különböző gyakorlatokat végeznie az űrhajósjelölteknek. A pszichológiai vizsgálatok is fontos részét képezik az űrhajósok kiválogatásának és felkészítésének. A speciális laboratóriumokban ezért gombnyomással működő különböző elektronikus tesztkészülékek vizsgálják a döntési és reakcióidőt, a figyelemmegosztási és koncentrációs képességet, valamint a mozgáskoordinációt.

A terheléses vesztibuláris vizsgálatok során az egyén pszichés teljesítőképességének a változását követik. Terheléses vizsgálatok körébe tartozik a forgatószék (a súlytalansághoz való adaptációt segíti), kérekpár ergométer (fizikális edzettség fokmérője), billenőasztal (a Földre való visszatérés adaptációját segíti), Hilov-hinta (vesztibuláris ingerlésre szolgál). Közülük a forgatószékben történő, a függőleges

tengely körüli forgatás és az egyidejű oldalirányú fejbillegetés (Coriolis-ingerlés) együttes hatását vizsgáló teszt volt a legmegterhelőbb az űrhajósjelöltek számára, mellyel az egyensúlyszerv tűrőképességét állapították meg. Ez a fajta egyensúlyszervi ingerlés, rendszeres tréningként alkalmazva, egyben az egyensúlyszerv tűrőképességét is fokozza, de nem zárja ki az űrmozgásbetegség tüneteinek jelentkezését. De hagyjuk, hogy szóljon ezekről a tesztekéről maga az űrhajósjelölt:

*„Sűrűn voltak olyan pillanatok, amikor a terhelés súrolta az emberi elviselhetőség határát. Volt, amikor egyfolytában húsz percig pörgettek a forgószekben. Volt, amikor 8 G-n forogtam a centrifugában. Tudtam, előttem ilyen még magyar ember nem csinált, de azt is, hogy előttem már mások igen. Azt mondtam magamban: akkor nekem is ki kell bírnom. (Magyari Béla)*

A második magyar űrhajós és kétszeres űrturista így vall a forgószekes tesztéről: *„Csupán némileg volt kellemetlen. Valószínűleg el kell még végezniem néhányat ebből a gyakorlatból, hogy felkészítem magam az űrbetegség ellen. (Charles Simonyi)*

A hajdani Régió Rádió riportere közvetítésével sikerült megszólaltatnom Farkas Bertalant is a brassói (Románia) űrhajós csúcstalálkozón, melyet két évvel ezelőtt, májusban rendeztek a román űrjelenlét harmincadik évfordulóján. A „űrbetegséggel” kapcsolatos kérdéseim a következők voltak: *Önnél milyen formában jelentkezett ez a „betegség” és mennyi idő múlva állt vissza a normál állapot? A csúcstalálkozón résztvevő három űrhajós társánál miben nyilvánult meg a betegség? Van-e lehetőség az űrbetegség gyógyszeres kivédésére?*

Mint lenni szokott, interjúkészítéskor az adott válaszok nem teljes egészében fedik a kérdéseket, de lássuk Farkas Bertalan véleményét az űrbetegségről: *„Létezik, így van, a súlytalanságot meg kell szokni, van egy adaptációs időszak. Ez igazából nem betegség, az emberi szervezetnek át kell állni, adaptálódni kell. Ez az egyik dolog, ami betegség az űrhajósoknál előfordul: az a csonttrikulálás és izomsorvadás, no de ezt különböző gyógyszerekkel is és sporttal, főnt a világűrben, próbálják kivédeni az űrhajósok. Ez vagy sikerül, vagy nem, általában sikerül, szerencsére. Utána visszajönni a világűrbe, readaptálódni, tehát visszazokni a gravitációhoz, ez egy másik történet. Amikor az űrhajósok nyolc napot vannak a világűrben, ez különösebben nem probléma, de amikor fél évet, vagy másfél évet, azért az már nagyon komoly dolog, de mindenféle technológia, ma már orvosrehabilitáció létezik; ezek a technológiák lehetőséget adnak, hogy az űrha-*

*jósok visszanyerjék eredeti formájukat.”*

Amint az interjú szövegéből is kiderül, a hosszan tartó űrutazások legfőbb problémáját és legnagyobb akadályát már az első héten jelentkező izomsorvadás és csonttrikulálás jelenti. A vázizomrendszer feladata, hogy gravitáció ellenében megtartsa a testet. Mivel súlytalanságban ez a feladat megszűnik, az ún. harántcsikolt izmokból álló vázizom rendszer atrofíája (sorvadás) figyelhető meg. A fáradékonyság, az izomtömeg és a feszítőerő szignifikáns csökkenése főleg az antigravitációs izmokra jellemző. A súlytalanság miatt az alsó végtagok izompumpája fokozatosan csökken és ez földet érés után hirtelen vérnyomáseséshez, ájuláshoz vezethet. A felső végtagok működése űrrepülés során kisebb változásokon megy keresztül az alsó végtagokhoz képest.

A súlytalanság legnagyobb problémája a csonttrikulálás (osteoporosis), a fokozott kalciumürítés miatt. Az emberi szervezet saját maga kezdi lebontani a csontvázat, ezzel a fokozott kalciumkiválasztással. A csontok és a fogak ásványianyag-tartalma a világűrben való tartózkodás során jelentősen csökken, az esetleges hányás, illetve a fokozott vizeletürítés során. A nagy súlyt hordozó csontok (sarok, sípcsont) tömörsége, akár 20%-kal is csökkenhet. A kutatók megállapították, hogy a földi readaptáció megközelítőleg ugyanannyi ideig tart, mint ameddig maga az űrrepülés tartott, vagyis az összes szervrendszer közül a leghosszabb. A csonttrikulálás és a fog kalciumtartalmának csökkenési mértéke mikrogravitációs körülmények között több mint tízszerese annak, mint aminek egy huszonegy év fölötti ember ki van téve a Földön. A fogak ásványianyag-tartalmának csökkenése, a fogtömések kilazulásához, erős fogfájáshoz, foghulláshoz vezethet, amennyiben az űrhajósok nem gondoskodnak megfelelő kalciumpótlásról.

A Magyar Űrkutatási Iroda honlapja szerint a hosszú időtartamú űrutazások egyik legjelentősebb egészségi kockázati tényezője a kozmikus sugárzás által keltett dózis. Az űrben különböző eredetű és erősségű sugárzások hatnak az emberi szervezetre, amelyek közül legveszélyesebb a naptevékenységből eredő gamma-sugárzás. A jövőben nemzetközi összefogással szervezett Mars-utazás olyan hosszú időtartamot ívelhet át, amelynek során előfordulhatnak napkitörések. Ezek kivédésére ólomfalú óvóhelyeket kell tervezni az űrhajókban. A gamma-sugárzás mellett azonban több más, kisebb energiájú sugárzás is hat az emberi szervezetre az űrben, amelyek hatásait még kevésbé ismerjük. Az űrhajósok sugárterhelését egyébként egy magyar fejlesztésű műszerrel, a Pillével követik nyomon. A KFKI Atomenergia Kutatóintézetben

(KFKI AEKI) kifejlesztett Pille a világon az egyetlen olyan termolumineszcens dózismérő (TLD) rendszer, melynek kioldója űreszközön is alkalmazható. Általa lehetővé válik, hogy az űrhajósok és a biológiai kutatások tárgyát képező élőlények, szövetminták által elszennvedett sugárzási dózist már a fedélzeten, tetszőleges időpontban és gyakorisággal meg lehessen határozni. „Öspéldányát” Farkas Bertalan használta először a Szaljut-6 űrállomáson (1980), rendre továbbfejlesztett változataival pedig számos alkalommal sikeresen mérték a Szaljut-7-en, a Mir orosz űrállomáson és az amerikai űrsiklónok is (1981–1996). A Pille olyan ún. *termolumineszcens kristályokat* használ fel, melyek a káros sugarakat elnyelik, majd ezeket fellelégítve az elnyelt dózissal arányos mértékű fényt bocsátanak ki. Ezt a jelenséget nevezik termolumineszcenciának. A korábbi doziméterek a kozmonauták ruhájára voltak helyezve, és ezek adatait csak a Földre való visszatérést követően lehetett kiértékelni. A Pille újszerűségét az adta, hogy már a világűrben el lehetett végezni az elemzést. A Pille továbbfejlesztésében a *BME* is aktív szerepet vállalt, melynek eredményeként a műszer 18 kg-ról 1 kg-osra fogyott, térfogatát 1 dm<sup>3</sup>-re mérsékelték. Első repülése során Charles Simonyi is végzett méréseket a Pillével. Mérése három szempontból volt jelentős. Egyrészt kicsit ismét sikerült ráirányítani a figyelmet a magyar űrkutatás eredményeire. Másrészt az űrturista-utakat szervező cég ezáltal demonstrálni tudja, hogy tisztában van a sugárveszély problémájával, figyel arra, ám ez a rövid repüléseknél nem jelent számottevő veszélyt a turista-űrrepülésre vállalkozók számára. Végül jelképes üzenete is van annak, hogy a második magyar űrhajós, az első magyar űrturista repülése során éppen egy Magyarországon fejlesztett és készített berendezéssel hajtott végre kísérletet.

Az űrbetegség kezelése igen összetett, bonyolult feladat. A legfontosabb cél az, hogy kellemetlen tüneteit csökkentésük, s emellett megőrizzék a szervezet fiziológiai és pszichológiai munkavégző képességét. Számos gyógyszert kipróbáltak, de többségüknek kedvezőtlen mellékhatása volt. A különböző típusú gyógyszerek közül a két legsikeresebb az, amelyek kipróbálását földi körülmények között magyar szakemberek végezték. Mindkettő jelentősen csökkenti a mozgásbetegség vegetatív tüneteit anélkül, hogy kedvezőtlenül befolyásolná a munkavégző-képességet. Jelenleg mindkét készítmény megtalálható az űreszközök fedélzeti gyógyszerterárában. A *Cavinton* javítja az agyi erek vérátáramlását, az idegi halláscsökkenést, és növeli a forgatással kiváltott mozgásbetegséggel szembeni ellenállást. Nem csökkenti az

agyi aktivitást, viszont növeli a kellemetlen vegetatív tünetekkel szembeni ellenálló-képességet. Hátránya, hogy a terhelés előtt már egy héttel kúraszerűen kell alkalmazni. A másik magyar készítmény a *Jumex*, amely serkenti a mozgásbetegség ellen ható idegsejteket, fokozza az egyensúlyi állapot stabilitását, egyben csökkenti a látószerv ingerlésével kiváltott mozgásbetegség kellemetlen vegetatív tüneteit. Előnye, hogy a megterhelés előtt belőle csak négy tablettát kell bevenni.

Az úrturizmus ma már szerveződik, már érinthető közelségbe van annak lehetősége, hogy a hétköznapi ember — néhány hetes előkészületet követően — akár néhány napos útutazáson vegyen részt, ha a bankbetétje megengedi. Akaratlanul is egy dallam motoszka a fejében: *Majd ha nékem sok pénzem lesz,*

*felülök a repülőre* – azaz az űrsiklóra. Az emberiség történetében száz évnek kellett eltelnie, hogy az ember repülőgépről űreszközre váltsa. Vajon mit hoz a következő száz esztendő? ☞

Köszönetet mondok Erdélyi Andrásnak, a sepsiszentgyörgyi Régió Rádió (azóta beszüntették) riporterének a szolgáltatott hanganyagokért és azért is, hogy kérdéseimet eljuttatta Farkas Bertalannak. Külön köszönet úrhajósunknak, hogy válaszolt kérdéseimre.

*A szerző az Ernst Grote professzor alapította Orvostudomány különdíj második helyezettje.*

## Irodalom

- SCHUMINSZKY NÁNDOR: Űrsztorik és űrsztorik, Kornétás Kiadó, Budapest Világúr, II. különszám, 2001, Természet Világa
- DR. RAPCSÁK MARIANNA: Élet a világűrben, Debreceni Egyetem Jövők a súlytalanságban, Nők Lapja, 11. szám, 2012 Szövönöből lett úrhajós, Brassói Lapok, 10. szám, 2012
- AMBRUS ATTILA: Példaképek zúrben, úrben, Brassói Lapok, 20. szám, 2011
- ÁBRAHÁM JÁNOS: Ember a légtengeren túl, Albatrosz Könyvkiadó, 1990
- STAAR GYULA: Szerkesztőbizottsági tagunk, Charles Simonyi az úrben, Természet Világa, 138. évfolyam, 5. szám, 2007
- MIKE ANDREA: Előadás: Veszitubuláris rendszer anatómiája és élettana, Kaposvár, 2012. április 13-14.

# Vegyintanítás Zentán a kezdetektől a II. világháborúig

GAJDA GERGELY–GAJDA BENEDEK

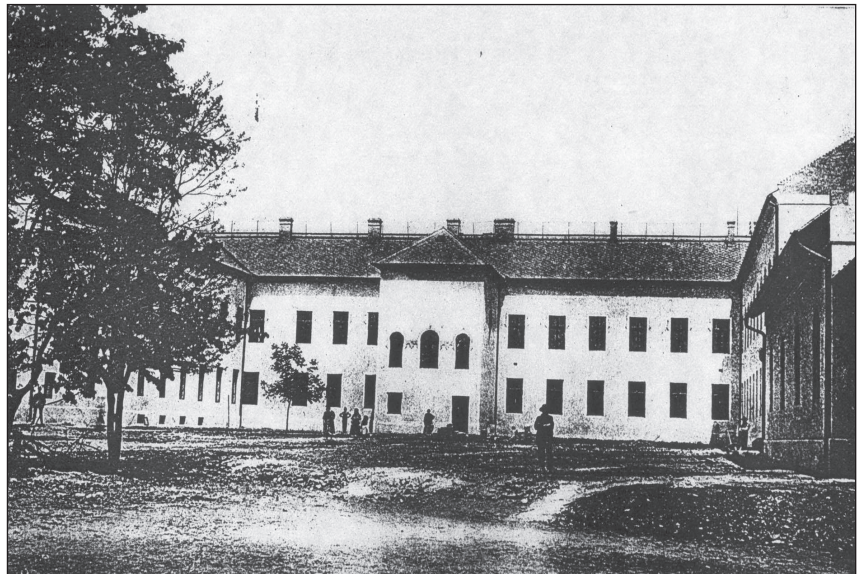
Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta, Szerbia

Ez a kutatómunka az eredeti, levéltárakban fellelhető iskolai dokumentumok kutatásával jött létre, így valós adatokat kaphattunk az iskolákról, annak tanáiról, a tanítási munkáról stb. Elsősorban a zentai vegyintanítás kezdetei érdekelték bennünket, de ennek megfelelő tárgyalásához meg kellett ismernünk az akkori egyéb viszonyokat is, mint a tanítás alapelveit, az iskola történetét, vagy a szertár felszereltségét.

Zentán az 1870-es években kezdődött meg a természettan oktatása, először a polgári iskolában, majd az ennek a helyét átvevő zentai gimnáziumban. A természettanon belül folyt, akkori szóhasználatnál élve a chemia, physika, geologia és biologia tanítása. Néhány évben azonban ezeket a tudományokat, beleértve a vegyintan is, külön tárgyként is oktatták.

## A zentai polgári iskola

1870. június 17-én alakult meg a Zentavárosi nyilvános polgártanoda, közismert nevén a zentai polgári iskola. Az eredetileg hatosztályosra tervezett iskola működését 34 tanulóval kezdte meg, 3 tanárral, és szerény, de gyorsan gyarapodó felszereléssel (eredetileg a tanári asztal és a tábla mellett csak 6 iskolapad volt). Az érdeklődés a polgári iskola iránt nem volt különösebben jelentős, mivel „cél-



## A gimnázium új épületének homlokzata

közönsége” az iparosok, kézműiparosok és kereskedők voltak, akik a társadalomnak akkoriban mindössze 7,29%-át tették ki. Színvonalát tekintve alacsonyabb rendű volt egy hagyományos középiskolától, így az értelmiség, illetve a tehetőbb polgárság ifjai inkább valamelyik nagyvárosi gimnáziumba mentek tanulni.

A polgári iskola mentségére legyen mondvá, a természettudományok taní-

tása viszonylag magas szinten folyt, a négyéves fiútagozatnak például természettanuk II. és III. osztályban volt, IV-ben pedig külön vegyintan is tanultak. A később ugyancsak négyévéssé vált leánytagozat diákjainak I-ben és II-ban természetrajzuk volt, önálló tantárgyként tanultak vegy- és ásványtant a III. osztályban, IV-ben pedig természettanuk volt.



A gimnázium udvari képe

### A zentai gimnázium

Egy gimnázium létrehozásának a gondolata Zentán először az 1820-as évek tájékán merült fel. 1875. január 18-án kezdeményezték a polgári iskola átalakítását négyosztályos gimnáziummá, és ez a következő tanévre meg is történt. Hivatalosan 1876. április 12-én nyílt meg a gimnázium, ha csak „ideiglenes nyilvánossági joggal” is. Először algimnáziumként működött, megkapta a volt polgári iskola épületét tanteremmel, gyűjteményekkel és felszereléssel együtt. 1885-ben a gimnázium új épületbe költözött át, amelyben ma is működik.

1897. április 27-én kapott engedélyt a gimnázium felső osztályok megnyitására, ezzel nyolcosztályos főgimnáziummá lépett elő. Még ebben a tanévben elindult az 5. osztály. Mivel a tanulók száma jelentősen növekedett, a gimnázium vezetősége végül a régi iskolaépület új számnyal való kibővítése mellett döntött, ez már szecesszionista elemek használatával épült fel. A gimnáziumban történő természettan-oktatásról jelentősen több adat állt rendelkezésünkre, mint a polgári iskolában folyóról, így a továbbiakban leírtak már elsősorban a gimnáziumra vonatkoznak.

### Tanítási és nevelési elvek a gimnáziumban

Akkoriban az iskolai nevelés általánosságban véve sokkal szigorúbb volt, mint a mai. Gondoljunk csak a mindenki által ismert nádpálcára és egyéb fenyítési módokra, vagy a szigorú, a fegyelmet vaskézrel megtartó tanítóokra. Igen nagy figyelmet fordítottak a diákok megfelelő vallási és erkölcsi nevelésére is.

### Vegyantanárok

A zentai gimnáziumban a következő tanárok adnak elő vegytant, illetve természettant: Klazsik Rókus, Örvény Iván, Mohácsi Pál, Fischer Sándor, Veress Árpád, Szőke Dezső, Dr. Teleki István, Marković Dragoljub, Znamenski Petar, Simon Mihály, Šišmanović Angelina, Šestopalov Anatolije

A tanárnak az oktatás megfelelő lebonyolításának érdekében a rendelkezésére kellett állnia az adott tárgyhöz kötődő szakirodalom mellett a tanítás módszertanát leíró szakkönyveknek is, amelyből megtudhatta például, hogy hogyan érdemes az adott tárgyat előadni, de más útmutatók is szerepeltek benne, amelyek a tanár előadás melletti munkájáról szóltak.

Ilyen kiadvány volt az „Útmutató a gimnáziumi gyakorlati tanításhoz” c. könyv (Miskolc, 1909), amely az alább felsoroltakat tárgyalja a tanár feladatai között:

#### Előszó

#### Repertorium (forrásművek)

Bevezetés: A gyakorlati tanítás jelentősége és célja

#### I. Nevelés és fegyelmezés

##### I. A tanuló egyénisége

##### II. Jellemképzés:

- igazságérzet
- engedelmesség

##### III. A fegyelmezés általában

#### 2. A tanításra vonatkozó szabályok

##### I. A tananyag

- tanterv
- tanmenet

##### II. A gimnázium tanítási terve és általános óraterv

##### III. A tanár egyénisége

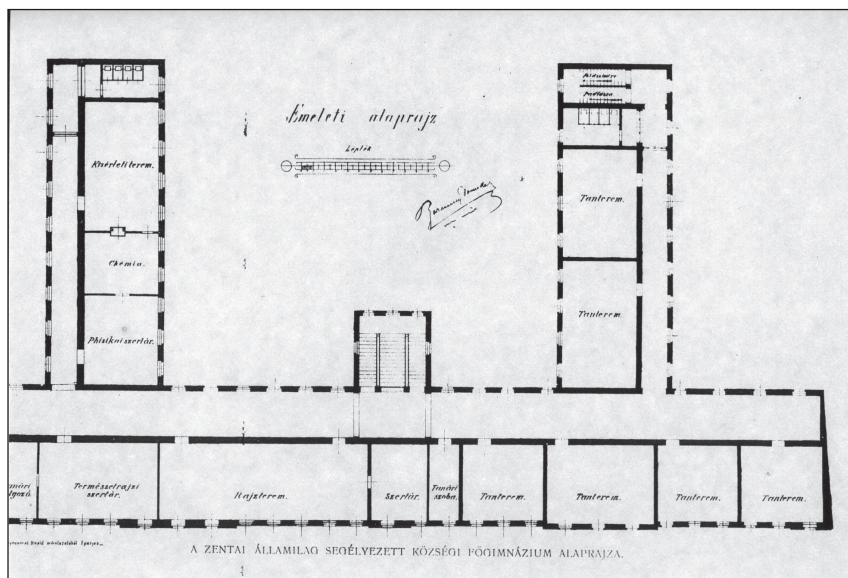
##### IV. Formális fokozatok

##### V. A tanítás módszerei:

- előkészület az előadásra
- a szemléltetés
- a tanár előadása
- az elbeszélő képesség
- a leírás
- a magyarázat
- kikérdezés
- felelet
- begyakorlás és órabeosztás
- a könyvnélküli tanulás
- ismételés
- a gyakorlatírás és javítás
- a fordítás
- a tanár viszonya a tankönyvhöz
- önképzőköri alapszabályok

#### 3. Egyes tantárgyak módszere

A tanár az előírások szerint egymás után



A gimnázium földszinti alaprajza

#### IV. A sikeres tanulás további feltételei:

- figyelem
- szorgalom
- otthoni tanulás
- az iskola és a szülői ház
- szülői értekezletek
- leckekönyv és háziírend
- egészségi szabályok és a nemi élet ébredése

#### V. A tanár birói munkája:

- jutalmazás
- büntetés
- az osztályozás és az iskolai vizsgálatok

maximum három órát tarthatott, azt is csak szünettel, hogy szellemileg eléggé frissen tudjon tanítani. A tanárok kötelesek voltak tanári értekezleteket is tartani.

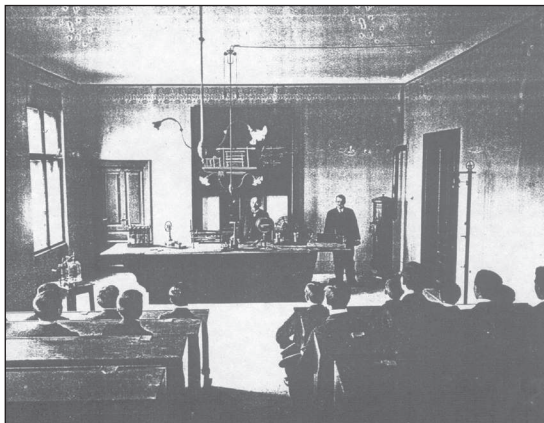
### A természettan tanításának alapelvei

Kémiát a diákok elsősorban a természettan nevű tantárgy keretein belül tanulhattak, és csak ritkábban, inkább a felsőbb osztályokban önálló tantárgyként, vegytan néven. A természettan tanítására vonatkozóan megvoltak az általánosan elfogadott elvek és módszerek. Ezeket tartalmazta például az „A gymnasiumi

tanítás terve” c. könyv, amit 1887-ben adtak ki. Itt említik a tanítás alapelvein kívül magának a természettannak, illetve az elsősorban a leánytagozaton tanított természetrajznak a speciális módszertani előírásait. Ezen kívül megemlítenek még az 1903-as év Tantervi utasításai, ahol szintén hozzáfűztek néhány dolgot a természettan tanításához. Az ezen kiadványokból kiválogatott legfontosabb elveket, észrevételeket és módszereket az alábbiakban foglaltuk össze.

A diákoknak először, az alsóbb osztályokban a természet megismerésével kellett foglalkozniuk, ami tulajdonképpen a természetrajz és földrajz tantárgyakat jelentette, és később kezdhettek el következtetéseket, logikus gondolkodást igénylő témákat tanulni, mint a fizika vagy a kémia. Szükséges volt a pontos tanterv elkészítése, és fontosnak tartották, hogy csak olyan témákat tanítsanak a diákokkal, illetve olyan részletességgel, hogy az megfeleljen azok korának és szellemi érettségének. Lehetségesnek tartották azt is, hogy a túl sok tantárgy elnyomhatja a diák szellemének szabadságát, és akadályozhatja a fejlődésben. Előnyben részesítették azt, hogy a diák valóban megértse egy tárgy alapismereteit, és ne csak enciklopédikus tudást szerezzen, hanem megtanuljon logikusan gondolkodni. A témák megfelelő csoportosításával kényszerítették a diákokat önálló gondolkodásra. Eleve helyesen kell felfogni valaminek az alapfogalmait, megérteni a törvényszerűségeket, és képesnek kell lenni következtetések levonására. A tanult anyag visszakérésénél nagy figyelmet fordítottak arra, hogy a tanuló ne emlékeztetből feleljen vagy írjon, azaz ne magolja be a tanult anyagot, hanem a tanulást értelmesen végezze, lássa meg az összefüggéseket, és ismerje meg a tanult elméleti anyag gyakorlati alkalmazási lehetőségeit, hasznosságát a közéletben. Értelmetlennek tartották a tananyag túlzott bővítését olyan részletekkel, amelyek egyrészt nem fontosak, enciklopédikusak, vagy pedig meghaladják a diákok értelmi szintjét. Kiemelt jelentőséget kaptak a természettudományok tanításánál a megfelelő gyakorlati példák, például az ásványok, kitömött állatok megtekintése, a kísérletezés, az ábrák, illetve a tanulmányi kirándulások is. A kísérletezés alapelveihez hozzátartozott, hogy a diákok előre megismerjék a kísérlet rendeltetését, a célba vett eredményt, a kísérlet lefolyásához szükséges feltételeket, illetve a kísérlet után egyértelműen meg kellett állapítani azt a fogalmat vagy törvényt, aminek a bizonyítására vagy demonstrálására tulajdonképpen a kísérletet elvégezték. Előnyben részesítették az egyszerű, de fontos kísérleteket, amelyeket a diák könnyen fel tud

fogni, sőt belőlük következtetéseket önállóan is képes levonni. A kísérletről, illetve kiállított tárgyról, demonstrációs eszközről a tanárnak nem volt szabad mindent elmondania, hanem arra kellett a diákokat megtanítani, hogy saját maga is el tudja mondani mit lát, hogy „ne csak nézzen, hanem lásson”. A tanulónak el kellett sajátítania ezt a képességet, vagy helyesebben szemléletmódot, gondolkodási irányt, ha szükséges volt a tanár tervszerűen, kérdésekkel kellett, hogy rávegye a diákot a helyes megoldásra, később közösen találhatták ki egy probléma magyarázatát. A tárgyak bemutatásán kívül különösen nagy figyelmet szenteltek a kirándulásokra. A zentai gimnázium például az 1911/12-es tanévben kirándulást szervezett a helyi villanytelep, a gőzmalom, vágóhíd és jéggyár megtekintésére, melynek során a diákok bizonyára sok új ismeretet sajátítottak el (a kirándulást Szőke Dezső szaktanár vezette).



**Fizikai előadóterem (vegytanórákat is tartottak itt)**

A tankönyvet tulajdonképpen nem tekintették a tanítás eszközeinek, csupán eszköznek a tanult ismeretek újra felidézéséhez. Sokkal inkább a megfelelő tanári előadás, a tananyag elmagyarázása szolgált az ismeretek átadásának céljára. Optimális esetben hasonló, egymással kapcsolódó tantárgyakat ugyanaz a tanár tanította (ha volt erre lehetőség), és egy tanárnak, szintén az iskola lehetőségeihez mérten, végig kellett kísérnie egy osztályt, ahogyan azt a mai osztályfőnökök teszik.

### A kémiai tananyag

A zentai gimnáziumban a vegytan tanítására a következő tankönyveket használták:

- Hanák János: A természetrajz elemei. Az ifjúság számára. Pest, 1845.
- Abt Antal: Kísérleti természettan (Kunzék nyomán), Pest, 1863.
- Greguss Gyula: Természettan. Középtanodák alsóbb oszt. számára, Pest, 1867.
- Sajóhelyi Frigyes: A vegytan elemei. Középtanodai és polg. iskolai használatra. Budapest, 1875.

## II. osztály

A II. osztályban az 1878/79-es tanévig heti két órában tanultak természetrajzot, azon belül elsősorban ásványtannal foglalkoztak. Tudniuk kellett az ásványtan meghatározását, feladatát, felosztását, az egyszerű és összetett ásványok alaki tulajdonságait. Tanultak a szervesetlen testek állapotáról, leginkább a jegeces (kristályos) testeket, azok alkotórészeit (pl. lapok, élek, csúcsok, tengelyek), a nevezetesebb jegecs-rendszereket (pl. négyszöges, hatszöges), a kristályok képződését, természettani tulajdonságait, az ásványok szilárdságát, vilámlóságát, ízét, szagát, olvashatóságát, illetve egyéb fontos tulajdonságait. Megismerték a főbb ásványok keletkezésének módját, előfordulásukat a természetben, a gimnázium felszereltségéhez mérten megtekintették az ásványgyűjteményt. Az ásványrendszert a módosított Lennis-féle felosztás alapján tanulták. Az ásványokon kívül tanultak a fémekről, ércről, gyantákról, azok ipari jelentőségéről, és a természetes ásványok tisztításáról.

## III. osztály

A III. osztályban az 1878/79-es tanévig heti három órában már természetant tanultak. Átvették a test, a természet, az általános tulajdonságok fogalmát, megismerték a tömecskeket (molekulák) és a parányokat (atomok), az összetartó és taszító erőket. Tanultak a levegőről, a savakról és az élellyesedésről (oxidáció). Hőtannal is foglalkoztak.

## IV. osztály

A IV. osztályban az 1878/79-es tanévig heti négy órában tanultak fizikát a téli félévben, a nyári félévben szintén heti négy órában vegytant. Megtanulták a vegytan fogalmát és felosztását, az elemeket és a vegyjeleket, vegysúlyok (atomtömeg) meghatározását. A legfontosabb szerves vegyületeket is átvették, különös tekintettel azok előállítás módjára és gyakorlati hasznára. A tananyagban szereplő elemek:

- élelly – oxigén
- köneny – hidrogén
- légeny – nitrogén
- halvány – fluor
- iblany – urán
- büzeny – bróm
- folyany – jód
- kén
- villany (foszfor) és szén vegyeikkel
- fémekről általában
- hornany – nátrium
- szikeny – kálium
- sulyany – bárium
- cseleny – mangán
- fősteny – króm

4. szám.  
**Gimnáziumi bizonyítvány,**  
 Forling Miklós  
 született 1899. hó július 29. napján Budapesten  
 Törvényszékben, mint hallgató, vallása, az 1914-15.  
 iskolai évben a ZENTAI ÁLL. S. KÖZS. FŐGIMNÁZIUM, átadott osztályába  
 következő bizonyítást érdemelt:

Vallásán .....	jeles
Magyar nyelv .....	elégéges
Latin nyelv .....	elégéges
Görög nyelv .....	elégéges
Görög-pótló irodalmi tanulmány	jeles
Érettség .....	elégéges
Földrajz .....	elégéges
Történelem .....	jeles
Természetrajz .....	elégéges
Természetrajz	jeles
Manórajz .....	elégéges
Rajzoló geometria .....	jeles
Rajz .....	jeles
Bölcsészeti előtan .....	jeles
Szépirodalom .....	jeles
Testgyakorlás .....	jeles
Ének .....	jeles
Szabadkézi rajz .....	jeles
Gyógyászat .....	jeles
Francia nyelv .....	jeles
Egésztestgyógyászat .....	jeles
Irásképzés .....	jeles
Érettség .....	jeles
Magviselés .....	jeles

A tanári testület záró értekezési határozata: elöltt osztályba feljebb.  
 Kelt Zentán, 1915. évi július hó 29. napján.  
 [Signatures and stamps]

**Gimnáziumi bizonyítvány – a felsorolt tárgyakat tanulták akkoriban**

- vas
- kékeny – kobalt
- horgany – cink
- ólom
- ón
- mireny – arzén
- réz
- dárdany – antimon
- higany
- ezüst
- arany
- éreny – platina

Tanultak ezen kívül szerves vegytant is, a szerves vegyületek felosztását, alkatrészeit, megismerték az alkoholokat, szerves savakat, és más szerves vegyületeket, külön figyelmet fordítva a közéletben használtakra.

**A gimnázium gyűjteményei**

Mint már említettük, akkoriban fontosnak tartották a tanult anyag példákkal való alátámasztását. Ennek érdekében az iskolák különböző gyűjteményekkel rendelkeztek. A zentai gimnáziumnak például volt régi éremgyűjteménye, ásványgyűjteménye, több állatpreparátuma, beleértve egzotikus állatokat is (állítólag krokodiluk is volt). Többször működött botanikus kert is. Sajnos azonban mára ezeknek a szép gyűjteményeknek legnagyobb része elveszett a háborúk során.

A gimnáziumban működött könyvtár is, külön tanári, ifjúsági, illetve a szegény tanulók számára fenntartott is. Itt szép



**A gimnázium tanári kara, 1905 körül**

számmal voltak megtalálhatók természet-tudományi témájú kiadványok is. Az iskola gyűjteményeihez hasonlóan a könyvtár nagy része is elveszett.

**A vegytani szertár**

Ami a kémiai kísérletekhez szükséges eszközöket illeti, a gimnázium első éveiben, ezekben igen nagy hiány volt, az alapítás évében például mindössze 12 db kémcsővel rendelkeztek, így a tanulók egyáltalán nem dolgoztak önállóan. Nagy segítséget jelentettek egy helyi gyógyszerész, Heiszler Ferenc adományai, „több darab igen erős falú és nagy köbtartalmú vegyedény.” Később is érkeztek új eszközök a szertárba, de a kísérletek nagy részét még mindig a tanár végezte, a diákok pedig csak figyelték. Az iskola különös hangsúlyt fektetett a gázokkal való kísérletezéshez szükséges eszközökre, rendelkeztek durgázkészülékkel, és több gázfejlesztő készülékkel, amelyekkel élenyt (oxigén), kőnyet (hidrogén), klór- és világítógázt tudtak fejleszteni. A vegytani szertár legnagyobb része mára szintén elveszett.

**Zárszó**

Zentán a kezdeti nehézségek ellenére igen magas szintre fejlődött a vegytan tanítása viszonylag rövid idő alatt. Ez a kor a klasszikus kémia kora, amelyet 1859-től számítunk, azaz még gyerekcipőben járt, mikor az 1870-es években Zentán megkezdődött a tanítása. Ez azt jelenti, hogy telis-tele volt nyitott kérdésekkel, kiaknázatlan lehetőségekkel, és égető szüksége volt innovatív ötletre, tehetséges vegyészek új generációira, amit csak a kiváló

oktatásnak köszönhetően kaphatott meg. Számos olyan neves kémikust ismerünk, akik Zentáról indultak útjukra, itt szerették meg a kémiát, itt határozták el, hogy a tudománynak szentelik életüket.

Napjainkban, mikor a tudomány nagyobb iramban fejlődik, mint eddig bármikor, mikor a tehetséggondozás virágkorát éli, minden sarkon lehetőségek várnak a fiatal tudósjelöltekre, amikkel csak élniük kell, hogy megvalósíthassák álmukat. Ma egy tehetséges vajdasági elegendő ambícióval és elhivatottsággal, meg persze minőségi oktatással a háta mögött, bármit elérhet a tudományi terén akár itthon, akár külföldön, de sohasem szabad majd elfelejtenie, hogy honnan jött, és kinek köszönheti, hogy ott lehet, ahol van. ♦

*A szerzők a Természettudományos múltunk felkutatása kategória harmadik díjasai.*

**Irodalomjegyzék**

Dobos János: Középkorok: Zentai monográfiái füzetek, 1965  
 A zentai Történelmi Levéltár anyaga  
 Zentai Gimnáziumi értesítők (1976-1940)  
 A gimnáziumi professzorok életrajzai és önéletrajzai  
 Tanári értekezletek jegyzőkönyvei  
 A zentai Városi Könyvtár anyaga  
 A gymnasiumi tanítás terve s a reá vonatkozó utasítások, Magyar Királyi Egyetemi Könyvnyomda, Budapest, 1903.  
 Goreth A., A tanítás művészete, Franklin társulat, Budapest, 1888. (Fordította és átdolgozta dr. Havas Gyula, királyi tanárfelügyelő)  
 Csallóközi Jenő, Útmutató a gymnasiumi gyakorlati tanításban tanárjelöltek és kezdőtanárok részére, Klein és Ludwig nyomdája, Miskolc, 1909.



# A XXIV. Természet-Tudomány Diákpályázat pályázati felhívása

## Útmutató a diákpályázat benyújtásához

Természettudományi ismeretterjesztő folyóiratunk pályázatán indulhat minden, középfokú iskolában 2014-ben tanuló vagy akkor végző diák, határainkon belül és túl. Kérjük pályázóinkat, hogy dolgozataikat az alábbiak figyelembevételével készítsék el.

A pályázat terjedelme **8000–20 000 betűhely** (karakterszám, szóközökkel együtt) legyen, tetszőleges számú illusztrációval. A kéziratot három példányban kérjük benyújtani. A nyomtatott változattal együtt a pályázatot **CD-n** (vagy DVD-n) is kérjük, a szöveget word formátumban, a képeket, ábrákat *külön fájlban* (JPG vagy TIFF). A pályázat tartalmazza készítője nevét, lakcímét, e-mail-címét, telefonszámát, iskolája pontos címét irányítószámmal együtt és felkészítő tanára nevét, a borítékra írják rá: Diákpályázat, valamint azt is, hogy melyik kategóriában kívánnak indulni. A dolgozatok benyújtásának (postai feladásának) határideje mindegyik kategóriában **2014. október 31.** Felhívjuk pályázóink figyelmét, hogy dolgozataikat **csak a fenti formában tudjuk elfogadni.** A pályázat beadható személyesen (Budapest, VIII. Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444 Budapest, 8. Pf. 256.).

### Természettudományos múltunk felkutatása (I)

1. Az iskolájához vagy lakóhelyéhez, környezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tudós személyiségek – például tanárok, az iskola volt növendékei, akikből neves természettudósok lettek – életútjának, munkásságának bemutatása (eredeti dokumentumok felkutatásával és felhasználásával).

2. A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi emlékek bemutatása (laboratóriumi kísérleti eszközök, régi tudományos könyvek, régi tankönyvek, kéziratban maradt leírások, muzeális ritkaságok, ipari műemlékek – hidak, malmok, bányák –, vízügyi emlékek, botanikus kertek, csillagvizsgálók stb.).

3. A dolgozat írója tágabb régiójához kapcsolódó tudományos vagy műszaki intézmények története, tudóstársaságok története,

eredeti dokumentumok bemutatásával.

### Önálló kutatások, elméleti összegzések (II)

Önálló kutatáson a természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében végzett diák-kutatások bemutatását értjük. Különösen örülnénk az egyéni, fiatalos, a cikkírók alkotó gondolataiból kifejlesztett kutatásokról szóló élvezetes és szakszerű beszámolóknak.

Az elméleti összegzések is önálló kutatásokat kívánnak meg. Azoknak javasoljuk, akiknek nincs lehetőségük a természet önálló kutatására, de örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok végeláthatatlan tárházában, és képesek onnan elővarázsolni, megmutatni a Természet Világa olvasóinak a tudomány újdonságait.

Szeretnénk elérni, hogy a pályázók a könyvtárakban, a világháló révén, a laboratóriumi-gyakorlati látogatások alkalmával és más módon szerzett értesüléseiket csak forrásként – vagyis nem saját alkotásként! – használják fel. A szerkesztőség és a bírálóbizottság fontosnak tartja, hogy a diákok és a felkészítő tanárok a Természet Világát tekintésük a dolgozat első megmértetési lehetőségének.

### A pályázat feltételei

1. Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvashatóak, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalan állapotúak legyenek. Ezúton kérjük a felkészítő tanárokat, szíveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni tanítványaiknak. Ne feledjék, hogy a diákpályázat cikkírói pályázat is, ezért a dolgozatokat úgy kell megírni, hogy annak tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. Ennek elősegítésére és a bírálóbizottság munkájának megkönnyítésére a pályamunkák irodalomjegyzékkel, benne a forrásmunkák megjelölésével fejeződjenek be! A szó szerinti idézetek forrásá-

nak fel nem tüntetése etikai vétség, és a dolgozatnak az értékelésből való kizárásával jár.

2. A pályázatokat a szerkesztőbizottságból és a szerkesztőségéből felkért bizottság bírálja el.

3. Pályadíjak mindkét (I–II.) kategóriában:

1–1 db I. díj 30 000–30 000 Ft  
2–2 db II. díj 20 000–20 000 Ft  
3–3 db III. díj 10 000–10 000 Ft,  
valamint számos különdíj.

A pályázat díjait 2015 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban közzéteszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2015-ben lapunkban folyamatosan megjelentetjük. A kiemelkedő pályamunkák diák szerzőinek a feldolgozott témában történő további elmélyüléséhez szerkesztőbizottságunk tagjai és más felkért szakemberek nyújtanak segítséget. Arra kérjük tanár kollégáinkat, hogy tehetséges diákjaikat bátorítsák a pályázatunkon való részvételre, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget a kidolgozandó témakörök kiválasztásához.

### A kultúra egysége különdíj

A *Simonyi Károly* (1916–2001) akadémikus által alapított különdíjra a 2014-ben középfokú intézményekben tanuló magyarországi és határainkon túli diákok pályázhatnak. Ez a különdíj a kiíró szándékai szerint a humán és a természettudományos kultúra összefonódását hivatott elősegíteni.

Ajánlott témák:

1. Az európai kultúra egysége egy magyar művész vagy tudós életművében.

2. Kísérletek a művészi hatás, a művészi élményadás és a fizikai-matematikai törvényszerűségek kapcsolatának felderítésére (festészet–színelmélet, zene–matematika, építészet–matematika stb.).

3. Egy huszadik századi polihisztor. Olyan ember életének és munkásságának

bemutatása, akinek a személyiségében megvalósult a kultúra egysége.

A három ajánlott kérdéskörön túl természetesen bármely más önállóan választott témával is pályázhatnak diákjaink. Az egyéni ötleteket, a jól kivitelezett új kezdeményezéseket a bírálóbizottság örömmel veszi.

A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választathatják meg.

A kultúra egysége különdíjra pályázókra egyebekben a Természet–Tudomány Diákpályázat pontokba foglalt feltételei érvényesek.

Díjazás: I. díj: 25 000 Ft, II. díj: 15 000 Ft, III. díj: 10 000 Ft.

### Szkeptikus különdíj

*James Randi*, a világhírű amerikai szkeptikus bűvész ebben az évben is különdíjat ajánlott fel annak a pályázónak, aki a parapszichológia vagy a természetfölötti témakörben a legkiemelkedőbb pályaművet nyújtja be a Természet–Tudomány Diákpályázatra.

A különdíjra az alábbi ajánlásokat tette:

A résztvevőkre a hagyományos pályázati kategóriák szerinti elvárások érvényesek életkor, lakhely stb. tekintetében.

Alapszempontok a díjazott pályázat kiválasztásához: a) a tiszta érvelés, b) átgondolt, komoly előadásmód, c) bizonyítékok megfelelő megalapozottsága, d) a kísérleti adatok bemutatása (ha a pályázó használ ilyet).

A bírálóbizottság döntését a fenti szempontok, illetve bármilyen egyéb saját szempont figyelembevételével hozza meg, de a kiválasztás nem történhet aszerint, milyen következtetésre jutott a pályázó, bármennyire is úgy érzik a bírálók, hogy a következtetés nem helytálló. Mindaddig, amíg a pályázó a tudomány által elfogadott módszerek és eljárások alapján jut a végkövetkeztetésig, a bírálóbizottságnak el kell azt fogadnia.

Felajánlásom a hagyományos díjakkal együtt is odaítélhető, amennyiben a bizottság azt úgy látja helyesnek.

Különdíjammal szeretnék hozzájárulni a magyar diákok kritikai gondolkodásának fejlődéséhez.

A szerzők szíves hozzájárulásával mindent el fogok követni, hogy a díjnyertes, valamint még néhány arra érdemes pályaművet lefordíttassam és megjeleníttessm egy színvonalas amerikai folyóiratban.

### Matematikai különdíj

*Martin Gardner* (1914–2010), a kiváló amerikai matematikus emlékét őrzi ez a különdíj. Különdíjára az alábbi irányelvek vonatkoznak.

A középiskolások pályázhatnak bármilyen, a matematikával kapcsolatos önálló vizsgálódással. Itt nem valamilyen új tudományos eredményt várunk, hanem olyan egyéni módon kidolgozott és felépített ismeretterjesztő dolgozatot, amelyben a pályázó elemző áttekintést ad az általa szabadon választott témakörből.

Néhány javasolt téma:

1. Egy ismert vagy újonnan kitalált játék matematikai háttere.

2. Önálló kérdésfelvetés, sejtések megfogalmazása és ezek „jogosságának indoklása”.

3. Egy matematikai módszer vizsgálata és alkalmazása egymástól távol eső területeken.

4. Váratlan és érdekes összefüggések, és ezek magyarázata.

5. A matematika valamely kevésbé ismert problémájának a története.

6. Variációk egy témára: egy feladat vagy tétel kapcsán a kisebb-nagyobb változtatásokkal adódó problémacsalád vizsgálata.

7. Legnagyobb, legérdekesebb matematikai élményem, történetem (órán, versenyen, olvasmányaimban, előadáson stb.).

A fentiek csak mintául szolgálnak, a pályázók teljesen szabadon választhatják meg a feldolgozás keretét és módszerét, a pályamű tartalmát és formáját egyaránt. A bírálóbizottság örömmel vesz minden egyéni ötletet és kezdeményezést.

Fontos, hogy a dolgozat stílusa színes, olvasmányos legyen, és megértése ne igényeljen mélyebb matematikai ismereteket.

Díjazás: I. díj 25 000 Ft, II. díj 15 000 Ft, III. díj 10 000 Ft.

### Orvostudományi különdíj

*Ernst Grote*, a Tübingeni Egyetem agysebészeti tanszékének professzora az orvostudomány témakörében különdíjat tűzött ki a Természet Világa Diákpályázatán a következő irányelvek alapján:

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló, másutt még nem publikált tanulmányokkal, melyeknek az orvostudomány múltját és jelenét, nagyjainak életét és életművét, az orvostudománynak az egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését vagy bármely más idevágó, az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését (szép-

irodalom, festészet, film, tévéfilm és sorozatok) és annak elemzését, szabadon választott témakört dolgoznak fel, akár hazai, akár külföldi vonatkozásban.

2. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az egyéni megközelítésű, elmélyült búvárkodásra utaló, olvasmányosan megírt pályaművek.

3. A cikk feldolgozásának módját és formáját a pályázók szabadon választathatják meg.

4. A különdíj nyertese a diákpályázat általános kategóriájának nyertese is lehet.

5. Díjazás: I. díj 90 euró, II. díj 60 euró, III. díj 30 euró.

### Biofizikai-biokibernetikai különdíj

*Varjú Dezső* (1932–2013), a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem egykori biokibernetika tanszéke emeritus) professzorának biofizikai-biokibernetikai különdíjára vonatkoznak a következő irányelvek:

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló biofizikai-biokibernetikai témájú dolgozattal.

2. Javasolt témák: az érzékszervek és az idegrendszer működésének biofizikája, az állati és növényi mozgástípusok elemzése, az állatok magatartásának kvantitatív (szám szerű) vizsgálata, matematikai modellek a biológiában, az élő szervezetek és a környezet kölcsönhatása, a biofizikai vizsgálati módszerek fejlődésének története, híres biofizikus kutatók pályafutásának ismertetése.

3. Olyan dolgozatokat is várunk, melyek a biológiában használatos valamilyen fizikai elven alapuló vizsgáló és mérő berendezések működését, felépítését ismertetik (például ultrahangos, lézeres, röntgenes vizsgálatok vagy szövettani metszetek készítése).

4. A különdíj nyertese a diákpályázat általános kategóriáinak valamelyik nyertese is lehet.

5. A dolgozat ismeretterjesztő stílusú, olvasmányos legyen; megértése ne igényeljen túl mély fizikai, matematikai, illetve biológiai ismereteket. A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választathatják meg.

Díjazás: I. díj 90 euró, II. díj 60 euró, III. díj 30 euró.

**A Természet Világa szerkesztősége és szerkesztőbizottsága**

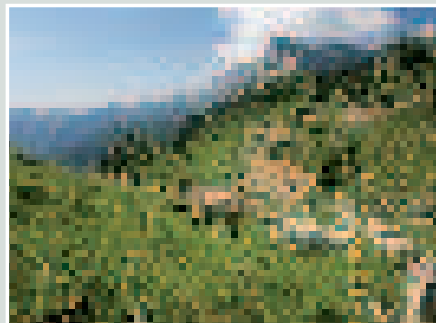
# Montenegró



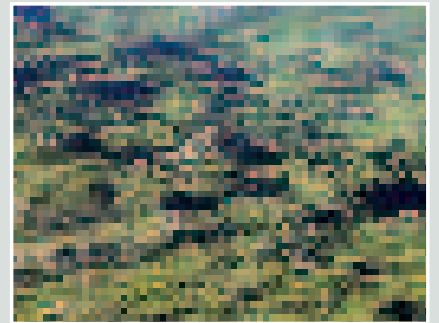
A Rijeka Crnojevica bevágódott meandere a Shkodrai-tó közelében



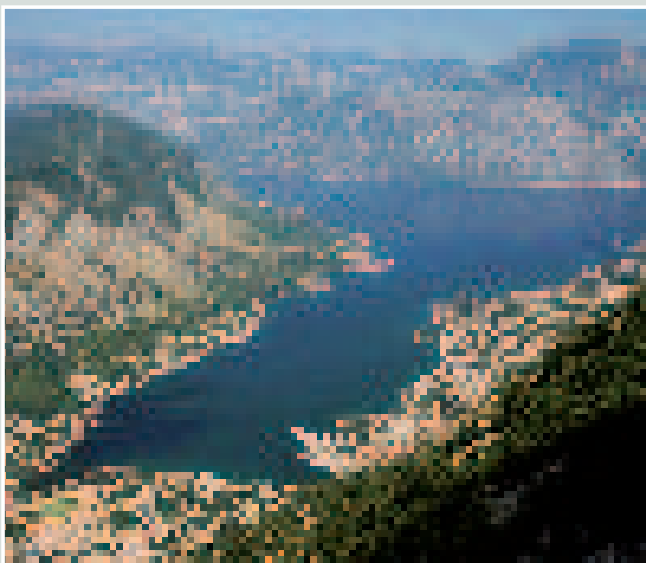
Mély, meredek falú töbrök a Sinjajevina-hegység központi részén



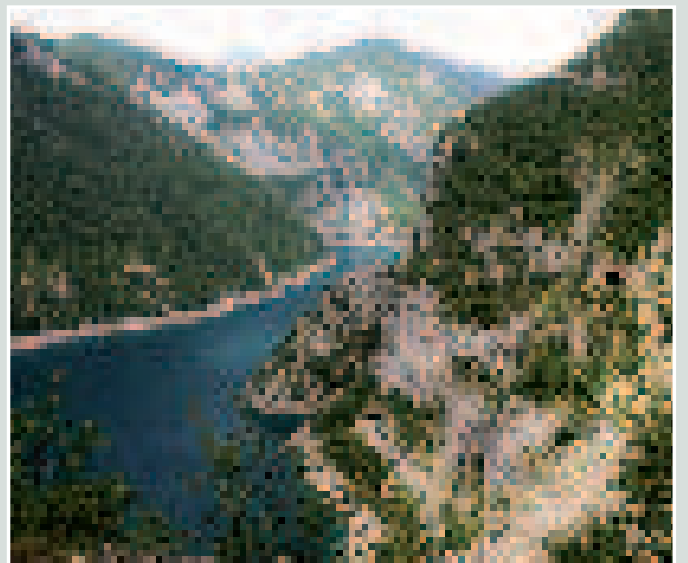
Legelésző kecskék a Sinjajevina-hegységben



A Sinjajevina-fennsík jég által csiszolt, de karsztos oldódással is formált hullámos felszíne



A Kotori-öböl legbelső csücske a névadó településsel



A Piva-kanyon egyike Montenegró leglátványosabb szurdokainak, bár jelentős részét egy völgyzáró gát mögött kialakult tó tölti ki

Keresse a könyvesboltokban  
vagy rendelje meg online  
25% kedvezménnyel a  
[www.typotex.hu](http://www.typotex.hu) oldalon.

*Mark Natanson*



*Az evolúció hatása  
mindennapi viselkedésünkre*

TYPOTEX



**na**  
Nemzeti Alapítvány