

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY -

145. évf. 11. sz.

- 2014. NOVEMBER

ÁRA: 650 Ft

Előfizetőknek: 540 Ft



■ A MATEMATIKUSOK VILÁGKONGRESSZUSÁN

■ A HOMOSZEXUALITÁS GENETIKÁJA

■ HÁROMSZOR SZÜLETŐ FOLYÓ

■ PROSZTATARÁK

■ EGYETEMEK, RANGSOROK

■ AZ ÜSTÖKÖS SZONDÁJA

■ EGY ERDÉLYI TUDÓSTANÁR, GÁBOS ZOLTÁN KÖSZÖNTÉSE

A Duna forrásvidéke

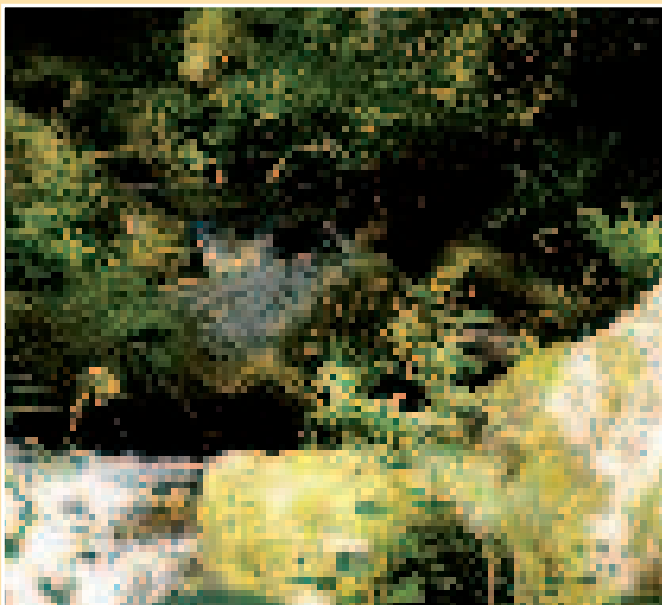
Tipikus fekete-erdei táj
Steinach felett, a gerinceken
sötét fenyvesekkel, a lankás
hegyoldalakon, völgyekben
legelőkkel, kaszálókkal,
tanyákkal, kisvárosokkal



A Breg forrása. Gránitsziklák között bukkan elő a Breg-patak
vize, ebben a csermelyben születik meg Európa fő folyama



Fogadó a Breg-Duna forrása felett. Mögötte pár lépésnyire
húzódik a gerinc, a Duna-Rajna vízválasztója



A Breg itt még patakaként csordogál



A Brigach és a Breg összefolyása. Donaueschingen határában egyesül
a Breg (balra) és a Brigach (jobbra), innen már Dunaként halad a víz a
Fekete-tengerig

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI
TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
145. ÉVFOLYAMA



2014. 11. sz. NOVEMBER
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
Levél cím: 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
vezérgazdátó

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

Mécs Anna: Miről árulkodnak a számok?	
Nyolc magyar előadó a matematikusok világkongresszusán	482
<i>E számunk szerzői</i>	486
A 90 éves Gábos Zoltán köszöntése	
Gábos Zoltán: Eredményeiről, röviden	487
Néda Zoltán: Emlékképek egy születésnap alkalmából	488
Toroczkai Zoltán: Egy születésnap margójára	490
Máthé Márta: Egy történet	490
Gündischné Gajzágó Mária: Professzoromra emlékezem	491
Gábos Judit: Nem lett zongoraművész	491
Ágoston Hugó: Gábos Zoltán teljes világa	492
Gábos Zoltán tanári tízparancsolata	493
Both Előd: A Rosetta első eredményei	494
Scheuring István: A homoszexualitás evolúciógenetikai háttere Geofizikus a változó világban. Beszélgetés Timár Gábor tanszékvezetővel.	496
Németh Géza interjúja	501
Trájer Attila: Lepkeszűnyogok és klímaváltozás	505
Harangi Szabolcs: Tűzhányó-hírek. 2014. 3. negyedév	509
<i>HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSEGEK</i>	513
Csath Béla–Papp Péter–Szabó Zoltán: Száz éve indult a magyarországi kőolajbányászat – Egellen	515
Zátonyi Szilárd: Háromszor születő folyó, a Duna	518
Szili István: Kétségek és tanulságok. Pusztatemplom és Krisna-völgy	521
<i>ORVOSSZEMMEL</i> (Matos Lajos rovata)	524
Hollósy Ferenc: Egy daganat – többféle tumoros sejtvonallal	525
Carlo Rubbia és a CERN (Bencze Gyula összeállítása)	526
<i>FOLYÓIRATSZEMLE</i>	527
<i>KÖNYVSZEMLE</i>	528

Címképünk: Fantáziakép a Philae novemberi leszállásáról
(A Rosetta első eredményei című cikkünkhöz – Fotó: ESA)

Borítólapunk második oldalán: A Duna forrásvidéke (Zátonyi Szilárd felvételei)
Borítólapunk harmadik oldalán: Gábos Zoltán fényképalbumából

Mellékletünk: Bencze Gyula: A tudás rangot ad. Egyetemek, rangsorok. Rezsabek Nándor: Volt egyszer a Csillagászat Baráti Köre. Csillagászat a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatban (Nyerges Gyula összeállítása). Szabados László: Ponori Thewrewk Aurél halálára. Ponori Thewrewk Aurél: Halálom és feltámadásom története. Hogyan kapott Budapest planetáriumot (Silberer Vera interjújából). Magyarfalvi Gábor: Kémiai diákolimpiák – 2014. A XXIII. Természet–Tudomány Diákpályázat cikkei (Fehér Krisztián, valamint Szombati Mirtill írása)

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

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

Főszerkesztő: STAAR GYULA

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

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Titkárságvezető:
LUKÁCS ANNAMÁRIA

MÉCS ANNA

Nyolc magyar előadó a matematikusok világtalálkozóján

Miről árulkodnak a számok?



Nyolc magyar meghívott előadó vett részt a matematikusok négyévente, idén augusztusban Dél-Koreában rendezett kongresszusán. Ezzel országunk a meghívott előadók születési helyét tekintve az első tíz között szerepelt. Am a nyolc matematikus közül csupán Pintér János kutat teljes időben Magyarországon, Pach János ideje felében, hat matematikus pedig lényegében pályafutása jelentős részében külföldi egyetemeken, kutatóhelyeken ért el sikereket. Mit mondanak el ezek a számok a magyar matematikáról?



A ma már a matematikusok legnagyobb összejöveteleként számon tartott kongresszus ötlete százhusz éve vetődött fel először. Az Amerika felfedezésének 400. évfordulója alkalmából rendezett eseménysorozat részeként meghívtak csillagászokat és matematikusokat 1893-ban Chicagóba. A 45 matematikus külön szekcióban ülésezett, 41-en az USA-ból érkeztek, és csupán négyen Európából. Köztük Göttingenből Felix Klein. Ő fogalmazta meg, hogy a matematika sokak szerint a csillagászat elválaszthatatlan része, a közvélemény a modern matematikát érdektelennek és haszontalannak tartja. Kifejezte reményét, hogy ez a vélekedés hamarosan a múltba vész, ennek érdekében nemzetközi uniókat és kongresszusokat kell szervezni. Ez az ülésezés a Matematikusok Nemzetközi Kongresszusa (ICM) történetében egy nulladik alkalomnak tekinthető.

A matematikusok első nemzetközi kongresszusaként az 1897-es zürichi tanácskozást tartják számon. A közel kétszáz résztvevőnek többek között Henri Poincaré, Giuseppe Peano és Felix Klein adott elő. Az ezt követő, 1900-as párizsi találkozó előtt több mint ezren jelezték részvételi szándékukat, ám a tömegtől és a magas áráktól tartva végül csak 230-an jelentek meg. Itt foglalta össze David Hilbert az általa legfontosabbnak vélt, akkor megoldatlan 23 matematikai problémát. A franciaországit követően négyévente tartottak kongresszust, kivéve, ha a történelem közbeszólt. A két világháború megszakította ezt a sort: az 1912-es találkozót 1920-ban követte az újabb, az 1936-ost pedig 1950-ben. Az 1982-es Varsóba tervezett kongresszus esetén a lengyelországi politikai helyzet miatt felvetődött a helyszín megváltoztatása, ám végül 1983-ban az eredeti tervek szerint Varsóban rendezték meg az eseményt.

1990-ig Európában és Észak-Amerikában tartották a kongresszusokat. Az az évi kiotói helyszín és a 2002-es pekingi

tanácskozás óta már jobban nyitnak más kontinensek felé a szervezők: 2010-ben India, idén Dél-Korea, 2018-ban pedig Brazília látja vendégül a világ matematikusait.

Ma már az 1920-ban először, majd kis szünet után 1950-ben újraalapított Matematikusok Nemzetközi Uniója (IMU) szervezi a kongresszusokat (az IMU elnöke 2007

lői alapján, kiemelkedően szervezett és sikeres volt, például a plenáris előadások az előzetes felkészítésnek is köszönhetően élvezetesebbek és népszerűbbek voltak.

Ezek a számok, események jól mutatják, hogy Felix Klein reménye beteljesült: a matematikusok aktív közössége, az általuk művelt szerteágazó területek, vagy ép-

Ország	Az adott országban született meghívott előadók	Közülük az adott országban PhD-fokozatot szerzők	Közülük az adott országban (is) dolgozók
Franciaország	30	27	27,5
egykori Szovjetunió	27	17	4
USA	26	26	22,5
Nagy-Britannia	12	11	8
Németország	12	10	6
Olaszország	9	8	6,5
Kína	9	2	2
Magyarország	8	2	1,5
Izrael	7	4	3
Dél-Korea	6	0	6
Japán	6	6	6

és 2010 között Lovász László volt), 2011 és 2014 között pedig a történelem során először női elnök áll a szervezet élén, Ingrid Daubechies belga származású amerikai matematikus személyében. A szóbeli kongresszusra rekordszámú, több mint 5000 résztvevő érkezett 122 országból, akik 19 szekcióban hallgathattak prezentációkat a huszonegy plenáris előadás mellett. Az „Álmok és remények a későn kezdőknek” témájú programnak köszönhetően a fejlődő országokból is sokan érkeztek Dél-Koreába – 662 matematikus 85 országból. Az esemény jelentőségét tovább emeli, hogy a nyitóceremónián adják át a Fields-érem mellett a Nevanlinna- és a Gauss-díjat, valamint a Chern-medált. Az idei konferencia, a résztvevők beszámó-

pen a négyévente rendezett világtalálkozásra éves bizonyítéka a matematika önálló és élő tudományának.

Matematikusok számokban

A meghívott előadóról szóló, a European Mathematical Society Newsletter júniusi számában szereplő statisztika sokat elárul mind a magyarországi születésű matematikusokról, mind általában a matematikustársadalomról. A 206 meghívott előadó átlagéletkora 46,7 év – ahogy a magyar előadóké is –, közülük csupán 27 nő. Érdemes megjegyezni, hogy a Fields-medállal idén először nő is kitüntettek. A meghívott előadók szü-

lőhelyét vizsgáló adatsorból kiderül, hogy több mint harmaduk Franciaországban, a Szovjetunióban vagy az USA-ban született, és 152-en érkeztek a születési hely szerinti sorba rendezés első tizenegy országából. Az is látható, hogy sok ország esetében a doktori fokozatot az előadók jó része külföldön szerezte meg; e téren az USA volt a legnagyobb vonzerő, 59 nem amerikai születésű meghívott előadó szerzett ott doktori fokozatot. A legtöbbet „vesztő” országok között a Szovjetunió 27 meghívottjából 10-en, Dél-Koreában 6-ból 6-an, Magyarországon 8-ból 6-an, Izraelben 7-ből hárman nem az anyaországban szereztek meg a doktori fokozatukat. Munkahely szempontjából is változó a helyzet: Franciaország, az USA, Dél-Korea és Japán esetén szinte mindenki az anyaországában dolgozik, míg Németországban 12-ből csak 6-an, az egykori Szovjetunió területén 26-ból már csak hárman, Kínában pedig csupán 2-en a 9-ből. A nyolc meghívott magyarországi születésű előadó közül pedig Pintz János dolgozik teljes időben Magyarországon, Pach János ideje felében, a többi előadó pedig külföldi egyetemeken, kutatóhelyeken tevékenykedik.

Mi alapján kéri fel az előadókat?

A konferenciára az elmúlt négy év legjelentősebb eredményeiből válogatnak a szekcióvezetők. A meghívás mind a kutatóknak, mind a kutatási területnek nagy presztízt jelent. A magyar származású előadókat arról kérdeztük, hogy szerintük mi lehet a vezérelv a meghívások esetén. Virág Bálint az eredmény matematikai erejét, az adott téma nemzetközi elismertségét és a szakmatematikán túli jelentőségét emelte ki. Ehhez kapcsolódott Székelyhidi László is, aki elmondta, hogy az Euler-egyenlet és a turbulencia kapcsolatról szóló eredményei alapján az elmúlt 2–3 évben több olyan konferenciára kapott meghívást, amelyeknek az alaptémája eltért az eredeti háttérétől, azaz feltehetően az ICM szervezői nyitnak a több, akár távolabbi témákhoz is kapcsolódó területek felé. Sok esetben egy konkrét siker, például Pintz Jánosnak a D. Goldstonnal és C. Yıldirimmel közös, az ikerprim-sejtés megoldásához közelebb vivő eredménye a meghívás oka. Erdős László is egy Horng-Tzer Yau-val közösen bizonyított régi, véletlen mátrixokhoz kapcsolódó sejtés bebizonyításának tulajdonítja a meghívást, és kiemeli, hogy „ehhez hosszabb út vezetett, nem egyötletes bizonyítás volt, hanem valamit fel kellett építeni, ami kicsit új megvilágításba helyezte a véletlen mátrixok elméletét”. Véleménye szerint az ICM előadásai tipikusan ehhez hasonló érettebb eredmények összegrézsei. Vasy

András eredményének hatásában is látja a meghívás okát. 2010-ben új megközelítést vezetett be az úgynevezett nem elliptikus parciális differenciálegyenletek analizésére, mint elmondta, a hullámegyenletek globális analizése az egyik hasznélvezője ennek a megközelítésnek. Vagyis az adott téma fontosságát, az adott eredmény újszerűségét, jelentős hatását, univerzalitását is jelezheti egy-egy meghívás.

Miért sok a magyar meghívott?

A magyar előadók nagy része magyarországi középiskolában tanult, így feltételezhető, hogy a matematikai tudásuk megalapozásának is lehet jelentősége mostani sikereik mögött. Pach János szerint a középiskola az a terep, ahol az ember szemlélete, problémamegoldó képessége kibontakozhat, és ezen a téren Magyarországnak jelentős hagyományai vannak. Vasy András a speciális gimnáziumi programokat említi, ahol egyrészt a kiemelkedő tanároknak van szerepük abban, hogy felkeltsék a matematikai érdeklődést a diákokban, másrészt a tehetséges osztálytársaknak, akikkel szoros, akár szakmai kapcsolatot lehet teremteni. Többen a középiskolai tanulmányi versenyek és a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok (KöMaL) jelentőségét hangsúlyozzák – a KöMaL-os pontversenyen mind a nyolc előadó részt vett. Ezek segítségével tudásanyagukat bővíthették, rutint szerezhettek, és a matematikusság „demóverzióját” is megtapasztalhatták, hiszen matematikai feladatokra, néha problémákra, nehéz kérdésekre kellett minél szebb megoldást találniuk. Habár a Székelyhidi-testvérek középiskolai éveik nagy részét Kuvaitban töltötték, László a kiutazás előtt egy évet magyarországi gimnáziumban tanult. Mint elmesélte, az oxfordi ösztöndíját többek között a felvételi kiküldött tesztés részén elért jó eredményének köszönheti, melyhez szerinte az egy évnnyi magyarországi képzés is nagyban hozzájárult.

Magyarországi indulás, külföldi pályafutás

A magyar előadók fele szerezte meg itthon, az ELTE-n matematikusi diplomáját. Többeket fűtött a kalandvágy, jó ösztöndíjat szerezve indultak el már 18 évesen itthonról. Doktori képzésre pedig már csak ketten maradtak Magyarországon. Sok esetben az egyetem alatt kialakuló érdeklődés vezette őket olyan külföldi kutatóhelyre, ahol mélységében foglalkoztak témájukkal. Hajtotta őket a tudományos életben teljesen általános, külföldi tapasztalat megszerzésének fontossága is. A kinti hatásokra pedig a már megkezdett témában, vagy a témavezető hatására választott területen elmélyedő kutatók sokszor egyre messzebb kerültek az itthoni kutatásoktól. Többük életútjából kiderül, hogy itthon nem, vagy csak az elmúlt pár évben kutatják azt a területet, amelyben ők nagyobb eredményeiket elérték. Ennek egyik oka, hogy a magyar matematika a XX. század folyamán erősen tematizálttá vált a nagyhatalmú matematikusok által, mely persze nem jelenti e témák kizárólagosságát. Erdős László egyetemistaként, a nyolcvanas években úgy látta, hogy a magyar matematika egyoldalú: a kombinatorika, a számítástudományok és a számelmélet bizonyos ágai – többek között Erdős Pál hagyatéka – széles spektrumban voltak jelen, az e téren dolgozó csoportok vezetői közül 5–6 nemzetközileg is elismert matematikus volt, viszont, aki mással akart foglalkozni, az sokkal kevésbé találta meg a lehetséges kapcsolódási pontokat. Magyarország, kis ország volta miatt, képtelen lefedni a matematikai kutatások egészét, kiváltképp, mert a számtalan születő terület egyre szerteágazóbb. Ahogy Vasy András mondja, az ő témája sem különösebben kutatott Magyarországon, de hozzát teszi, hogy az USA-ban is nagyjából egy tucat egyetemen jelenik meg az a terület meghatározóbban. Pach János hozzát teszi, általános jelenség, hogy a sikeres matematikusokra sok országban lehetnek büszkéik.

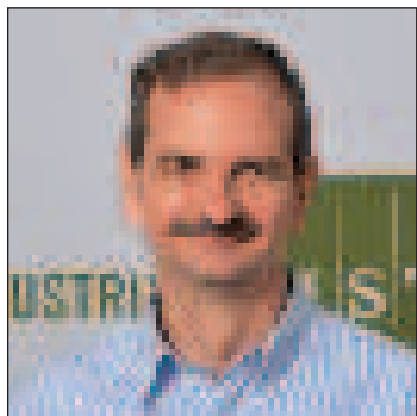
A külföldön kutató hat előadó közül Erdős László egykori tanára, Szász Domokos kutatócsoportjával, Kollár János pedig az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetben kutató algebrai geometriával foglalkozó csoporttal tartja aktívan a kapcsolatot. Ketten pedig egy-két évre magyarországi csoportokhoz csatlakoztak: Virág Bálint a Rényi Intézetben Marie Curie-ösztöndíjjal kapcsolódott be az itthoni kutatásokba, Székelyhidi László pedig az MTA és az ELTE nagy hálózatokkal foglalkozó közös kutatócsoportjába tért haza hét hónapra. Székelyhidi Gábor és Vasy András magyarországi kutatókkal nem tartja a kapcsolatot, mivel témájukat lényegében senki nem képviseli itthon.

Nehéz megítélni, hogy a magyarországi matematikáról általánosságban mit mond el az, hogy nyolc magyarországi születésű matematikus adott elő a matematikusok legnagyobb és legjelentősebb kongresszusán. A meghívottak válaszaiból kiderült, hogy a középiskolai matematikai tehetség gondozás elvitathatatlanul szerepet játszott ebben, ám mivel kutatási témájukban legtöbbször külföldön teljesedtek ki, így a magyar matematika sikerének már kevésbé tekinthetjük a nagyszámú meghívott magyar előadót. Mivel a nemzetközi-

ség, a kiemelkedő matematikusok esetén a legjobb témavezetők, majd később kutatócsoportok felkeresése teljesen természetes, így különösebben nem meglepő, hogy a nyolc kutató közül a legtöbben külföldi egyetemeken értek el nagy sikereket. Virág Bálint az elmúlt év tapasztalatai alapján hozzátette, hogy szerinte vonzóbbá tenné az itthoni lehetőségeket, ha az egyetemen javulnának a körülmények. „Jelenleg sajnos az egyetemi rendszer olyan, hogy a külföldről hazajövő leglelkesebb kollégáim sem bírják sokáig. A legfelső szinten van a Lendület program, ami nagyon hasznos, de szükség lenne egy tágabb kutatói bázisra is.” – fogalmazta meg kritikáját a 2013 óta itthon kutató matematikus.

A meghívott magyar előadók

Erdős László



isi.ac.at

Erdős László diplomázás után elindult Amerikába, és lényegében csak tizennégy év elteltével, 2003-ban tért vissza Európába. Magyarországon Szász Domokos és Krámlí András iskolájában nőtt fel: a fizika és matematika kapcsolatának rendkívülisége ott bontakozott ki előtte – a két magyar matematikus az idén Abel-díjjal jutalmazott, moszkvai születésű Yakov G. Sinainál tanult. Hogy doktori iskolába Princetonba jelentkezett, elmondása szerint természetes volt, mivel Princeton a matematikai fizika fellegvára, későbbi témavezetője, Elliott Lieb pedig máig a terület első számú tekintélye. „Habár a magyarországi csoport nemzetközileg is ismert, kiváló és koherens, máig létezik, de a lehetőségeik nem összemérhetőek a princetoniakkal.” – mesélte Erdős László.

Később Lieb vezetésével, majd 17–18 éve Horng-Tzer Yau-val új területekre kalandozott: „Jelenleg leginkább véletlen mátrixokkal foglalkozom. Sem ezek, sem előző témáim lényegében nincsenek jelen a magyarországi kutatásokban.” Szász Domokos csoportjával még valamelyest tartja a kap-

csolatot, ám matematikusi szakmai életében a magyar származásnak nincs jelentősége.

Erdős László a princetoni doktori és egyéves zürichi kutatás után három évig a New York-i Courant Intézet munkatársa volt, majd öt évig a Georgia Institute of Technology kutatója. Utána tíz évig a müncheni Ludwig-Maximilians Egyetem professzoraként dolgozott. 2013 óta az ausztriai Institute of Science and Technology-ban vezeti az Európai Kutatói Tanács által támogatott csoportot.

Kollár János

Kollár János – aki már másodszerre ad elő a kongresszuson, 1990-ben Kiotóban is meghívott előadó volt – sikeres diákolimpiai szereplések és egy ELTE-s matematikusdiploma után nem itthon szerezte meg a doktori fokozatot. Az algebrai geometria iránt másodéves korában kezdett el érdeklődni. Habár Fried Ervin és Márki László támogatták, de mélységeiben akkor itthon senki sem foglalkozott ezzel a témakörrel. „Moszkvába próbáltam eljutni doktorandusznak, de a marxizmusból vizsgáztató tanár megakadályozta. Véletlen szerencse, hogy 1981-ben kijutottam az USA-ba, magyar szempontból illegálisan.” – meséli kalandos útját Kollár. Így fokozatát az amerikai Brandeis Egyetemen szerezte meg, témavezetője az algebrai geometria nagy alakja, a japán Teruhisa Matsusaka volt, akiről Kollár azt írta, hogy legszívesebben a horgászcsonkjában üldögtelt matematikai problémákon gondolkodva. A Harvardon, a Utah-i Egyetemen is kutatót, 1999 óta pedig a Princetoni Egyetem professzora.

Mint elmondta, azóta Magyarországon is működik algebrai geometriával foglalkozó



math.princeton.edu

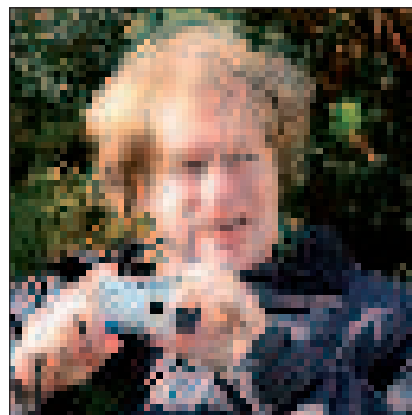
csoport a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetben, velük aktívan tartja a kapcsolatot. Közös cikkeket publikálnak Szabó Endrével és Némethi Andrással, 2001-ben fél évet vendégkutatóként ott is töltött. 2006-ban az Amerikai Matematikai Társaság háromévente odaítélt algebrai Cole-díját nyerte el az al-

gebrai variációk és John Nash 1952-es sejtésével kapcsolatos munkájáért.

Staar Gyulának a *Matematikusok és teremtett világuk* című könyvében így nyilatkozott a matematikusságról: „A jó matematikusok különfélék. Többféleképpen lehet művelni ezt a tudományt. A sikerhez is sokféle út vezet. Számomra a legfontosabb, hogy mindig nyitott szemmel igyekszem járni, és mindenütt keresem a kapcsolatokat.”

Pach János

Tudóscsaládban nőtt fel Pach János. Édesapja Pach Zsigmond Pál történész volt, nagybátyja pedig Turán Pál matematikus. Az ELTE-n



szerzett diplomát és doktori fokozatot, kezdő kutatóként az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetében Fejes Tóth László diszkrét geometriai osztályára került, tőle kapta az első kombinatorikai színezetű geometriai problémákat. A Courant Intézetben, az alkalmazott matematika fellegvárában egészen új közegbe került – Micha Sharirral robotok mozgását tervezte Jack Schwartz laborjában. „Kiderült, hogy az Erdős-féle kombinatorika, extrémális halmazelmélet és gráfelmélet – amit én Magyarországon megtanultam – nagyszerűen alkalmazhatóak ezen a területen.” – mesélte az Élet és Tudományban. Bábáskodhatott a Discrete & Computational Geometry-nek nevezett tudományterület születésénél. 2008-ig Amerikában, a New York-i City College-ban kutatót, 2008 óta leginkább Európában tölti idejét: az év felét a svájci École polytechnique fédérale de Lausanneban, másik felét Budapesten a Rényi Intézetben. Szülői előadásában azt a kérdést feszegeti, hogy mitől olyan hatékony Turán tétele és annak általánosításai, Erdős, Szekeres, Hajnal és Rado Ramsey-elmélete, Szemerédi regularitási lemmája éppen a geometriában. „Az utóbbi tíz év kutatásai azt igazolták, hogy bizonyos természetes feltételek mellett, melyek például az algoritmikus geometriában felmerülő kérdések zöménél automatikusan teljesülnek, a fent említett tételeknél jóval erősebb állítások igazak.” – mondja Pach János.

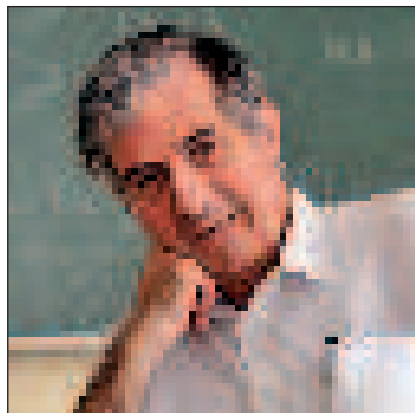
Hozzáteszi, ezek felhasználásával sok meglepő geometriai eredményt sikerült igazolni, melyek közül néhánynak érdekes algoritmuselméleti alkalmazásai is vannak.

Pintz János

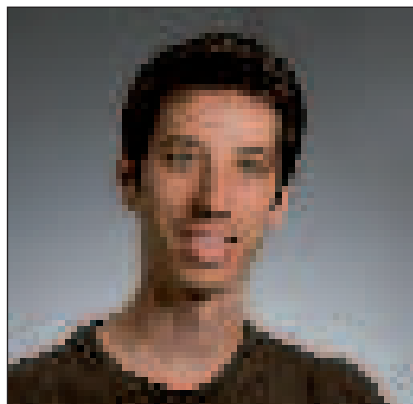
Pintz János Széchenyi-díjas matematikus világéletében Magyarországon tanult és kutatott. Az ELTE-n megszerzett diploma után az egyetemen oktatott, 1977 óta pedig az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetében dolgozik. „Hogy miért a Rényi Intézetben, illetve Magyarországon dolgozom? Az az igazság, hogy sosem merült fel bennem, hogy elmenjek.” Az analitikus számelmélettel foglalkozó kutatót Turán Pál indította el pályáján, Turán egy másik tanítványával, Halász Gáborral fejezték be és jelentették meg *Az analízis új módszeréről és annak alkalmazásairól* című könyvét, Turán korai halálát követően.

2013 decemberében Pintz Jánossal együtt Daniel Goldstone-t a San Jose-i Egyetem és Cem Y. Yildirimet az Isztambuli Egyetem matematikusát Cole-díjjal ismerték el. Eredményük az ikerprím-sejtéshez kapcsolódott. Az *Annals of Mathematics*-ban 2009-ben megjelenő *Primes in tuples I.* című díjazott publikációjukban azt bizonyították, hogy az átlagosnál végtelen sokszor lehet jelentősen kisebb a szomszédos prímek közötti különbség. Ám nem egy konkrét érték alá szorították ezt, hanem az adott prímtől függően szabtak határt. Eredményüknek köszönhetően Yitang Zhang – a 2013-as Cole-díj negyedik díjazottja –, majd a szintén az ő módszerünkre építő, de más úton járó J. Maynard és T. Tao bizonyította, hogy az egymást követő prímek sorozatában végtelen sokszor fordul elő egy adott korlátnál kisebb hézag. Ez a korlát Zhangnál még 70 millió volt, de a kicsit több mint egy év alatt történt javítások, illetve a Maynard-Tao által kidolgozott hatásosabb módszerrel ma már a 246-os korlát is bizonyítható.

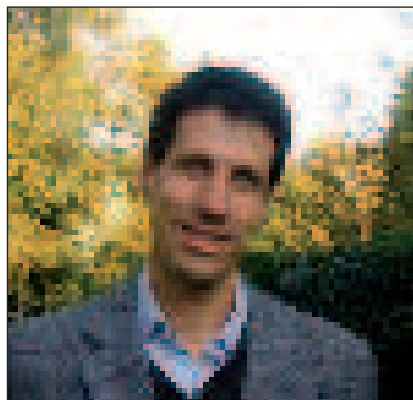
Pintz János 2008 és 2013 között az Európai Kutatási Tanács támogatásával alapított, a prímszámok titkait kutató csoportot vezette.



Székelyhidi Gábor és Székelyhidi László
Édesapjuk, Székelyhidi László szintén matematikus, méghozzá a világhíró fajtából. 1992-ben pár évre családjával együtt Kuvaitba költözött, hogy a kinti kutatásokba bekapcsolódjon. Nagyobbik fia, László ekkor fejezte be az első gimnáziumi évét,



photos.nd.edu



mat.uniroma1.it

Gábor fia pedig 11 éves volt – ők Kuvaitban angol rendszerű iskolában folytatták tanulmányaikat.

„Az akkori benyomásom az volt, hogy az angol rendszerű iskolában sokkal kevesebb a száraz adat, többet kellett és lehetett önállóan gondolkodni. Ugyanakkor a kinti matematikaképzés lényegesen gyengébb volt, mint az itthoni.” – emlékezik vissza László. Az angol rendszerű középiskola miatt mindkettjüknek kézenfekvő volt, hogy angol nyelvű egyetemre jelentkezzenek.

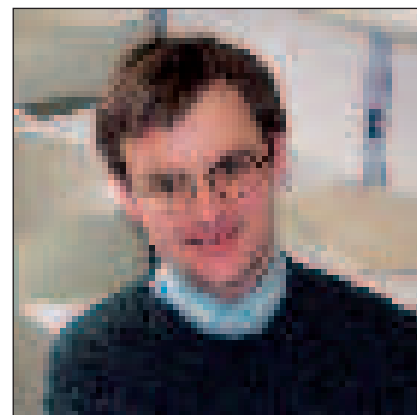
Gábor alap- és mesterdiplomáját a cambridge-i Trinity College-ban szerezte, majd a londoni Imperial College-ban doktorált. Témavezetője a Fields-érmes Simon Donaldson javasolta a témát – az extrémális metrikát –, amellyel jelenleg is foglalkozik. Magyarországon ez lényegében nem kutatott terület, így Gábor magyar matematikusokkal nem igazán tart fent szakmai kapcsolatot. A Harvard és a Columbia után 2011-től a Notre Dame University kutatója.

László az Oxfordon szerezte meg matematikusi diplomáját. Már az egyetemen lenyűgözte, hogy a különböző egyenletek fi-

zika folyamatok milyen széles spektrumát tudják leírni, modellezni, és hogy a szigorú matematikai analízis absztraktnak tűnő fogalmainak, például a gyenge deriválnak vagy a Sobolev-tereknek mégis milyen konkrét, kézzel fogható fizikai interpretációi vannak. A doktori képzés előtt álló fiatal matematikust a Max Plack Intézet egy új kutatócsoportjából keresték meg. „Akkoriban nagyon menő volt Lipcsében a vektoriális variációs számítás és ennek alkalmazása a rugalmasságtan bizonyos meglepő jelenségeinek megmagyarázására. Meglepett, hogy milyen szoros kapcsolat létezik egyes modern technológiai alkalmazások és a magas szintű absztrakt analízis között, és ilyen problémákon kezdtem el dolgozni. Később jött hozzá az áramlástan és a turbulencia.” – meséli. Habár ez Magyarországon kevésbé kutatott terület, László Princetoni, Bonni, zürichi tapasztalatok után a Lipcsei Egyetemről hét hónapra hazatért az MTA és az ELTE nagy hálózatokkal foglalkozó közös kutatócsoportjába dolgozni. Éppen azért, hogy tapasztalatával új megközelítést hozzon. Elmondása szerint a nagy hálózatok kutatócsoport két látszólag diszjunkt témával foglalkozik: numerikus analízissel és komplex hálózatokkal. Az ő háttérben erősebb szerepet kap a folytonos matematika, míg a kutatócsoportnak sokkal nagyobb tapasztalata van a diszkrét matematikában. „Egy olyan problémakört és egy több mint 60 éves sejtést szeretnék a kutatócsoporttal megismertetni és a csoporton belül megszorongatni, ami több analitikus témához is kapcsolódik, de tiszta analitikus megközelítéssel még nem sikerült megoldani – bár már sokan ostromolták.” – mesélt elképzeléseiről. Mivel fél évre kapott Lipcsében kutatói szabadságot, utána tervei szerint visszatér Németországba.

Vasy András

Fizika alapszakos és matematika mesterszakos diplomát szerzett a Stanfordon. Az Apáczai Gimnáziumból indult Nagy-Britanniába végzős gimnazista-



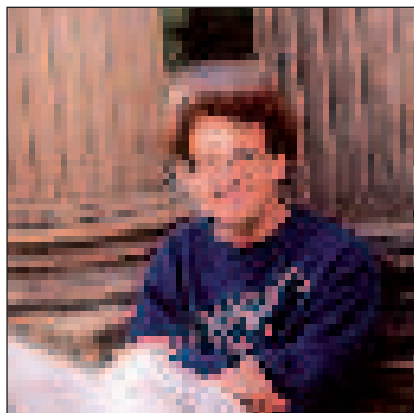
math.mcgill.ca

ként, az Atlantic College-ban töltött két ösztöndíjas évet. Mivel ez nemzetközi iskola volt, így tudtak neki segíteni a nemzetközi jelentkezésben: „1988–89-ben könnyebbnek tűnt egyetemi tanulmányokra ösztöndíjat kapni az USA-ba, mint Nagy-Britanniába. Akkor a fizika érdekelt leginkább, és a lehetőségek közül a Stanford tűnt a legvonzóbbnak.” – mondja. A Stanfordin az alapképzés során szoros kapcsolat volt a fizika- és matematikaoktatásban, több évfolyamtársával együtt a matematikai alapképzés tárgyait is felvette. Másodévesen kezdődött az igazi csábítás, Leon Simon analízis-előadásai hatására döntött úgy, hogy komolyabban is kellene matematikával foglalkoznia. Így mesterszakra már matematikára jelentkezett, ám máig a fizikához kötődő matematikai problémák érdeklik igazán. Kutatási területe az analízis és a parciális differenciálegyenletek, mely témán belül az MIT-s témavezetője, Richard Melrose hatására a mikrolokális analízis és a matematikai szóráselmélet tárgyak nyerték el leginkább tetszését. Az előbbi, bár hagyományosan például a hullámegyenletek helyi, azaz nem globális analízisében volt hasznos, a legújabb kutatások eredményeként a globális analízisben is sok kérdésre választ tud adni, például az úgynevezett Kerr-de Sitter-terekben (fekete lyukak egy pozitív kozmológiai konstanssal). „Technikai szempontból is – hogy miként közelít meg új problémákat – egyértelműen Melrose volt a leginkább inspiráló.” – mondja témavezetőjéről. A doktori fokozat megszerzését követően a Berkeley-n, az MIT-n, az ausztriai Erwin Schrödinger Intézetben és a Nantes-i Egyetemen is volt vendégkutató, jelenleg a Stanford matematikusa. Itthoni kollégákkal nem igazán tartja a kapcsolatot, amiben persze az is szerepet játszik, hogy alapképzéstől kezdve kint tanult, és hogy szakterülete nincs igazán képviselve Magyarországon.

Virág Bálint

A gimnázium után önálló életet szeretett volna élni, szerencsét próbálni, de olyan helyen, ahol erős matematikát lehet tanulni. Mivel úgy látta, Európában nagyon kevés a lehetőség, a Harvardon viszont magas ösztöndíjhoz lehetett jutni, oda jelentkezett.

A Fazekas gimnázium matematikai háttere sokat segített, a legjobban felkészült diákok közé került. A kinti tapasztalat azonban a magyar oktatási rendszer gyengéire is rávilágított: „Az esszéírásnak, a kritikus történelmi gondolkodásnak, de még a statisztikai gon-



math.toronto.edu

dolkodásnak is nagyobb kultúrája van a kinti jó gimnáziumokban, és ebben le voltam maradva a többiekétől.” A statisztika és valószínűségszámítás iránt kezdett érdeklődni. „Nekem a valószínűség mindig a lehetőségek szabadságával függött össze, éppen úgy, ahogy a szegénylegény elmegy szerencsét próbálni.” – meséli.

Gimnáziumi matematikánára, Surányi László nagy hatással volt rá, rengeteget tanult tőle a szabadságról. A matematikai valószínűségszámítás szépségeiben Persi Diaconis segítségével mélyedhetett el. Az izgalmas életű mester kamaszként otthagya a középiskolát, hogy híres utazó bűvész legyen, majd innen lett a világ egyik legismertebb matematikusa. Virág Bálint az ő témavezetésével a Harvardon írhatta meg szakdolgozatát, amit a legjobb harminc dolgozatnak járó Hoopes Prize-vel díjaztak. A Berkeley-n megszerzett doktori fokozat után három évig az MIT-n, 2003 óta pedig a Torontói Egyetemen dolgozik. A Kanadai Matematikai Társaság 2010-ben Coxeter-James Prize-zal, a kiváló fiatal matematikusoknak járó elismeréssel díjazta. Jelenleg Marie Curie-ösztöndíjjal itthon kutat. Hogy a 2013-ban kezdődő kétéves ösztöndíj utána visszamegy-e Torontóba, még a jövő zenéje. Itthon a gráfhatáreléssel foglalkozó nyári egyetem szervezésében is részt vett, szerinte ez a viszonylag fiatal terület kint is nagyon divatos és egyre inkább elterjedt téma, a nyári egyetemre háromszoros túljelentkezés volt a külföldiek körében. Hogy miként kapcsolódik össze a valószínűségszámítás, a lineáris algebra és a gráfelmélet? „A nagy adatbázisok, a kvantummechanika, a félvezetők, de még a gyors mobilinternet mögött is lineáris algebra és mátrixok is állnak. A rendezetlenség, zaj, véletlen miatt ezek sokszor vagy véletlenek, vagy jól közelíthetők véletlen mátrixokkal. Legtöbbször a nagyon nagy véletlen mátrixok a fontosak.” – magyarázta Virág Bálint.

E számunk szerzői

DR. BENCZE GYULA, a fizikai tudomány doktora, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Rézecske- és Magfizikai Intézet, Budapest; DR. BOTH ELŐD csillagász, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója, Budapest; CSATH BÉLA, VIKUV, nyug. gyémántokleveles bányamérnök, Budapest; DR. HARANGI SZABOLCS geológus, tszv. egyetemi tanár, ELTE Közéttan-Geokémiai Tanszék, Budapest; DR. HOLLÓSY FERENC klinikai kutatási munkatárs, Contract Research Organisation, Budapest; DR. MAGYARFALVI GÁBOR PhD, egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet, Budapest; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; MÉCS ANNA, tudományos újságíró, Budapest; NÉMETH GÉZA szerkesztő, Természet Világa, Budapest; NYERGES GYULA csillagász, előadó, TIT Budapesti Planetárium; PAPP PÉTER geológus, MÁFI Múzeum, ny. tudományos munkatárs, Budapest; REZSABEK NÁNDOR csillagászati szakíró, az Albiero AmatőrCsillagász Klub elnöke; DR. SCHEURING ISTVÁN biológus, MTA-ELTE Elméleti Biológiai és Evolúciós Ökológiai Kutatócsoport, Budapest; DR. SZABADOS LÁSZLÓ csillagász, MTA Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet, Budapest; SZABÓ ZOLTÁN geofizikus, ELGI, ny. tudományos osztályvezető, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; DR. TRÁJER ATTILA orvos, Pannon Egyetem Limnológia Intézeti Tanszék; DR. ZÁTONYI SZILÁRD tanár, Veres Péter Műszegazdasági Szakképző Iskola, Győr.

Decemberi számunkból

Gráflimesz, könyvek és a család.
Lovász Lászlóval beszélget Staar Gyula
Venetianer Pál: Mi az epigenetika?
Kalotás Zolt: Az év természetfotói
Vígh Károly: A százéves
 Móczár László köszöntése
Varga Péter: A naphosszúság
 változásának hatása...
Tomasz Jenő: Gyermekkori emlékeim
 a régi Eötvös Collegiumban
Babinszki Edit: Az úrkúti őskarszt
Kapronczay Károly: Gondolatok
 J. E. Salk születésének centenáriumán

A 90 éves Gábos Zoltán köszöntése



„A magyar elméleti fizika kiemelkedő képviselője, több tanár- és kutatógeneráció nevelésében meghatározó szerepet játszó tanáregyéniség” – írtuk Gábos Zoltán kolozsvári fizikaprofesszor-ról, a Magyar Tudományos Akadémia külső tagjáról 2011-ben, amikor a Simonyi Károly-díjat a külföldi fizikusok közül egyedüliként megkapta. Gábos Zoltán 1991-től szerkesztőbizottságunk tagjaként is segíti a munkánkat. Nemcsak alapvető cikkek sorát írta folyóiratunkba, hanem személyes jelenlétével, tekintélyével is mindig ott volt mellettünk (Bolyai Nyári Akadémiák, Ezrednyitó Tudományos Esték – Kolozsvár, Marosvásárhely, Természet Világa-est...). Budapesten járva első útja mindig a Természet Világa szerkesztőségébe vezetett, hogy megvitassuk közös dolgainkat. Folyóiratunkban megjelent írásait ma is jó újra és újra elővennünk, elolvassunk. Néhány cím közülük: „A természet a matematika nyelvén szól hozzánk.” (1997. 7. sz.), A Ferencz József Tudományegyetem természettudósai (1998. 3. sz.), Mit jelent a Bolyai-geometria egy fizikusnak? (Bolyai-émlékszám, 2003), A harmadik erdélyi egyetem fizikusai (A fizika százada különszám, 2006), A borostyánkőitől a kvantumelektrodinamikáig (2008. 7. sz.). Gábos Zoltán professzor október 24-én töltötte be a 90. évét. Most következő összeállításunkkal példaértékű életútja előtt hajtunk fejet. Elsőként Öt kértük arra, hogy foglalja össze röviden gazdag pályája eredményeit.

Eredményeimről, röviden

Tudományos tevékenységemet Fényes Imre professzornál kezdtem el, doktori címet is nála szereztem, 1949-ben. Kolozsvárról való kényszerű távozásáig (1950 elejéig) mellette dolgozhattam. Ő avatott be termodinamikai vizsgálataiba; neki köszönhetem azt, hogy ez a terület egész pályafutásom során érdeklődési körömben maradt. A bukaresti Akadémiai Kiadó 1959-ben jelentette meg első, modern fel fogásban írt román nyelvű termodinamika könyvemet, amelyet a fizikusok elismeréssel fogadtak. Ezt követte 1964-ben egy másik, tankönyvnek szánt kiadvány. Magyar nyelvű termodinamika könyvem 1996-ban jelent meg, Kolozsváron, az EME kiadásában.

Fényes Imre hívta fel a figyelmemet a mechanika Hamilton–Jacobi-egyenletére is, amelyet atommodelljében felhasznált. Ezzel kapcsolatban értem el első tudományos eredményeimet: egyrészt, megadtam az egyenlet hidrodinamikai értelmezését, másrészt alkalmazhatóságát kiterjesztettem a mechanikai energiát emésztő (disszipatív) esetre. Sajnos, Fényes Imre távozása után a politikai viszonyok lehetetlenné tették a vele való kapcsolattartást. Szerencsémre egy másik elméletifizika-tanárom, Vescan Teofil vett pártfogásába, aki figyelmemet az általános relativitáselméletre irányította. Sajnálatomra – politikai okokból – őt is „száműzték”: a Iași (Jászváros) Egyetemre helyezték át 1950-ben, ugyanakkor vele az országon belüli kapcsolattartásra lehetőségem maradt. Vescan professzor közbenjára

rására volt szükségem ugyanis, hogy megjelentethessem külföldön 1960-ban, az Il Nuovo Cimento-ban, az első jelentősebb tudományos közleményemet. Ebben a forgó testek gravitációs kölcsönhatására adott Fock-féle Lagrange-függvényt egy forgási-forgási taggal egészítettem ki. A dolgozatomra olyan kiváló fizikusok is felfigyeltek, mint Nathan Rosen és Asher Peres, akik tőlem különnyomatot kértek.

A mozgásegyenleteket még ugyanabban az évben, de csupán egy hazai folyóiratban tudtam közölni. Erre a dolgozatra V. A. Brumberg figyelt fel és hivatkozott rá orosz nyelvű „Relativisztikus égi mechanika” című könyvében.

Nem volt tudomásom arról, hogy 1960-tól a NASA tervbe vette azokat a műholdas vizsgálatokat, amelyek a forgó központi test sodró és pörgető hatásának kísérleti igazolására szolgáltak. Ezen kísérletekhez az ugyancsak 1960-ban, a Physical Review Letters-ben megjelent L. I. Schiff-egyenletet használták fel. Elégtétel számomra, hogy a kísérletet 2011-ben sikerrel befejezték, és az is, hogy erre a célra akár az én egyenleteim is alkalmazhatták volna.

A következő években a központi forgó test által gyakorolt sodró hatást kvantummechanikai tárgyakra (elektronra és fotonra) is kiterjesztettem.

1962-től megbíztak az elemi részek fizikája speciális előadás megtartásával. Ez változást hozott tudományos tevékenységemben, mivel arra kötelezett, hogy az azután következő időszakban kutatásaim középpontjába ezt a területet helyezzem.

Ez irányú eredményeim közül hármat emelnék ki:

- a magasabb spinű részecskékkel kapcsolatban a Weinberg-féle egyenletről és bomlási folyamatokról jelenttem meg dolgozatokat
- kimutattam, hogy a spinek szárazmaztatásához barionok esetében három, míg mezonok esetében egy kvark és egy antikvark figyelembe vétele szükséges és elégséges
- javasoltam, hogy a müon neutrínó nyugalmi tömegének megadására a pion paritást sértő bomlási folyamatát használjuk fel. A kísérleti kimutatáshoz szükséges számításokat is közöltem. Ezzel kapcsolatban alkalmam volt arra, hogy Telegdi Bálint véleményét is kikérjem, aki az ötletet jónak tartotta, ugyanakkor egy másik lehetőséget is javasolt számomra.

Eredményeim közül nem hagyhatom figyelmen kívül „Az elméleti fizika alapjai” 1982-ben és a „Statisztikus fizika” 2000-ben, Kolozsváron kiadott könyveimet, valamint az erdélyi magyar fizika történetével kapcsolatos írásaimat sem. Fontosnak ítélem azt is, hogy a Bolyai-geometriát egy új görbétípussal egészítettem ki.

Végül: nem hagyhatom szó nélkül a tudományos tevékenységemet gátló tényeket sem.

A magyar állampolgárságú professzorok távozása után keletkező hatalmas ür betöltése részben néhány pályakezdő fi-

atalra hárult. Jómagam nemcsak elméleti fizikai előadások megtartására kellett vállalkozzak, hanem Imre Lajos professzor fizikai kémia előadásait is rám bízta, amely érdeklődési körömön kívül esett. Pályafutásomat végigkísérte a nélkülözhetetlen szakfolyóiratok időszakos hiánya,

valamint 1990-ig a külföldi tudományos rendezvényeken való részvétel csaknem teljes lehetetlensége. A külföldi kapcsolatok ápolását is gátolták: például ma már nevetségesnek tűnik az, hogy a különnyomatok kiküldését hatósági engedélyhez kötötték.

Végezetül: legnagyobb tudományos eredményemnek azt tartom, hogy számos olyan tanítványomat indítottam el tudományos pályáján, akik ma hazai és külföldi egyetemeken elismert kutatói.

GÁBOS ZOLTÁN

Emlékképek egy születésnap alkalmából

Nehéz és megtisztelő feladatra vállalkoztam. Több száz Erdélyben végzett fizikus és kémikus tanítványa nevében köszöntöm 90. születésnapja alkalmából az erdélyi elméleti fizika nagy mesterét, aki professzoraim professzora volt. Amikor az erdélyi elméleti fizikáról bárhol a világon szó esik, valahogy mindig Gábos Zoltán neve kerül előtérbe. Kevés olyan ember van, akiről csak jót lehet hallani, akinek nincsenek ellenségei, mindenki tiszteli és büszke rá, hogy tanítványa, kollegája vagy esetleg beszélgetőpartnere lehetett. A mostani rohanó, türelmetlen, és sokszor felületen világban a tanár úr személyisége a legjobb példa arra, hogy lehet helyben maradni és szelíden, nyugodtan, de kitartóan megküzdeni az igazságért. Román kollegáink „a nagy szelíd” néven emlegetik, visszaemlékezve azon „békebeli” időkre, amikor Ő volt a fizika kar dékánja. A Babeş-Bolyai Tudományegyetem magyar tagozata számára azonban Ő „Gábos bácsi”, az a kedves öreg professzor úr, akiről mindenki tudja, hogy a helye ott van az egyetem azon „nagyjai” között, akikről számtalanszor tartott nekünk csodálatos előadásokat.

Azon szerencsések közé tartozom, akik már gyerekkorukban megismerkedhettek Gábos professzor úrral. Nyári vakációimban a tenispályák körül figyeltem fel először egy kedves bácsira, aki minden reggel ott sétálgatott, s akivel apukám el-elbeszélgetett. Télen a sípályákon is mindig ott volt, habár nem síezett, csak megint sétálgatott, de meglepetésemre a kolozsvári síző társaság jobban ismerte mint a „menő sízőket”, akikre annakidején gyerekkéjjel nagyon felnéztem. Később úgy alakult, hogy a családi hagyományt követtem, és én is a fizika irányába indultam meg. Gábos tanár úr neve mindinkább előtérbe került, nemcsak szüleim, hanem tanárim révén is. Gimnáziumi tanárom, aki maga is élő legenda fizikus körökben – akinek tanítványai közül több, mint 25-en szereztek fiziká-

ból doktori fokozatot – Tellmann Jenő sokat mesélt Gábos Zoltánról. A téma valahogy mindig úgy kezdődött: „tudjátok-e ti, hogy milyen ember az a Gábos Zoltán?...”. Tellmann tanár úr Gábos Zoltán első tanítványai között végzett, és saját bevallása szerint az egyetem



A fiatal egyetemi oktató

ideje alatt nagy tróger volt. Az egyedüli, aki előtt szégyellte magát, az Gábos Zoltán volt, és talán ezért is lett fizikatanár, mert az Ő tantárgyát becsületesen megtanulta. Tellmann tanár úrtól tudtam meg, hogy a nehéz kommunista időkben Gábos Zoltán volt az, aki tanácsaival, sőt anyagilag is állandóan segítette a „rossz származású” vagy politikailag nem jól szituált, esetleg hibázó diákokat. Így az egyetemre már azzal az elhatározással mentem, hogy Gábos bácsi mellett a helyem és vele szeretnék dolgozni. A professzor úr akkor már a nyugdíjkorhatárhoz közeledett, de szerencsénk volt, mert a statisztikus fizikát

még vele tanulhattuk. Lenyűgöző tanáraink voltak az egyetemen, mindenkitől sokat tanultunk és csodálatos előadásokat hallgattunk az akkori kevert román-magyar tagozaton a Babeş-Bolyai Tudományegyetem Fizika Karán. Gábos tanár úr előadása mind a román, mind a magyar diákoknak egyaránt szólt, és habár románul tartotta előadásait, ez a sorozat új mércét értelmezett számunkra. Az előadás könnyedsége, logikus és természetes felépítése, az előadó hihetetlen magabiztossága és a csodálatosan precíz táblavázlat megértette velem, miért nem lehet ezt a tantárgyat nem megtanulni. Azóta is abból a statisztikus fizika alapból élek, amit ott elsajátítottam... és gondolom, nem vagyok ezzel egyedül. Annak idején diákként nagyon keveset tudtunk a tanárok kutatási eredményeiről és professzorainkat főleg előadásaik alapján ítéltük meg. Ez volt a tudományos mérce számunkra. Gábos tanár úr értékes tudományos eredményeiről keveset vagy inkább semmit nem tudtunk és mégis a statisztikus fizika előadás után egy egész csapat diák mellette szeretett volna dolgozni. Anyanyit tudtunk, hogy az elméleti fizika terén dolgozik, gravitáció, térelmélet és részecskefizikai kérdések foglalkoztatják. Nem volt könnyű azonban mellé szegődni, hiszen mindenkit szerényen lebeszél, azzal, hogy az, amivel ő foglalkozik az manapság nem „divatos téma”, nehéz ott publikálni, és ezért nem javasolja egy fiatal pályakezdő kollegának. Voltunk azonban páran, akik lebeszélhetetlenek voltunk..., hiszen részben ezért jöttünk a fizikára. Így lassan betekintést nyerhettem egy számomra varázslatos világba, ahol a tudomány a matematika nyelvén beszélt, a politika (beleértve a tudománypolitikát is) ki volt zárva, és mégis mindenki békén hagyott bennünket. Egy egészséges értékrendet ismertünk meg, ahol az emberség és a munka öröme többet ért, mint az erőltetett tudományos eredmények, meg a halmozott publikációk. So-

kat hallottunk már akkortájt arról, hogy a tudományos életben is kell politizálni, kell tudni helyezkedni, nyomulni kell, és „jó oldalt” kell az elejétől választani, hogy érvényesüljünk. Az akkori fizika karon két, politikailag jól helyezkedő román professzor vezetése alatt két, egymással állandóan versengő csoport alakult ki. Aki nem akart egyik csoporthoz sem „esküt tenni”, azt mindkét félről támadták, aki az egyik csoport tagja volt, a másik csoport „megette”. Nehéz volt így egészséges és befogadó tudományos légkörben dolgozni. Gábos tanár úr mellett azonban egy kis „oázisban éltünk”, furcsa módon minket senki sem támadott, igaz nem is segített. Kivételezettek voltunk abban a tekintetben, hogy elismerték azt, hogy érdekes és nehéz témákkal foglalkozunk, és nem éreztünk semmiféle nemzetiségi elnyomást sem. Ezen időszakban volt alkalmam megismerni Gábos tanár úr érdekes és nemzetközileg is élenjáró kutatási eredményeit. Két témakörbe is betekintést nyertem: a forgó testek által gyakorolt sodró hatások vizsgálata a Fock-féle Lagrange-függvénynek egy forgási taggal való kiegészítése által, illetve a magasabb spinű részecskékkel kapcsolatos Joos–Weinberg-hullámegyenletek származtatása és értelmezése. Később értesültem arról, hogy az első témakörben a tanár úr eredményei megelőztek olyan eredményeket, amik manapság a híres gravitációs B próba kísérletnek az alappillérei. Ezen kísérletek arra hivatottak, hogy az általános relativitáselmélet helyességét igazoló újabb kísérleti eredményeket kapjanak. A kísérletek 2011-ben sikerrel lezárultak, és a plusz relativisztikus forgási hatást sikerrel bizonyították. Az effektust Schiff-precesszió néven emlegetik, mert L. I. Schiff 1960-ban publikálta a Physical Review Letters-ben ezzel kapcsolatos eredményeit. Ezen érdekes relativisztikus forgási effektusok azonban Gábos tanár úr 1959-ben, román nyelven, egy hazai folyóiratban megjelent cikkéből is következnek. Manapság talán hihetetlennek hangzik az, hogy annak idején a kommunista párt jóváhagyása nélkül nem lehetett külföldön publikálni. Ilyen jóváhagyások beszerzése és az ezzel járó politika nem volt jellemző Gábos tanár úrra, úgyhogy ehelyett inkább a hazai folyóiratokban levő publikálást választotta. Értékes és tanulságos inaséveket éltem a tanár úr mellett. Nemcsak fizikából, és tudománypolitikából, hanem életfilozófiából és diákokkal való bánásmódból is életre való leckét kaptunk. Habár későbbi tanulmányaim során Kolozsvártól hosszabb időszakokra is távolra kerül-

Részlet a Simonyi Károly-díjra jelölők szövegéből

„...Ma is aktív tanítványainak számát szinte fel sem lehet becsülni. A kolozsvári egyetem fizika kara tanszemélyzetének kb. háromnegyedét tanította, és mintegy 10 tanítványa végez tudományos tevékenységet a Kolozsvári Fizikai Kutatóintézetben. Olyan híres középiskolai tanárokat nevelt, mint Bartos Elekes István (Nagyvárad), Boga Ferenc (Szatmárnémeti), Darvay Béla (Kolozsvár), Dvoráček Agoston (Nagyenyed), Kotta László (Sepsiszentgyörgy), Máthé Márta (Marosvásárhely), Szász Ágota (Marosvásárhely). Tellman Jenő (Kolozsvár). A magyar nyelvterületen alkotó fizikusok közül kiemeljük Neda Zoltánt (BBTE, az MTA külső tagja), a KFKI-ben dolgozó Biró Lászlót és Varga Lajost, a Debreceni Egyetemen dolgozó Gulácsi Zsoltot, a szegedi Varró Jánost. Romániai tanítványai között szerepel Lupei Voicu (a Román Tudományos Akadémia tagja), Marius Ion Piso (a Romániai Úrkutatási Ügynökség elnöke), Silisteanu Ioan (a Bukaresti Magkutató Intézet vezető kutatója) és Uliu Florea (a Craiovai Egyetem professzora). Az Egyesült Államokban tevékenykednek Bodor Miklós, az MTA külső tagja, valamint Albert István, Albert Réka, Jankó Boldizsár, Mocsy Ágnes, Ravasz Erzsébet és Mária, Toroczka Zoltán, Niculecu Vasile, Tomuta Liviu, Vaida Mihai, többen professzori minőségben. Más országokban szereztek elismerést Campeanu Radu (Kanada), Csillag István (Stockholm), Deutsch Várad Rudolf (Németország), Gulácsi Miklós (Ausztrália) és Magyar Jenő (Svájc)...”

NAGY KÁROLY akadémikus, ELTE
 PATKÓS ANDRÁS akadémikus, ELTE
 BENCZE GYULA, a KFKI emeritusa, Simonyi Károly-díjas
 TÉL TAMÁS egyetemi tanár, ELTE, Simonyi Károly-díjas

tem, a tanár úrral levő szoros kapcsolatokat mindvégig megőriztem. Mentorként állandóan ott állt és jelenleg is áll mögöttem. Kolozsvárra visszakerülve a sors úgy adta, hogy nyomdokaiba léphettem, és elméleti fizikát oktathatok a BBTE Fizika Karán. Mint kolléga és az újralakult Magyar Intézet emeritus professzora velünk van, csendesen néhány találó jó szóval, humorral és tanácsal hátulról segít bennünket. Jelenlegi szívgyengesége ellenére a kutatómunkában sem állt le. Örömről tudományosan még mindig hihetetlenül aktív, és bár fizikuma gyenge, elméjét a kor nem viselte meg. Jelenlegi munkássága a Bolyai-geometriához kapcsolódik, ezt nemrég egy új görbetípussal bővítette ki.

Az erdélyi tudományos életben Gábos tanár úr példakép sokunk számára. Példakép abban, hogy lehet egy teljes és erkölcsileg kifogástalan tudományos kariert befutni, miként kell és lehet tanítványainkkal és kollegáinkkal bánni és dolgozni, illetve hogy lehet olyan környezetet kialakítani magunk körül, ahol nem csak az elnyert kutatási pénzek és a manapság divatos tudományos mérőszámok adják meg valakinek az értékét. Példaképnek lenni sem könnyű, és ezt talán Gábos tanár úr élete példázza a legjobban. Kommunista időkben az egyik diákunkat a rendőrség beszállította és az egyetem párttitkárságára rendelték meghallgatásra. A meghallgatás során rákérdeztek, hogy van-e neki egyáltalán példaképe, valaki olyan, akire felnéz. Gábos bácsit nevezte meg... A követ-

kező nap Gábos Zoltánt hívták, hogy lám-lám, kinek ő a példaképe!

Az élet rövid távon általában nem igazságos, hosszú távon azonban igen. A valódi érték mindig felülre kerekedik, és hosszú távon megmarad. A tudományos élet is hasonló, számos példa igazolja ezt, és Gábos tanár úr sem kivétel. Sokáig váratott magára, amíg a megfelelő hazai és magyarországi elismerés megjött. Mindnyájan együtt örültünk 1995-ben, amikor Gábos tanár urat a Magyar Tudományos Akadémia külső tagjának választotta, 2005-ben, amikor a Magyar Tudományos Akadémia Arany János Életműdíjjal tüntette ki, 2010-ben, amikor a Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztjét megkapta, és 2011-ben, amikor a Magyar Tudomány Ünnepe a Simonyi Károly-díjat átvehette.

90 év majdnem egy évszázad. Ehhez a 90 évhez kapcsolódik a többszörösen újralakuló erdélyi magyar állami felsőoktatás kálváriájának egész története. Gábos tanár úr ezen nagyon fontos időszakban egyetemünk egy fixpontja volt, akivel mindig újraindulhattunk, tervezhattunk és építhetünk. A Babeş-Bolyai Tudományegyetem oktatói és diákjai, illetve az erdélyi fizikustársadalom nevében sok boldogságot és egészséget kívánok születésnapjára. Reménykedünk egy még kerekébb évfordulóban, amit tíz év múlva újból közösen ünnepehetünk.

NÉDA ZOLTÁN
 a Babeş-Bolyai Tudományegyetem tanára,
 a Magyar Tudományos Akadémia
 külső tagja

Egy születésnap margójára

Azon szerencsések közé sorolhatom magam, akiknek kitűnő tanáraik voltak az elemi osztályoktól az egyetemi tanulmányokig bezárólag. A Babeş-Bolyai Tudományegyetemen végeztem fizikát 1992-ben, és azóta pár helyen jártam és gyűjtöttem tapasztalatokat. Az elején azt hittem, az a természetes, hogy olyanok a tanárok, mint amilyenek az otthoni tanáraink voltak. Az idő múltával azonban kezdtem rájönni, mekkora szerencsénk volt, hogy akkor és oda születtünk, ahol olyan tanáraink lehetnek, mint Gábos Zoltán. Sajnos a nagyvilágban ilyen tanárok nem tipikusak, és amit

kaptam a tanáraimtól, nagyon különleges ajándék, amiből máig is élek, mint a meszebeli tarisznyából. Ez kicsit elgondoltatt, és természetesen itt csak találgatok: furcsa módon talán a kommunista diktatúrának is lehetett szerepe abban, hogy kitűnő tanáraink voltak, mert ilyen elnyomó rezsim alatt talán a tanári állás lehetett az egyike a kevés módozatoknak, amiben valaki megőrizhette szellemi épségét és emberi integritását. A fizika és matematika világában egyetlen igazság uralkodik, hazudni nem lehet, politikának és hasonló emberi gyengeségeknek nincs helye. Ez természetes menedéket nyújthatott számos értelmiséginek, akik más lehetőségek hiányában tanári pályát választottak, és így hozzájárultak egy kitűnő tanári generáció kialakulásához, melynek tagjai nemcsak tantárgyi ismereteket adtak át nekünk, hanem emberi és erkölcsi példaképet is nyújtottak.

Számomra Gábos tanár úr volt és maradt is a tanári példakép. Habár tőle kutatást eltanulni sajnos már nem volt alkalmam, egy pár kurzust tanított nekünk az egyetemen, pontosabban kvantummechanikát és statisztikus fizikát, amivel mély benyomást tett rám és az osztálytársaimra. Nem követtem semmit, senkit,

saját gondolatait és értelmezéseit írta fel a táblára. Teljesen lenyűgözött minden egyes előadása. A fizika szépsége, mély összefüggése és egysége szemünk láttára kerekedett ki az órai során, matematikai precizitással. Nem volt egy fölösleges mondata, és nem hagyott ki soha semmi szükségesrűt – a nehéz fogalmakat alap-

elvekből származtatva tisztán világosította meg; egyszerűen tökéletes előadásokat tartott. Ilyen előadásokra csak az képes, aki szereti, mélyen és minden szögéből érti a fizikát. Előadásai és beszélgetéseink során feltűnt hogy a tanár úr számára a fizika és a fizika tanítása nem egy állás, hanem szenvedély, amivel elég sokunkat meg is fertőzött.

Gábos tanár úrnak nemcsak előadásai, hanem kutatásai is világszínvonalúak. A diktatúra elnyomása ellenére, ami gátolta a természetes tudományos kapcsolatokat külfölddel és kutatási erőforrásokat vont meg, Gábos tanár úr fundamentális eredményeket ért el több területén is a fizikában, mint például gravitációs kölcsönhatásokban, általános relativitásban, relativisztikus fizikában (termodinamikában), elemi részecskék fizikájában és nem-euklideszi, pontosabban Bolyai-geometriában. Könyvei közül hármat említek meg, mert rendszeresen használok őket előadásaimhoz: „Az elméleti fizika alapjai”, „Termodinamika” és a „Statisztikus fizika” köteteit.

Habár szinte közhelynek hangzik, Benjamin Franklin polihistor szavaival élve „An investment in knowledge always pays the best interest”, avagy szabad fordításban: a tudásba való befektetés kamatozik mindig a legjobban. Amit tanárainktól kaptunk, azt talán csak továbbadva lehet a legjobban visszafizetni. És azoknak, akiket Gábos tanár úr tanított ez bizony magas mércét jelent.

Jókívánásokkal és sok köszönettel emelem poharam a Tanár Úr egészségére, hogy az első három számjegyes évfordulóján is együtt ünnepelhesünk! A tanítványai nevében,

TOROCZKAI ZOLTÁN
a Notre Dame Tudományegyetem tanára,
Amerikai Egyesült Államok



Az egyetem előtt séta közben tanítványaival tárgyalt



Tulogy János professzorral

Egy történet

Gábos tanár úrról a következőket mesélte el Tellmann Jenő, volt fizikatanárom. Egy alkalommal egyik diákjáról kiderítették, hogy kulákszarmazású, s ezért hatalmas tandíjat róttak ki rá, amit nem tudott volna kifizetni, ezért abba akarta hagyni egyetemi tanulmányait.

A fiatal Gábos tanár úr – tudomást szerezve erről – azonnal felajánlotta a fiúnak, hogy ő előteremti neki a szükséges pénzüsszeget. A diák ezt nem akarta elfogadni, mert nem bízott benne, hogy meg tudja majd adni. Fogadd el nyugodtan, ha megadod, jó, ha nem, az sem lesz probléma – nyugtatta meg a tanár úr. Így az illető el tudta végezni az egyetemet. Ez a történet mély nyomot hagyott diákjainak emlékezetében, akik azóta is emberi és szakmai példaképnek tekintik.

Egyik diákja azt mondta, hogy a világ n+1-egyedik csodája lenne, ha akadna olyan ember, aki rosszat tudna mondani a tanár úrról.

MÁTHÉ MÁRTA
fizikatanár, Bolyai Farkas Elméleti
Líceum, Marosvásárhely

Professzoromra emlékezem

Negyvenöt év eltelte után is szeretettel és hálával emlékezem egyetemi tanulmányaim színhelyére, a kolozsvári Babeş-Bolyai Egyetem fizika karára. Sok jó tanár tanított a 60-as évek derekán, de a hallgatók nagy többsége Gábos Zoltán professzort tartotta a legkiválóbbnak.

A fiatal professzorok közé tartozott, és kis megszakításokkal a fizika fakultás dékánja is volt tanulmányaim idején. Gábos tanár úr az összes fizikushallgatót tanította másod éven, negyed- és ötödéven pedig az elméleti fizikuscsoportnak tanított speciális tantárgyakat.

Másodéves korunkban a termodinamika és statisztikus fizika előadásait hallgattuk. Az előadások románul és igen magas színvonalon zajlottak. (Különbösen akkoriban szinte minden tantárgyat csak román nyelven tanítottak a Babeş-Bolyai egyetemen.) Gábos professzor percre pontosan kezdte és fejezte be két órás előadásait, többször teleírta a táblát bonyolult matematikai apparátust használva, soha semmiféle jegyzetet nem hozott magával, csak azt a buszjegy méretű papírdarabkát, amelyre lejegyezte meddig jutottunk az előző órán. Előadásából a szakma szeretete, az igényesség, a pontosság és a diák tisztelete áradt, ami minket, diákjait a vizsgára való minél tökéletesebb felkészülésre inspirált.

Éltre szóló mércét állított elem a tanár úr, amely egész tanári tevékenységemre kihatott. Emlékszem, milyen izgalommal vártam marosvásárhelyi munkahelyemre, a Bolyai Farkas Matematika és Fizika Liceumba Gábos professzort, amikor 13 évvel az egyetem elvégzése után I-es fokozati vizsgára írt dolgozatom megvédése és a mintaórák megtartása alkalmából elkísérte a módszertani kutatást irányító Koch Ferenc egyetemi docenst. Megnyugtató volt számomra, hogy jónak ítélte a módszertani dolgozatot és a mintaóráimat.

Végtelenül szerény, diákokat szerető dékánunk volt Gábos tanár úr. Negyedéves hallgatók voltunk, amikor csoportunkban a fiúk eldöntötték, hogy egy módszertan szeminárium helyett ők egy érdekes foci meccset fognak megnézni és a lányoknak sem szabad a szemináriumra bemenni. „Csoportos lógást” követtünk így el, amiért persze büntetés járt. Dékánként Gábos tanár úr kellett közölje az erre vonatkozó

határozatot, de ezt csak egy bocsánatkérés után tette meg. Végül is elszégyelltük magunkat, hogy ilyen kellemetlen helyzetbe hoztuk szeretett tanárunkat.

1988 őszén, még Ceauşescu idején tartottuk 20 éves egyetemi találkozókat. A találkozó szervezői, kolozsvári román kollégák, nem az akkor hivatalban lévő román dékánt, hanem a román, magyar és szász öregdiákok által egyaránt tisztelt és szeretett Gábos profesz-



Matematikusok és fizikusok Kolozsváron. Balról Gábos Zoltán, Maurer Gyula, Borbély Samu, Pick György, Koch Ferenc és Ney András (1978)

szort hívták meg az ünnepi beszéd megtartására. És az ünnepi beszédben Gábos tanár úr, akit 1963 és 1968 között sohasem hallottunk politizálni, igen merész hangon mondta el, hogy ez az egyetem már nem azonos az általunk ismert 20 évvel korábbival, hogy már a legfontosabb külföldi szaklapok sem rendelhetők meg az egyetem könyvtárának, hogy jelentősen szűkültek a nemzetközi kapcsolatok és a kutatási lehetőségek.

1990 tavaszán Sopronban volt a középiskolai fizikatanárok ankétja, amelyre több erdélyi magyar fizikatanár és Gábos tanár úr is eljött. Közvetlenül az ankét megnyitása előtt nagy örömmel üdvözöltük egymást mint régi kolozsvári ismerősök, amikor az ankét szervezője odalépett csoportunkhoz és megkérdezte, tud-e itt valaki románul, mert fordítani kellene egy román kollégának. Erre mondtam, hogy itt mindenki tud, mivel mindnyájan a kolozsvári egyetemen végeztünk. Gábos tanár úr kissé elkomorodott. Néhány perc múltán, amikor visszatértem az erdélyiekhez, a tanár úr kérdezi, kinek kell fordítani. Válaszomra, hogy Deutsch professzor fiatal munkatársának Iaşi (Jászváros) egyeteméről, mosolyogva megjegyezte: ők rendes emberek.

Nem lett zongoraművész

Édesapám nagyapám, Gábos Gyula kántortanító zenésznek szánta volna, fiait saját maga tanította zongorázni. Édesapám volt a nagy reményessége, mert korán felismerte, hogy abszolút hallása volt, gyakorolni viszont nem szeretett. Egyik nap arra ment haza, hogy édesapám végre gyakorol, ám kiderült: a kottatartón nem kotta, hanem egy matematikakönyv volt. Hiába, csak ez kötötte le őt igazán. Ha kitehette a matematikakönyvet, rögtön megjött a kedve a „gyakorláshoz” is. Nagyapám egyébként megharmonizált kötetnyi református egyházi éneket, korált. A fiait is korál-harmonizációra tanította. Gyerek- és fiatalkoromban édesapám az ünnepek állandó zongoristája volt, de szinte naponta leült a zongorához, hogy a klasszikus vagy akár az éppen divatos könnyűzenei számokat, természetesen hallásból, eljátsza. Roppant „egzotikus” volt például az ABBA, vagy Boney M slágereket dús korál harmonizálással hallgatni. Vagy ha szólt a rádióban egy Mozart szimfónia, a zongorán bekapcsolódott, természetesen hangnemben.

Lám-lám, a végzet végül úgy akarta, hogy én teljesítem be nagyapa akaratát...

GÁBOS JUDIT
zongoraművész,
az egri Eszterházy Károly Főiskola
tanszékvezető egyetemi tanára

2008-ban tartott 40 éves egyetemi találkozónkon szívmenelgető volt hallgatni a Bukarestben élő román kollégák dicsérő szavait melyekkel tanárainkat és elsősorban Gábos Zoltánt köszöntötték.

Tudománytörténeti és Bolyai-konferenciákon is találkoztunk. Minden alkalommal érdeklődött a bemutatott dolgozataim iránt, én pedig az ő véleményére, értékelésére voltam kíváncsi. Emlékezetes számomra a Bolyai 150 című konferencián 2010 szeptemberében Marosvásárhelyen tartott előadása, melyben a rá jellemző gazdag matematikai apparátussal, fiatalos hévvel mutatta be a Bolyaiak kutatásait.

Kilencvenedik születésnapjára jó egészséget, élet- és munkakedvet kíván Gábos tanár úrnak tanítványai népes társasága nevében is

GÜNDISCHNÉ GAJZÁGÓ MÁRIA
fizikatanár, Széchenyi István
Közgazdasági Szakközépiskola, Hatvan

Gábos Zoltán teljes világa

Olvasom a Gábos Zoltán professzoról írt szócikkeket a Wikipédián, az Erdélyi Magyar Ki Kicsoda legutóbbi, 2010-es kiadásában, a Romániai Magyar Irodalmi Lexikonban. Emlékezetemet frissítve természetesen nem a professzor úrral való közvetlen kapcsolat mozzanatait próbálom felidézni, azok egyetemi éveim óta nem fakulnak, s különben sem leírásokban találom meg őket. Hanem a személyes felidézés mellett tárgyyszerű elemekből próbálok képet összeállítani erről a nagy formátumú emberről. Míg nem rájövök, hogy bármennyit olvasok is hozzá, tárgyyszerűsége törekedve „megfigyelőként” magam is részévé válok a „kísérletnek”, nem lehetek „objektív” – már azzal, hogy rápillantok, szükségképpen „megváltoztatom a rendszert”, tudatomon átszűrve egy módosult világot látok és látatok.

Mentegetőzés helyett ezzel a kvantummechanikai vétetéssel talán sikerül figyelmem az olvasót: ez az én képem Gábos Zoltánról. Olyan megvilágítás, amely nem a fizika tudását mutatja be, hanem az embert. (Magam a fizika művelésétől régen, a tanításától is jó ideje kényszerűen elszakadtam, ez a körülmény bizonyára szerepet játszott a megtisztelő felkérésben, hogy tehát egy olyan tanítvány is méltassa a professzor urat, aki már más vizeken vezet.)

*

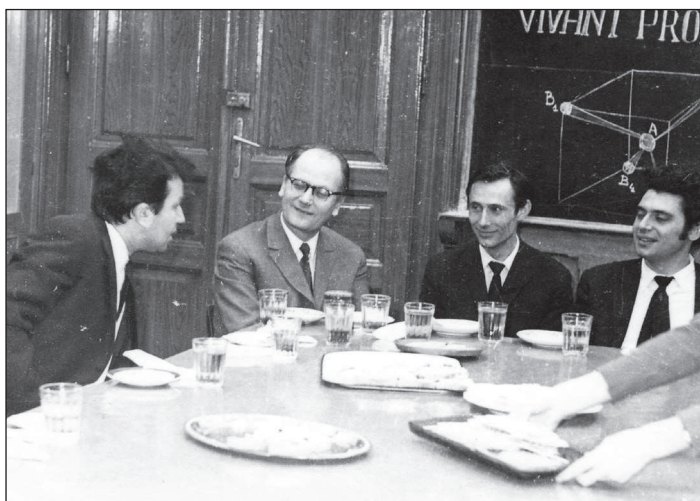
A múlt század hatvanas éveinek elején még magyarul felvételiztünk a Babeş-Bolyai Tudományegyetem fizika szakára – utána már csak néhány töltelektárgyat adtak le anyanyelvünkön, pedagógiát meg „tudományos szocializmust”, és hasonlókat. De voltak magyar tanáraink, és eljött az izgalommal várt pillanat is, amikor Gábos Zoltán előadásait hallgathattuk. Büszkéek voltunk, hiszen a hol hűvös, hol barátságos viszony ellenére azért volt versengés a román és a magyar hallgatók között. Tanároknak is versengtünk – és Gábos Zoltánnal olyan egyértelmű és elismert győzelmekeket arattunk, hogy csak úgy dagadt a mellünk.

Visszamenőleg, higgadtabb fejjel és az együttélés további viszontagságainak megélése után, ebből a győzelemből már

magasabb következtetést vonhatunk le: a jellemmel párosuló tudás átjárását nyújt közösségek, korok és tudattartalmak között. Ez Gábos Zoltán egyik örökérvényű példája és leckéje.

*

Kezdjük azzal, hogy tanár urunk hal- kan, érthetően beszélt az előadóteremben és a folyosón vagy a dékáni irodában is. Tanár urunk a szemüvege mögül biztatóan, szeliden mosolygott. Tanár urunk emberi tartása olyan volt, aminővel addig nem találkoztunk. Sokoldalúbb fizikust sem láttunk. Több tantárgyat adott elő, de előadásain soha egyebet nem használt, mint a krétát és az óráját. Megmaradt bennem, hogy sokat írt a táblára. Gondolatmenetei, levezetései kristálytiszták voltak. Né-



Tanítványaival egy évfolyamtalálkozó

ha megállt, eltűnődve nézte az összképet, ilyenkor próbáltam kitalálni, hogy a folytatás legegyszerűbb útját keresi-e, hogy még érthetőbbé tegye az anyagot, vagy pedig egyszerűen gyönyörködik abban, amit megosztott velünk. Meg voltunk győződve róla, hogy a tárgyat, amiről beszél, nála jobban senki a világon nem ismerheti.

„Egyesítette magában a kiváló tanár összes jellemvonását. Szakterületének avatott és lelkes művelője volt, meleg szívvel közeledett tanítványaihoz, és értett ahhoz, hogy gondolatait könnyen megérthető módon fejezze ki. Nagy hangsúlyt helyezett a kérdések fizikai oldalának megvilágítására.” Ezek már nem az én szavaim, ezek Gábos Zoltán szavai mesteréről és

barátjáról, a nála mindössze hét esztendővel idősebb, sajnálatosan korán elhunyt Fényes Imre professzorról, akivel tanársegédként két évig együtt dolgozott a Bolyai Tudományegyetemen (amíg Fényest a román állam Kolozsvárról „hazatérésre” nem kényszerítette). Nos, Gábos Zoltán idézett megállapítása maradéktalanul érvényes rá magára is.

De ha már Fényes Imréről van szó, hadd idézzek még egy részt Gábos Zoltán cikkéből (Firka, 1996–1997, 2. szám), egy olyan, a magyar tudományosságot is érintő, érdekes történeti mozzanatról, amiről legalábbis én eddig nem tudtam: „W. Heisenberg az 1955-ben megjelent 17 oldalas összefoglaló tanulmányban két és fél oldalt szentelt Fényes Imre eredményeinek.”

*

Tulajdonképpen, most jövök rá, miközben ezt a méltatást fogalmazom, hogy Gábos Zoltán fő nevelői fegyvere a hatalmas tárgy- és emberismeretből fakadó közvetlensége volt: közvetlen abban az értelemben, hogy „direkt”, azaz mondhatni eszköztelen – nyílt, kezesetlen, természetes, meg- hihető, egyszerű, barátságos. A kedvesség, amely kizárja a bizalmaskodást, az empátia és szemérem, amely kizárja a tolokodást, az az életbölcse- ség, amely kizárja – ma úgy mondanánk – a populizmust, vagyis a hatásvadászatot.

*

Végtelen szerénysége, a tolokodástól való viszolygása miatt Gábos Zoltán nem csupán a hívságos ranglétrákon (amelyekre valószínűleg nem sokat adott, bár volt tanszékvezető, dékánhelyettes és méltatlanul kevés ideig dékán), de az egyetemessé Erdélyi magyar tudományosságban is kissé késve került az őt megillető helyre. Legalábbis úgy érzem. Pedig az Erdélyi magyar kultúrának mindig szüksége volt a szellem olyan munkásaira, akik személyes becsvágyukat félretéve közösségi, nemzeti küldetését is teljesítenek tudósként, alkotóként – nemzedékek sorának tanáraként. Ennek is kiválóan megfelelt Gábos Zoltán, amikor kellett, amikor megkeresték. Inte-



Vietnami tanítványaival

gettek nála hangosabbak, az önérvényesítésnek jobb specialistái – lelkük rajta. Ma már a helyükön vannak a múlt dolgai.

Ennek rendjén emelem ki, hogy van egy mozzanata Gábos Zoltán munkásságának, ami a közösségi feladatvállalás része, s már közelebb esik későbbi hivatásomhoz. Ez a tudományos közírás. Ismeretterjesztő munkája alapján került be Gábos Zoltán az említett Romániai Magyar Irodalmi Lexikonba (RMIL).

Nem tudom, ide tartozik-e, de az erdélyi tudományosság megpróbáltatásait és a jellegzetes, Gábos Zoltán pályáját is elkísérő erdélyi megkésettiséget tekintve talán igen, ennek a sorozatnak a sorsa. Az első kötet (A–F) 1981-as megjelenése után nem sok, de nem is kevés idővel, 1983-ban kiadásra készen állt a lexikon második (G–K) kötete. „Akkorra azonban a felső kiadói (és kiadó fölötti politikai) felügyelet irányából olyan ellenszél süvöltött az egész romániai magyarság felé, hogy ennek a kötetnek (az 1983-as szövegnek) a megjelenését, még ha vállaltuk volna is a drasztikus csonkításokkal járó kompromisszumot, akkor sem engedték volna meg. Inkább visszazártuk a szekrénybe a kéziratot, s annak megjelenítésére csak a diktatúra összeomlása után, 1991-ben kerítettünk sort.” – írta a sorozat záró VI. kötet főszerkesztője 2009-ben.

Gábos Zoltánnak a „sokoldalúan fejlett szocializmus” éveiben és azután is sikerült távol tartania magát a politikától.

*

Olvashatnánk még sokat együtt Gábos Zoltántól és Gábos Zoltánról, a kiváló tudósról, oktatóról, közíróról – a nagyszerű emberről. (Alig várom a nálam elhivatottabb méltatók írásait a Természet Világa oldalain.) De mit tehetnék hozzá például Karácsony János és Néda Ár-

pád tíz évvel ezelőtt írt megemlékezéséhez <http://wwwold.kfki.hu/fszemele/archivum/fsz0412/karacsony0412.html> a Fizikai Szemle 2004. 12. számában? Előbbi szerző kedves évfolyamtársam volt, utána különös szerencséjére együtt dolgozhatott a professzor úrral a tan széken. Azt írják Karácsonyék, jelen időben: „Személyes példája jótékonyan hat a hallgatókra, nem volt és nincs szükségére fegyelmezésre, hogy felemelje a hangját. A hallgatók, de a mai kollégák – az egykoron volt hallgatók – is sok tantárgy esetében a minősítés érdekében készültünk a vizsgákra. Ez nem érvényes Gábos professzor esetében. Ilyen szintű előadások után hallgatóinak nagy többsége szégyellné, hogy készületlenül jelenjen meg a vizsgán.” (Erről csak annyit: a nagy többséghez tartoztam.)

Legyen befejezésül egy teljesen személyes emlék, amolyan kópés anekdota. Az az igazság, hogy amikor úgy harmadéven kiderült, hogy fizikusként nincs reális esélyem más pályára, mint a tanári, egyéb irányú szellemi igényeim kerültek előtérbe. Úgyiszlóván állandó lakhelyemmé vált az Egyetemi Könyvtár, elkezdtem írogatni is... Elég az hozzá, hogy amikor úgy a negyedév közepén egyszer a folyosón ösztetelalkoztam a dékán úrral, az ismert jóságos modorába fejcsóválás keveredett, és némi tétovázás után kimondta, hogy sok a hiányzások. Kérdeztem szemlesütve, hogy nem lehetne-e igazolni azokat. „Hugó drága, akkor is ki kellene csapnunk magat, ha az összes hiányzását igazolnám, úgy felgyűlték.”

*

Most már bevallhatom: Gábos Zoltánban magát a Fizikát szeretem, amelyetől fájdalmasan messzire sodort a sors. Tanár urunkkal is kétszer-háromszor találkoztam azóta. Vigasztal, hogy bizonyára olyan fiatalon maradtam meg az emlékezetemben, amilyen a mi drága kolozsvári egyetemünk padjaiban voltam. Ő pedig az enyémben mint a legtisztább ember és legnagyobb fizikus, akivel találkoznom megadott.

ÁGOSTON HUGÓ
tudományos újságíró
Bukarest–Marosvásárhely

Gábos Zoltán tanári „tízparancsolata”

„A tanár szakmájának ura legyen, ne szolgálja.

Csak jó matematikus lehet elméleti fizikus. A fizikusnak uralnia kell a felhasznált matematikai eszközöket.

A tanár szakmájának művésze legyen. Miután alaposan tájékozódott, el kell jutnia az „így látom én” szintre, mert csak akkor lehet meggyőző, ha önmagát adja, ha előadásaiba egyéni szintet visz.

A jó tanár évről évre javítja, csiszolja előadását. Saját magának és a hallgatónak tesz szolgálatot, ha időnként litografált jegyzetben vagy nyomtatott könyvben rögzíti gondolatait. E műveket tekintse amolyan „leltárnak”, továbblépést szolgáló kiindulópontnak.

A munka elkezdése előtt el kell döntenie, hogy milyen célt követ, az első órán már tudnia kell, hogy mit mond az utolsón. Az előadás a kötelező önképzést segíti. Az írott tudomány szűkszavú és teljességre tör. A tanár ezt a holt anyagot teszi élővé, olvasni tanít, felfedi tudományának rejtett szépségeit. A könyvet a jegyzőkönyvhöz, az előadást a védőbeszédhez hasonlítanom.

A hallgatóktól megköveteljük, hogy a vizsgákon ne használjanak segédeszközöket. Ezt a követelményt a tanárnak is be kell tartania az előadásain.

A tanár fogadja megértéssel tanítványainak kérdéseit és megjegyzéseit, e visszajelzések nagyban segíthetik munkáját. Ha a hallgató valamit nem értett meg, abban legtöbbször a tanár a hibás.

Szakosodott világunkban a tanár az egészből csak egy részt mutat be. Az előadónak az egészet is ismernie kell, hogy a részben érzékeltethesse az egészet.

A tanári tevékenységnek vannak elemi szabályai. Ne igyekezzünk másokat meggyőzni arról, amit magunk sem értünk. Mondanivalónkat igyekezzünk egyszerű és érthető formába önteni. Minden egyes órának legyen központi gondolata, logikai szerkezete. Az sem mellékes, hogy milyen formában közöljük mondanivalónkat. Az előadóművészek számára kötelező szabályokból a tanár is tanulhat.

Tíz megjegyzést tettem. Ezek nem parancsolatok, hanem tanári gyakorlatom alapján levont, kiegészítésre szoruló tanulságok.”

(Az 1992-ben vele készített interjúból. Valóság, 1993. 4. szám)

BOTH ELŐD

A Rosetta első eredményei

Augusztusban megérkezett úti céljához, a *67P/Csurjumov-Geraszimenko-üstököshöz* (röviden *67P* vagy *C-G-üstökös*) az Európai Űrügynökség (ESA) Rosetta űrszondája. A küldetést még a start előtt részletesen bemutattuk lapunkban (*Természet Világa, 2003. január*). Tekintettel arra, hogy a Rosetta szonda (elsősorban a Philae nevű leszállóegysége) elkészítésébe magyar szakemberek is bekapcsolódtak, a küldetésről az ESA tevékenységét bemutató különszámunkban (*Természet Világa, 2014/2. különszám*) is cikket közlünk. Tíz évig tartó utazása után idén januárban felébresztették 957 napig tartó hibernált állapotából, majd márciusban elkészítette első felvételeit a célba vett üstökösről (*Természet Világa, 2003. augusztus, Rövid hírek*) – akkor még 5 millió km távolságból.

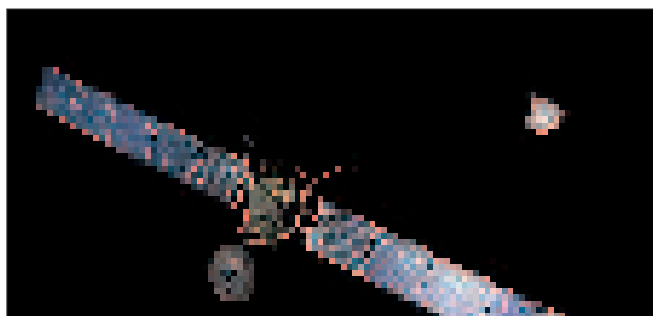
Az 1,3 milliárd euró költségvetéssel készült szondát 2004. március 2-án a francia guyanai Kourouból Ariane-5 rakétával indították. Bonyolult pályán, a Napot ötször körbejárva, 10 év 5 hónap és 4 nap elteltével, 6,4 milliárd kilométeres utazás után érkezett meg célpontjához. A keringő egység induló tömege 2900 kg volt, ebből 1670 kg a manőverek végrehajtásához szükséges hajtóanyag és 165 kg a 11 tudományos mű-

a Naptól való távolságtól függően 400 és 850 W közötti elektromos teljesítményt adnak le, ezzel gazdálkodhatnak a szonda eszközei.

Az üstökös felé közeledő szonda részben a nagy felbontású OSIRIS kamerával, részben a kisebb felbontású navigációs kamerájával folyamatosan fényképezte az üstökös magját, de a további műszerekkel is megkezdtek a méréseket. Az első meglepő felfedezés az üstökös magjának furcsa alakja volt. Már a június végi felvételek alapján is gyanították azt, ami az OSIRIS kamera-rendszer július 14-én, 12 ezer km távolság-

tusban éri el, amikor már a Mars pályáján belül fog járni).

Júliusban először mérték meg a mag felszínének hőmérsékletét. A Naptól körülbelül 555 millió kilométerre lévő üstökösmag átlagos hőmérsékletét -70 Celsius-fokosnak találták, amiből arra következtettek, hogy az üstökösmag felszínét nagyobb részben sötét por borítja, így a felület jó hatásfokkal elnyeli a ráeső kevés napfényt. (Az üstökös több mint háromszor olyan messze járt a Naptól, mint a Föld, ezért egységnyi felületre csak tizedannyi napsugárzás esik.)



Fantáziakép az üstököshöz közeledő űrszondáról. A hatalmas napelemtáblák fesztávolsága 32 méter. Az üstökös képét a szonda navigációs kamerája 500 km távolságból készítette

Az OSIRIS kamera-rendszer tulajdonképpen két kamerát tartalmaz. A mag térképezéséhez a kis látószögű egységet használják, de kipróbálták már a nagy látószögű egységét is. Július 25-én a magot körülvevő, mintegy 150 km átmérőjű területről 330 másodperces expozíciós idejű felvételt



A 285 km távolságból, a nagy felbontású OSIRIS kamerával készült kép felbontása 5,3 méter/pixel. Feltűnő a nyaki rész világosabb anyaga és a fejszerű rész jobbra látható óriási kráter

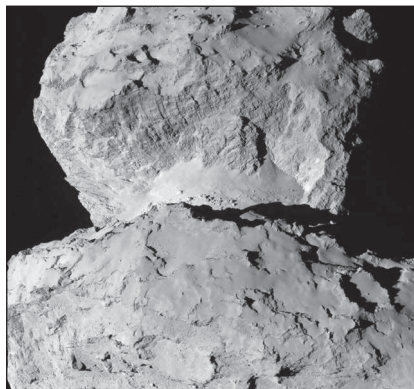
szer tömege. A *Philae* nevű leszállóegység 100 kg tömegű és 10 műszercsomagot visz magával. A keringő egység $2,8 \times 2,1 \times 2,0$ méteres test, amelyen felül a 2,2 méter átmérőjű fő kommunikációs antenna helyezkedik el, két oldalt pedig az egyenként 14 méter hosszú, 32 négyzetméter felületű napelemtáblák nyúlnak ki. A napelemek

ből készített felvételen már egyértelműnek tűnt: az üstökös magja két részből áll, egy nagyobb és elnyúltabb, illetve egy kisebb és gömbölyűbb részből. Az alak „gumikacsára” emlékeztet, ezért a továbbiakban a kisebb részre fejként, a nagyobbra testként hivatkozunk. A közelebbi felvételek alapján a mag méretét 3–5 km közöttinek becsülték, átlagos átmérője 4 km-nek tekinthető. Szabálytalan alakja miatt ennél pontosabb érték megadásának nincs értelme. Az üstökös magja 12,4 óránként fordul körbe a tengelye körül.

Június elején, amikor a szonda még 350 ezer kilométerre volt az üstököstől, a MIRO mikrohullámú mérőműszerrel kimutatták a magot elhagyó vizgőzt. A Naptól 583 millió km távolságban járó üstökös magja a Nap melegének hatására másodpercenként kb. 300 ml (naponta 25 ezer liter!) vizet „iz-zadt ki” magából. A kutatók arra számítanak, hogy ez a mennyiség rohamosan nőni fog, ahogy az üstökös közeledik a Naphoz (legnagyobb közelségét csak jövő augusz-

készítettek. Ezen a mag túl exponálódott, viszont már előtűnt a magból kiáramló a por. (A kis látószögű kamerával a közeli felvételeknél 0,1 másodperc körüli expozíciós időket használtak.) Pontosabban a napsütés hatására a magban lévő gázok szublimálnak, és a kiáramló gáz sodorja magával a porszemcséket, tehát az üstökös már éledezik. Az aktivitása egyre nő, hiszen a kép készítésekor még 544 millió km-re volt a Naptól, jövő augusztusi napközelségekor viszont csak 185 millió km lesz a távolsága a csillagunktól, tehát közel tízszer ekkora hóhatás éri majd a felszínét.

Augusztus 6-án a repülésirányítók végrehajtották a legfontosabb lépést, az utolsó, tizedik fékezőmanővert. Májustól kezdve az egy-két hetenként végrehajtott, pontosan megtervezett, hosszabb-rövidebb fékezésekkel igazították hozzá a Rosetta sebességét az üstököshöz. A két test relatív sebessége május elején még 775 m/s volt, a tíz manővernek köszönhetően ez 1 m/s-ra csökkent. Augusztus 6-án a Rosetta haj-



A mag kisebb, fejszerű részén (a képen fent) magasodó sziklafalon párhuzamos szerkezetek figyelhetők meg, míg a nyaki részen a sima talajon nagyobb, szétszórt sziklatömbök hevernek

töműveit magyar idő szerint 11:00-kor indították be, majd 6 perc 26 másodpercen át működtették. Mintegy 22 perc elteltével (ennyi idő alatt értek el a rádióhullámok a Rosettától a Földre!) megjött a visszaigazolás a manőver sikeres végrehajtásáról. A Rosetta megérkezett! Az üstökös 55 000 km/óra sebességgel kering a Nap körül, a Rosetta az utolsó manőver után 3,6 km/ó relatív sebességgel mozgott az üstökőshöz képest. (1986-ban a Vega űrszondák a Naprendszerben a „menetiránnyal szemben” haladó Halley-üstökös mellett 79,2 km/s, azaz 285 ezer km/óra relatív sebességgel száguldottak el.)

Az augusztus 6-i dátumnak egyébként az utolsó fékezőmanőver végrehajtásán és a 100 km-es távolság elérésén kívül más jelentősége nem volt, de alkalmat adott az ünneplésre és a sikeres érkezés „hivatalos” deklarálására. Mindenesetre ebből a távolságból az OSIRIS kamera már néhány méteres felbontású, lélegzetelállítón látványos felvételeket készített az üstökös magjáról. Az érkezést követő három hónap legfontosabb feladata a felszín minél pontosabb feltérképezése, az alkalmasnak tűnő leszállóhely kiválasztása, miközben a szonda még jobban megközelíti az üstököst és folytatja a tudományos méréseket. Eközben olyan pályára kell vezérelni, ahonnan a leszállás végrehajtható. Nehezíti a pontos navigációt, hogy a magból kiáramló gáz folyamatosan fékezi a szonda mozgását. Ezt nehéz előre figyelembe venni, hiszen fogalmunk sincs, hogyan változik a mag környezetében a növekvő aktivitás miatt a gáz sűrűsége.

Az „érkezés” után a szonda egészen furcsa, lekerekített csúcsú háromszögek mentén kóborolt az üstökös környékén (Kepler forogna a sírjában, ha ezt keringésnek neveznénk). Kezdetben a háromszög szárai 100 km hosszúak voltak, de a pályát fo-

kozatosan szűkítették. A háromszög alakú pálya lekerekített csúcspontjai környékén a szonda hajtóműveit kellett működtetni, hogy az eszköz „bekanyarodjék”. A háromszög egy-egy szára mentén néhány nap alatt repült végig. Ahogy közeledett a maghoz, úgy vált egyre határozottabbá annak a gravitációs vonzása, ezért a szonda pályája egyre inkább szabályos ellipszisre kezdett hasonlítani. A fogalom klasszikus égi mechanikai értelmében a mag körüli keringésről csak akkor lehetett beszélni, amikor a szonda már mintegy 10 km-re megközelítette az égitestet. A novemberi leszállásig a repülésirányítók igyekezni fognak minél kisebb, a felszín néhány kilométerre megközelítő pályára manőverezni a Rosettát. A pályaváltozások pontos elemzése lehetőséget adott az üstökös tömegének meghatározására. Az augusztus 5–9. között a szonda 80 órán át végzett rádiós követése alapján megállapították, hogy a 67P magjának tömege 10^{13} kg, azaz tízbillió kg (egyelőre 10%-os bizonytalansággal, de az adatot egyre pontosítják, ahogy a szonda közeledik az üstökőshöz). (Ez 150-szer kisebb a Mars kisebbik holdja, az apró Deimos tömegénél.)

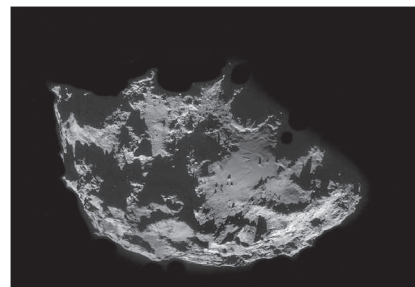
A pálya tényleges alakját sok tényező befolyásolja, mindenekelőtt a szabálytalan alakú mag szabálytalan gravitációs tere, de az üstökös erősödő aktivitása esetén még a magból kiáramló gázok is belekapaszkodhatnak a vitorlaként álló napelemtáblákba, és módosíthatják a pályát. A mag kis tömege miatt gyenge, és furcsa alakja miatt szabálytalan gravitációs tere alaposan próbára tette a Rosetta irányítóit.

A leszállóhely kiválasztásával foglalkozó munkacsoport augusztusban tíz potenciális helyet választott ki, majd ezt ötre szűkítették. A keresést a 100 km és annál kisebb távolságból készült néhány méteres felbontású képeken végezték. A felszíni adottságokon kívül a megvilágítási viszonyokra is figyeltek, a fő szempont természetesen az volt, hogy a leszállás biztonságosan végrehajtható legyen. Ezután az üstökőshöz egyre közelebb irányított Rosetta egyre jobb felvételei alapján már csak ezt az öt helyszínt vizsgálták. Szeptember közepén az öt közül kiválasztották az elsődleges és a tartalék leszállóhelyet. Mindkettőre kidolgozzák a részletes leszállási stratégiát, a szükséges manővereket. Eközben a Rosetta már 20–30 km-re megközelítette az üstököst, a képeken elsősorban a biztonságos leszállást veszélyeztető sziklatömbök elhelyezkedését fogják vizsgálni. A leszállóhely kiválasztásánál azt is figyelembe kellett venni, hogy a Philae egyik műszerével (CONSERT) az üstökös magjának belső szerkezetét akarják vizsgálni. A felszínre ereszkedő műszer és a keringő szonda között úgy teremtenek rádiókapcsolatot, hogy közben a rádióhullámok keresztülhatoljanak a magon, feltárva annak belső szerkezetét.

latot, hogy közben a rádióhullámok keresztülhatoljanak a magon, feltárva annak belső szerkezetét.

Az ESA szeptember 15-én sajtótájékoztatón jelentette be, hogy az öt megvizsgált helyszín közül melyik kettőre (fő- és tartalék helyszín) esett a választás. Eszerint a „J” jelű helyszínt választották. Ez egy viszonylag sík terület a kisebb lebenyben, sok frissnek látszó anyagot tartalmaz. A megvilágítási viszonyok a Philae hosszabb működését is lehetővé teszik. A CONSERT kísérlet szempontjából kifejezetten előnyös. A leszállást legfeljebb a sziklatömbök és a teraszos szerkezet zavarhatja. Ez a helyszín tűnt a legkevésbé kockázatosnak az összes közül, mert a környéken a lejtől meredeksége sehol nem éri el a 30 fokot, ezért kicsi a veszélye annak, hogy a leszállóegység felborul.

Tartalék helyszíneként a „C” jelű területet választották, amelyik a nagyobb lebenyben található. A felszíni formák változatosak, helyenként fényesebb az anyag, mélyedések, sziklaszirtek, dombok és síkságok váltakoznak. A megvilágítási viszonyok hosszú távon is kedvezőek. A döntést ismertető sajtótájékoztatón azonban hangsúlyozták, hogy a navigációra vonatkozó számításokat csak a J leszállóhelyre végzik el. Csak akkor nem ott szállnak le, ha a következő egy hónapban – például az üstökös mag aktivitásának



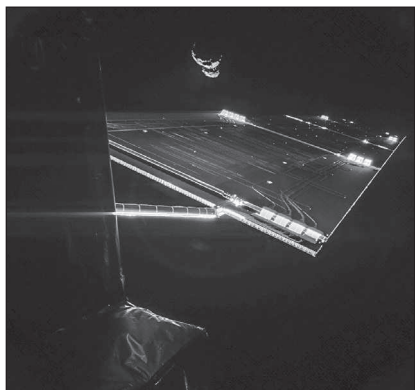
Szeptember 7-én a szondától 51 km-re lévő üstökös mag már a navigációs kamerán sem fér be egyetlen látómezőbe, a képen látható mozaikot négy felvétélből állították össze

hirtelen, drasztikus változása miatt – kiderül, hogy a területen mégsem lenne biztonságos a leszállás. Ekkor az összes számítást el kell végezni a tartalék leszállóhelyre, ami a leszállás csúsztatásának okozná. Ez viszont növelné a kockázatot, mert annál biztonságosabb a leszállás, minél kisebb még a mag aktivitása.

A leszállóhely kiválasztása közben a többi tudományos műszer is folyamatosan dolgozott. Szeptember elején közölték például a Rosetta három amerikai finanszírozású műszere közül az egyik, az ALICE nevű, távoli ibolyántúli spektrométer első mérési eredményeit. Az augusztusban gyűjtött adatok alapján az üstökös mag felszíne az UV-tar-

ományban is szokatlanul sötét, a felszínén egyelőre nem tudták vízjég nyomait kimutatni. A kísérletet végző kutatók mindkét eredményt meglepőnek minősítették. Az üstökös kómájában, azaz a magot körülvevő gázburkokban azonban már kimutatták a hidrogén és az oxigén jelenlétét. A Rosetta további tudományos eredményeiről szeptember második hetében az Európai Bolygókutatói Konferencián számoltak be a szakemberek.

A keringő egység fő feladata az üstökösrandevú utáni első négy hónapban a pontos térképezés és a navigációhoz szükséges információk megszerzése volt. A leszállás után kezdődik meg a keringő egység 13 hónaposra tervezett küldetése. Ekkor már az üstökös fokozódó aktivitását vizsgálják, a mérések erre összpontosítanak.



A még az anyaszondához erősített leszállóegység CIVA kamerája szeptember 7-én fényképezte le mintegy 50 km távolságból az üstököst. A leszállóegység elhelyezkedése miatt a képbe belelóg a Rosetta egyik, 14 méter hosszú napelemtáblája. Valójában a kép montázs, mert az üstökös és a szerkezeti részek lefényképezéséhez különböző expozíciós időt használtak. A felvétel további érdekessége, hogy a képet a Philae és a Rosetta között az előbbi magyar gyártmányú (MTA Wigner Kutatóközpont és SGF Kft.) központi adatgyűjtő számítógépe továbbította (Valamennyi kép forrása: ESA)

A leszállás helyszínét kiválasztó bizottság várhatóan október 12-én hozza meg a végleges döntését. Ez jelenti majd a leszállás dátumának, helyének és a szükséges manővereknek a véglegesítését (a tervezett időpont november 12.). Cikkünk megjelenésekor ez a döntés már ismert lesz. A küldetés eddig hibátlanul, pontosan a tervek szerint zajlott. Reménykedhetünk, hogy mire cikkünk az olvasó kezébe kerül, már csak napok választanak el a legizgalmasabb és egyben a legkockázatosabb eseménytől, amikor a Philae leszállóegység leereszkedik az égitest felszínére. ✨

SCHEURING ISTVÁN

A homoszexualitás evolúciógenetikai háttere

Vajon mit gondol a kedves olvasó: a homoszexualitás kizárólag emberi tulajdonság, esetleg az ember mellett néhány emberszabású majomnál is megfigyelhető, avagy egy, az állatvilágban széles körben elterjedt viselkedés? Gyanítom, hogy a legtöbben a második válasszal értenek egyet, míg a legkevesebb szavazatot a harmadik lehetőség kapja. Így valószínűleg sokaknak meglepetést okoz, hogy a jó válasz az utolsó. Az utóbbi 10–15 év célzott megfigyelései alapján ma már több mint 1500 fajnál jegyeztek fel homoszexuális viselkedést (egy egyed egy másik azonos nemű egyeddel szexuális jellegű kapcsolatot létesít). Vanak köztük rovarok, halak, kétlélűek, hüllők, madarak és természetesen emlősök is szép számmal. Példaként megemlítek néhány madárfajt: Kaliforniában a nyugati sirály (*Larus occidentalis*) fészekpárok 14%-a nőstény-nőstény pár, míg ez a szám 31% a Laysan albatrosz (*Phoebastria immutabilis*) Oahu szigetén fészkelő populációja esetében. A nyári lúd (*Anser anser*) hímek 15%-a egész élete során más hímekkel áll párba, és a sort még folytathatnánk. Szinte az összes háziastott emlős között, az ó- és újvilági majmok és további több mint 200 emlős fajnál mutattak ki valamilyen gyakoriságú homoszexualitást.

Az emberi homoszexualitás gyakoriságára – a mérési eljárásoktól függően – többféle adat ismert. Először tisztáznunk kell, hogyan definiáljuk a homoszexualitást az ember esetében. Alfred Kinsey a múlt század negyvenes éveiben dolgozott ki egy, a kérdezett személy szexuális irányultságát vizsgáló kérdőívet. Ennek alapján meg lehet különböztetni kizárólagosan heteroszexuális érdeklődésű embereket (a Kinsey-indexük 0), olyanokat, akik a fantázia szintjén homoerotikus vonzalmat is mutatnak (Kinsey-index 1-es), ezen túl olyanokat, akiknek volt alkalmi homoszexuális élménye is, és így tovább, egészen azokig a tesztalanyokig, akiknek kizárólag homoszexuális érdeklődésük és tapasztalatuk van (Kinsey-index 6-os). Így természetesen kapunk egy eloszlást az emberek szexuális érdeklődéséről, ami önmagában is érdekes. A kutatók különböző Kinsey-indexnél húzzák meg a homoszexualitás határát, de a legtöbben a legegyszerűbb megoldást javasolják: *akiknek a Kinsey-indexe nagyobb,*

mint 0, azok a homoszexuálisok csoportjába tartoznak. Ennek alapján azt mondhatjuk, hogy mind a férfiak, mind a nők 3–10%-a tekinthető homoszexuálisnak (vagy pontosabban mondva: ilyen százalékban nem kizárólagosan heteroszexuálisok). Érdekes, hogy bár ez az arány a férfiakra és a nőkre közel azonos, a Kinsey-index szerinti eloszlás alapvetően különböző a két nemnél: míg a férfiaknál az alacsonyabb fokú homoszexuális érdeklődés ritkább (pl. volt az életében mindkét nemű szexuális partnere), a kizárólagos homoszexuális érdeklődés ennél gyakoribb. A nőknél a Kinsey-index növekedésével folyamatosan csökken a gyakoriság (1. ábra).

Az imént elmondottakból következik egyrészt az, hogy ha az állatvilágban ennyire elterjedt a homoszexualitás, akkor e viselkedés biológiai hátterében is sok hasonlóság kell, hogy legyen. Legalábbis az emlősök körében várható, hogy számos közös vonás fedezhető fel. Így az emlősökön végzett ilyen irányú kísérletek sok hasznos információval szolgálhatnak az emberi homoszexualitás biológiai hátterének megértésében is. Másrészt, ha az állatvilágban a homoszexualitás általánosan jelen van, akkor nyilvánvalóan az ember esetében sem lehet kizárólag „kulturális” háttere ennek a viselkedésnek.

Miközben természetesen a homoszexualitásnak igen fontos társadalmi és lélektani vetülete is van, minket e kérdéskör elsősorban evolúcióbiológiai szempontból érdekel. Hiszen a homoszexuális embereknek kevesebb utódja születik (ez a szám nem nulla, átlagos utódszámuk durván 85%-a heteroszexuálisok átlagos utódszámának), így, ha e viselkedés-mintázatnak van öröklődő genetikai háttere, akkor ezek a gének igen gyorsan ki kell, hogy szelektálódjanak. De nem ezt tapasztaljuk, tehát egy érdekes evolúciós kérdéssel állunk szemben. Vannak-e gének, melyek a szexuális érdeklődéssel hozhatók kapcsolatba? Milyen mechanizmusok miatt nem tűnik el a homoszexuális viselkedés a populációból? Lehet, hogy a homoszexualitásnak valamilyen közvetett előnye van, s ezért viszonylag gyakori is a legtöbb fajnál? Az elkövetkezendőkben ezeket a kérdéseket fogjuk tüzetezesebben megvizsgálni, s a jelenlegi tudásunk alapján igyekeznünk válaszokat is adni rájuk.

A homoszexualitás genetikai háttere

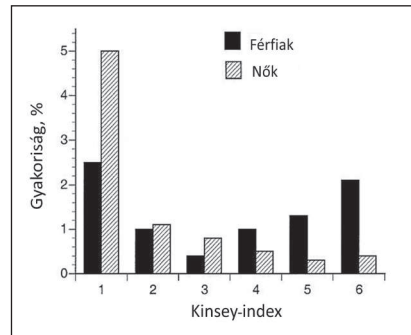
Nyilván a legizgalmasabb kérdés az, hogy van-e a homoszexualitásnak genetikai háttere, azaz vannak-e olyan öröklődő faktorok, melyek hordozói nagyobb eséllyel lesznek homoszexuálisok? Ennek eldöntésére az egy háztartásban felnevelkedett egyetétjű és az azonos nemű kétpetjű ikerpárok szexuális érdeklődését kell összehasonlítani. (Feltehető, hogy a vizsgált tulajdonság szempontjából hasonló a környezeti háttér az egyetétjű és a kétpetjű ikreknél.) Az egyetétjű ikrek genetikailag azonosak, míg a kétpetjű ikrek átlagosan 50%-ban hordoznak azonos géneket, így ha a homoszexualitásnak nincs genetikai háttere, akkor az egyetétjű és a kétpetjű ikerpárok homoszexuális érdeklődése hasonló arányokat mutat, míg ha ez elsősorban genetikailag meghatározott viselkedés, akkor a viselkedésbeli korreláció nagyon magas lesz az egyetétjűeknél (vagy mind a két testvér heteroszexuális vagy mind a kettő homoszexuális), és ennek az értéknek úgy a felében lesz a kétpetjű ikreknél azonos a szexuális érdeklődés. (A helyzet valójában ennél összetettebb, most csak a lényegét érzékeltettük). Az adatok elemzése alapján az általános tapasztalat az, hogy a homoszexualitásnak van genetikai (öröklődő) háttere, de ez nem erős, továbbá a genetikai meghatározottság a férfiak esetében valamivel erősebb, mint a nőknél.

A következőkben azokkal a kísérleti eredményekkel és elméleti megfontolásokkal foglalkozunk, melyek segítségével közelebb kerülhetünk a homoszexualitás evolúciós hátterének megértéséhez.

A homoszexuálisok a segítők?

A homoszexualitás előnyét firtatók kérdésére az evolúcióbíológusok klasszikus válasza: rokonszelektációs okok miatt nem szelektálódnak ki teljesen a homoszexualitást elősegítő gének, hanem egy meghatározott arányban jelen vannak a populációban. Tegyük fel, hogy egy homoszexuális egyed segítőt testvérét utódaik felnevelésében. Mivel a testvérek génjei 50%-os eséllyel azonosak, annak esélye is 50%, hogy a segített testvér a homoszexualitásra hajlamosító gént változatot hordozza. Tehát, ha a segített szaporodási sikere kétszer annyival nő, mint amennyivel a segítő szaporodási sikere csökken, akkor az ilyen gének terjedni fognak a populációban. Ahogy nő az ilyen „segítő” gének aránya, úgy csökken azok előnye, hiszen az optimálisnál több lesz a segítő és kevesebb az aktívabban szaporodó egyed. Ezért végül egyensúlyi arány fog beállni a segítő szerepben lévő homoszexuális és a segített heteroszexuálisok között. Ray Blanchard amerikai

kutató a 90-es években megmutatta, hogy minél több bátyja van egy fiúgyermeknek, annál nagyobb eséllyel lesz homoszexuális felnőtt korában. Első hallásra ez az eredmény az imént vázolt elméletet támasztja alá. Ha az élelmiszerforrások végesek, és a vadászó-gyűjtögető csoportokban, ahol az emberi evolúció zajlott, a készletek nem lehetnek bőségesek, akkor azok a gének terjedni fognak, melyek csökkentik az utódok számát, de növelik azok túlélési esélyét. Ráadásul a legtöbb ősi társadalomban a férfiak maradnak a csoportban párválasztás után, ami



1. ábra. A férfiak és a nők szexuális érdeklődésének eloszlása a Kinsey-index alapján. A 0-ás index a népesség úgy 90%-át kitevő kizárólagosan heteroszexuálisokat jelenti, ami az ábrán nincs feltüntetve (Baley és mtsai. 2000. nyomán)

magyarázza, hogy a megfigyelt hatás csak a fiúgyermekre érvényes. Ez az érvelés azonban mégsem olyan meggyőző, hiszen így a női homoszexualitásra nincs magyarázatunk, ráadásul a későbbi célzott kísérletek nem tudták kimutatni, hogy a homoszexuálisok nagyobb érzelmi és/vagy anyagi segítséget nyújtanának rokonaiknak, mint a heteroszexuálisok. Továbbá, feltételezve, hogy az emlősök körében megfigyelt homoszexuális viselkedés és az emberi homoszexualitás biológiai gyökere sok szempontból közös, a rokon szelektáció nem tűnik általános magyarázó elvnek. Blanchard úgy vélte, hogy az anya a fiúmagzat bizonyos, a magzati fejlődéssel kapcsolatos antigénjeire (speciális molekuláira) a szülések számával egyre növekvő immunválaszt ad, ami a magzati fejlődésben egyre fokozódó zavart okoz, s ez vezet a növekvő arányú homoszexualitáshoz.

Genetikai kényszerek, ellentétes hatások

Mások a pleiotrópiával, a heterozigóta előnnyel vagy a különböző nemű egyedekben ellentétes hatást kiváltó allélek jelenlétével magyarázzák a homoszexuális viselkedést.

Egy gén pleiotróp hatása, ha egyszerre több, esetenként ellentétes hatást fejt ki az egyedre. Például egy gént változat (allél), mely megnöveli a hordozó férfi adrenalin szintjét, fokozza annak férfias viselkedését, de ezzel együtt növeli a hirtelen szívleállás okozta halál valószínűségét. Nyilván az első hatás növeli a hordozója rátermettségét, és így ennek az allélnak a terjedését, míg a második hatás csökkenti azt. Tehát a pleiotrópián alapuló érvelés szerint vannak olyan allélok, melyek elsődleges hatása előnyös, de ezzel együtt növelik a hajlamot a homoszexualitásra is. Ha az előny nagyobb, mint a hátrány, akkor az allél terjedni fog.

A heterozigóta előny hipotézis alapfogolata, hogy egy *A* gént változat akkor okozza a legnagyobb növekedést a rátermettségben, ha az elterjedt *a* változattal együtt van jelen az egyedben (diploid, heterozigóta egyed *aA* allélpárral). Mind az *aa*, mind az *AA* allélpárok kisebb rátermettséggel rendelkeznek, mint az *aA* allélpár. Érezhető, és könnyű megmutatni, hogy ilyenkor sem az *a*, sem az *A* allél nem fog kiszelektálódni a populációból, hanem stabil egyensúlyban lesznek. (Az iskolapélda a sarlósejtes vérszegénységet okozó allél, mely heterozigóta formában (*aA* allélek) a malária ellen viszonylagos védeltséget nyújt, de homozigóta formában (*AA* allélek) súlyos betegséget okoz. A maláriával fertőzött területeken ezért viszonylag magas arányban található meg ez a gént változat a heterozigóta előny miatt. Mivel ezen túl nemigen vannak egyértelmű példák a heterozigóta előnyre, ezért valószínű, hogy nincs komoly szerepe a homoszexualitás magyarázatában sem.)

A különböző egyedekben ellenkező hatást kiváltó gének a pleiotrópia egy speciális esetének tekinthetők. E feltevés szerint az olyan gént változatok, melyek növelik az ilyen változatot hordozó nő (férfi) rátermettségét, például úgy, hogy a férfiak (nők) számára vonzó jellegeket alakítanak ki, egy fiú (lány) utódba kerülve ott éppen az ellentétes hatást váltják ki. Talán ez utóbbi javaslat tűnik a leginkább valószínű magyarázatnak, és vannak is olyan kísérleti eredmények, melyek némileg alátámasztják ezt a hipotézist. Kimutatták, hogy a homoszexuális férfiak anyai ágú női rokonainak átlagos utódszáma nagyobb, mint az adott mintára jellemző átlagos utódszám. (Azaz olyan gének lehetnek a háttérben, melyek a női vonalon növelik a rátermettséget, míg a férfi vonalon csökkentik azt.) Ismereteim szerint hasonló elemzést homoszexuális nőkre és férfiágú rokonaikra nem végeztek, de ez némileg érthető, hiszen a férfiak valódi utódszámát nem lehet pontosan tudni (hiszen csak az anya a biztos).

Tehát, az imént vázolt hipotézisek más és a más mechanizmusokon alapulnak, azonban bármelyik hipotézis is a helytálló, minden esetben meg kellene találni azo-

kat a géneváltozatokat, melyek a homosze-
xuális érdeklődést növelik, ráadásul ezen
hipotézisek alapján az egypetéjű ikreknél
magas arányban kéne előforduljon, hogy
az ikerpár mind a két tagja homosze-
xuális érdeklődésű (mivel azonos környezet-

ti fejlődés 15-től 19-ig tartó heteit), ezért
a különböző fejlődési utak valószínűleg
úgy jönnek létre, hogy a hímnemű (XY-
szexkromoszóma pár) és a nőnemű (XX)
magzatban más és más folyamatokat indít
el ugyanaz a hormon. Ez pedig úgy lehet-
séges, hogy az egyedfejlődés
ezen része epigenetikus sza-
bályozás alatt áll.

Itt most rövid kitérőt kell
tegyünk, mert fontos, hogy
az epigenetikus szabályozás-
ról és annak öröklődéséről
pontosabb képet alakítsunk
ki. Amikor a megterméke-
nyített petesejt osztódni kezd,
kezdetben minden sejt tel-
jesen azonos, ám a sejtek
idővel egyre jobban kezde-
nek különbözni, fokozato-
san megjelennek a különbö-
ző szövetek és szervezede-
mények, szervek. Az emb-
rió formája is fokozatosan
változik, és úgy a 3. hónap
végére, az embrió már egy
emberi élőlény „kicsinyített
mása”. Ilyenkor már a ne-
mi szervek is elkülönülnek.
Az egyedfejlődés e hihet-
lenül összetett folyamatát a

konyan íródjon át, azaz genetikai szabá-
lyozóként működik. A legizgalmasabb az
egészenben, hogy ezen metilációs mintáza-
tok egy része öröklődik, továbbá a környe-
zeti hatások, például a stressz vagy a táplá-
lkozás is befolyásolja a DNS-metilációt.
A metilációs mintázatokat és más fel nem
sorolt epigenetikai szabályozókat ezen túl
együttesen epi-jeleknek fogjuk nevezni, a
szabályozó pontos megnevezése nélkül.

Mivel, ahogy az imént megemlítettem,
a magzati tesztoszteronszint alig elkülö-
nítendő a két nemben, így sokkal valószí-
nűbb, hogy a tesztoszteron csak egy álta-
lános jel, amire a fiúmagzat máshogy re-
agál, mint a leánymagzat. (Számos, itt fel
nem sorolt tény megerősíti ezt az elképze-
lést). Egérkísérletekben kimutatták, hogy
a szexkromoszómán lévő öröklődő epi-
jelek több tucatnyi további gén működé-
sét befolyásolják a magzati korban. Ezek
alapján elég valószínűnek látszik, hogy a
szexkromoszómán lévő epi-jelek kulcs-
fontosságúak abban, hogy a fiú- és a leány-
magzatok máshogy reagáljanak a tesztosz-
teronra. Tehát sokkal valószínűbb, hogy a
nemi jelek kialakulása epigenetikusan
is szabályozott, ahogy azt a 3. ábra vázla-
atosan érzékelteti.

Eddig a nemi jellegekről beszéltünk, ami
valójában három nagy csoportot foglal ma-
gába: a nemi szerveket, a szexuális érdeklő-
dés irányát, azaz, hogy az adott személy
az ellenkező neműekhez vonzódik kizáró-
lagosan (heteroszexuális) vagy sem (homo-
szexuális a definíció alapján), és a szexu-
ális identitást, azaz, hogy komfortosan éri-
e magát a saját biológiai nemében vagy
sem. Míg az első csoportban a nemi szer-



2. ábra. A férfi és női nemi jelek kialakulása a klasszikus szemlélet szerint. Ennek alapján az Y-kromoszómához kötődő gének (YKG) hatására alakulnak ki a herék, illetve azok hiányában a petefészek. A herék jelenlétében a magzati tesztoszteronszint (T) magasabb lesz, mint a petefészek esetén, így fejlődnek ki az újszülöttnél az elsődleges nemi jelek. A pubertás ideje alatt az egyed nemétől függően a tesztoszteron- vagy az ösztrogén- (Ö) szint hirtelen növekedni kezd, és ezek aktiválják a férfi, illetve a női jeleket (Rice és mtsai. 2013. nyomán).

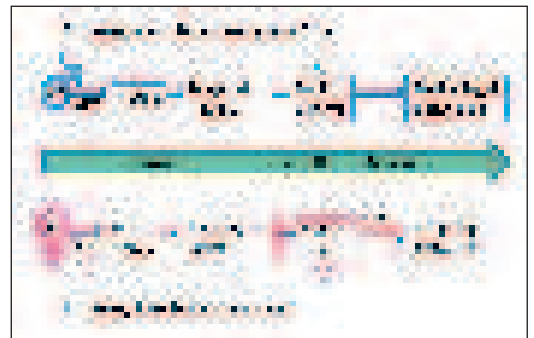
ben nőnek fel és genetikailag azonosak).
De, ahogy ezt korábban már említettem,
nem ezt tapasztaljuk. Az ikerkísérleteket
megismélték úgy is, hogy – teljes gén-
térképeket készítve a kísérleti alanyokról
– keresték a „homoszexualitás génjeit”, de
eredménytelenül.

Epigenetikus öröklődés és szexuális egyedfejlődés

Jelen tudásunk alapján tehát elvethetjük a
genetikai alapú öröklődést. Ám valószí-
nűleg közelebb kerülünk a magyarázat-
hoz, ha megvizsgáljuk, hogy hogyan lesz
a megtermékenyített petesejtből egy fiú
vagy leány újszülött. Mikor fejlődnek ki
az elsődleges nemi szervek, mikor és ho-
gyan alakul ki a szexuális identitás, érdeklő-
dés? Milyen irányítás alatt állnak ezek a
folyamatok?

A klasszikus felfogás szerint a nemi
androgén hormonszint, a tesztoszteron irá-
nyítja ezt a komplex egyedfejlődési folya-
matot. A fiúmagzatban (valószínűleg) az
Y-kromoszómában lévő gének aktiváci-
ója miatt magasabb a tesztoszteronszint,
ami más pályára viszi a fejlődést, mint a
leánymagzatban, ahol nincs Y-kromoszó-
ma (2. ábra). Az utóbbi évek vizsgálatai
azonban egyértelművé tették, hogy a mag-
zati tesztoszteronszint alig különbözik a
fiú- és a leánymagzatban (kivéve a magza-

testi sejtek géneinek időbeli és térbeli ak-
tívításának szabályozása irányítja. Hiszen
(némi egyszerűsítéssel élve) az összes
testi sejtünk azonos géneket hordoz, ezek
csupán abban különböznek, hogy ebből
a készletből mely gének és mikor aktivi-
zálódnak. A gének ki- és bekapcsolásá-
nak szabályozása az epigenetika (azaz a
gének fölötti folyamatok). Ma
már számos epigenetikai szabá-
lyozó mechanizmust ismerünk,
azonban a részletek ismereté-
re most nincs szükségünk, csu-
pán a legismertebb és talán a
legfontosabb mechanizmusról,
a DNS-metilációról ejtek né-
hány szót. Ha a DNS-szálon
egy citozin (C) bázis mellett
egy guanin (G) bázis van, ak-
kor a citozinra könnyen tud egy
metilcsoport kötődni. Általában
ez semmi változást nem okoz,
a metilcitozin ugyanúgy visel-
kedik a kettős DNS-szálon,
mint a citozin, kivéve, ha egy
CG bázisokban gazdag régió
metilációja magas fokú. Ekkor
a DNS-szál átíródása mRNS-sé
jelentősen gátlódik, tehát a ré-
gióban kódolt gének alig vagy egyáltalán
nem íródnak át fehérjékké. Igazolt,
hogy az élőlények jelentős hányadában éppen ez
a DNS-metilációs mintázat az, ami meg-
határozza, hogy melyik gén milyen haté-

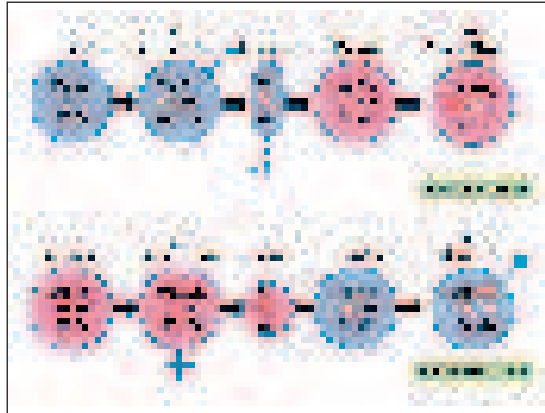


3. ábra. A férfi és női nemi jelek kialakulása az epi-jelek segítségével. A klasszikus elképzelés módosításaként a szexkromoszómán lévő epi-jelek a magzat nemétől függően növelik vagy csökkentik a tesztoszteronérzékenységet (Rice és mtsai. 2013. nyomán)

vek megléte és működése a meghatározó,
a másik két csoportban sajátos agyi funk-
ciókról van szó. Ennek alapján valószínű-
leg a szexuális jellegekhez kapcsolható epi-
jelek is három csoportra oszthatók. Vannak

olyanok, melyek a nemi szervek kifejlődését szabályozzák (Ne), olyanok, melyek a szexuális érdeklődés kialakításában játszanak szerepet (Sé), és olyanok, melyek a szexuális identitáshoz járulnak hozzá (Si). Köztudott, hogy a férfi és a női agy anatómiailag és működésében is különbözik. Hasonló anatómiai és működésbeli különbséget lehet kimutatni a hetero- és a homoszexuális emberek agya között is. A homoszexuális férfiak agya nagyon hasonlít a heteroszexuális nők agyára és fordítva. A hipotalamusz a köztiagy olyan néhány cm³-es régiója, melynek számos agyi érzelmi funkcióhoz, ezen belül a szexuális viselkedéshez is köze van. Néhány éve *Ivanka Savic* és munkatársai (stockholmi Karolinska Intézet) kimutatták, hogy a heteroszexuális nők és a homoszexuális férfiak hipotalamuszában hasonló aktivitási mintázatok keletkeznek férfi feromonok (progeszteronszámrazékok) szaglása közben, míg a heteroszexuális férfiak és a homoszexuális nők hipotalamusza alig reagál ezekre az ingerekre. Ugyanez a kutatócsoport később kimutatta azt is, hogy a jobb és bal agyfélteke aszimmetriájának jellegzetességei, illetve az amigdala kapcsolati mintázata a homoszexuális férfiakban és nőkben az ellenkező nemből tipikus mintázatra hasonlítanak. Fontos megjegyezni, hogy a nemekre jellemző agyi különbségek nem kizárólag a születés vagy a serdülőkort után alakulnak ki, hanem már a korai magzati korban is megfigyelhetők, s fokozatosan lesznek egyre határozottabbak. *Kizárt tehát, hogy csupán a születés utáni környezeti, nevelési hatások alakítják ki a jellegzetes férfi és női agyat!*

Az imént elmondott fejlődés- és neurobiológiai ismeretekre támaszkodva *William R. Rice* és munkatársai (2012) nemrég felvetették, hogy a homoszexualitás elsősorban a szexuális egyedfejlődés epigenetikai szabályozásának következménye. Alap gondolatuk az, hogy elsősorban azok az öröklődő epigenetikai jelek (transzgenerációs epi-jelek) felelősek a homoszexuális érdeklődés kialakulásáért, melyek az egyik nemből fokozzák az ellenkező nemű egyedekre irányuló szexuális érdeklődés egy irányba terelését, a másikban pedig éppen gátolják azt. Elméletük alapján, ha például egy fiú (lány) utódban az átlagosnál erősebben ható Sé epi-jelek



4. ábra. A homoszexualitás epigenetikai modellje. A megtermékenyített petesejt (zigóta) mind az apától, mind az anyától hoz öröklött epi-jeleket, melyek a nemi szervek kifejlődéséért (Ne), a szexuális érdeklődés (Sé) és a szexuális identitás (Si) kialakításáért felelősek. Az embrionális szakaszban az embrió nemétől függően férfira (f) vagy nőre (n) jellemző epi-jelelmintázatok alakulnak ki. Vannak ezek között az átlagosnál erősebb nemi meghatározottságot jelentő epi-jelek (piros) és átlagosnál gyengébbek (fehér). Az erősebb hatású nemre jellemző Sé-jelek esetenként az ivarsejtekbe jutnak, s ha onnan egy olyan ellenkező nemű utódba kerülnek, melynek a másik szülőktől hozott hasonló epi-jelei gyengék, akkor az utód nagy eséllyel homoszexuális érdeklődésű lesz (Rice és mtsai. 2013. nyomán)

átkerülnek az ivarsejtekbe és ott lány (fiú) utódba kerülnek, és ebben a lány (fiú) utódban az anyai (apai) oldalról érkező Sé epi-jelek az átlagosnál gyengébbek, akkor nem tudják ellensúlyozni a hím- (nő-) nemű utódba jellemző szabályozást. Ezen leány- (fiú-) utódok lesznek nagy eséllyel homoszexuális érdeklődésű felnőttek. A **4. ábra** ezt a mechanizmust mutatja be részletesebben.

Kulcskérdés azonban, hogy ilyen öröklődő epi-jelek el tudnak-e terjedni a populációban, azaz evolúciójuk elképzelhető-e? Tegyük fel tehát, hogy újonnan megjelenik egy epi-jelel, mely növeli a rátermettséget a nőnemű utódban például azzal, hogy segítségével a szexuális fejlődésének egy irányba terelése (kanalizációja) pontosabb lesz. Tegyük fel, hogy ez az epi-jelel bizonyos valószínűséggel a következő generációba is átjut (azaz nem törlődik az ivarsejtekben). Ekkor, feltevésünk szerint, az ilyen epi-jelel hordozó nő ellenkező nemű utódainak szexuális kanalizációja gyengébb lesz, ami esetenként a szexuális vonzódásban olyan változást okozhat, mely homoszexuális orientációhoz vezet. Könnyű megmutatni, hogy ez az új epi-jelel sikeresen elterjed a populációban, ha a nőnemű utódban okozott átlagos rátermetség növekedés (b) és ezen nők hímnemű utódaiban okozott rátermetség csökkenés (c) aránya nagyobb, mint annak a valószínűsége, hogy ez a mu-

táns epi-jelel átjut a következő generációba (q) (pontosabban $b/c > kq$, ahol $k=1/2$ vagy $1/4$, az öröklés menet részleteitől függően, tehát a feltétel még könnyebben megvalósul). Azaz, ha ez az epi-jelel nem terjed nagy eséllyel a következő generációba (az ivarsejtekbe jutva általában törlődik), és a káros hatása nem sokkal nagyobb, mint az előnyös, akkor az evolúció támogatja a terjedését a populációban. (Természetesen ugyanez az érvelés igaz az ellenkező nem esetén is.) *Tehát nem valamilyen genetikai mutáció miatti hibás működés okozza a homoszexuális orientációt, hanem – az adott génszabályozási módszer mellett – ez egy összességében előnyös megoldás következménye.*

Nézzük meg ezek után, hogy ez a hipotézis összeegyeztethető-e a tapasztalatokkal! Ahogy korábban említettem, az ikerkísérletek viszonylag alacsonynak találták a homoszexualitás genetikai meghatározottságát. A tisztán genetikai alapon nyugvó hipotéziseknek ellentmond ez az eredmény, azonban ha a homoszexualitás elsősorban az epi-jelekkel van összefüggésben, akkor érthetővé válik. Állatkísérletekből tudjuk, hogy még az egypetéjű ikrek epi-jelei sem azonosak, és a magzati egyedfejlődés során fokozatosan egyre jobban különböznek, részben ez az oka annak, hogy az egypetéjű ikrek sem külsőre, sem viselkedésben nem teljesen azonosak. A hipotézis alapján az is érthető, hogy nem találtak géneket, melyek hozzárendelhetők a homoszexuális érdeklődéshez, hiszen nem a gének, hanem a sokkal gyengébben öröklődő szabályozó mintázatok a felelősek ezért. Az elképzelés összhangban van azzal a megfigyeléssel is, hogy a homoszexualitás egyes családokban gyakrabban jelenik meg, másokban ritkább. A nagyobb gyakoriság bizonyos extra erős szexuális érdeklődést meghatározó epi-jelek jelenlétével hozható összefüggésbe. Rice és munkatársai (2013) célzott őssejt-kísérleteket is javasoltak gondolatuk tesztelésére, s várhatóan a közeljövőben ezek eredményeket is hozhatnak.

A homoszexualitás okai az állatvilágban, a Laysan-albatrosz és más esetek

Ahogy a bevezetésben is szóba került már, az Oahu szigeten élő Laysan-albatrosz-populációban (**5. ábra**) a nőtények 31%-a azonos nemű társal alkot párt, és együtt nevelik föl valamelyik tojó fiókáját. Az apa nyilván a kolónia egyik (nem egészen hűséges) himje, aki természetesen egy másik tojóval állt párba. A szigeten csak úgy 20 éve kezdtek el újra költeni ezek a madarak, és – valószínűleg a tojók nagyobb

vándorlási hajlama és képessége miatt – a betelepülők 2/3-a tojó. Ilyen esetben nyilván nem jut minden tojónak hím pár, miközben egy fióka felneveléséhez mind a két szülőre szükség van. Tehát a hímek nélkül maradt tojók egyetlen lehetősége, hogy párban próbálják meg felnevelni egyikük fiókját. Young és VanderWert (2013) nemrég közölt elemzése alapján, habár az azonos nemű párok szaporodási sikere kisebb, mint a hím-nőstény pároké, a sikeresen felnevelt utód hozzásegíti ezen nőstényeket, hogy a következő évben valamelyik hím párnak válassza őket. Ezzel ellentétben, a sikertelen tojópárok tagjai nem tudnak „hímet fogni” maguknak. Azaz, ebben a különleges helyzetben a hímek választhatnak a tojók közül, és a sikeres tojó-tojó párok jelzik a hímeknek, hogy közülük érdemes választani. Azok a tojók, akik meg sem próbálnak együtt felnevelni egy fiókat, eleve esélytelenül indulnak a hímekért folytatott versengésben.

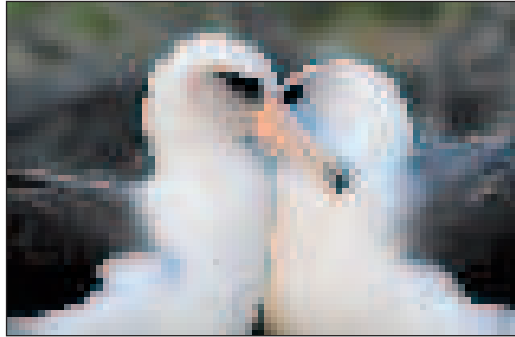
Sok társas emlős esetében felmerül, hogy a homoszexuális kapcsolatoknak közörsége összetartó, agressziócsökkentő szerepe is van. A törpecsimpánzoknál (*Pan paniscus*), elsősorban a nőstények között, az azonos neműek közötti szexuális jellegű kapcsolatok feszültségcsökkentő, békítő szerepe egyértelműen kimutatható. A palackorrú delfin (*Tursiops truncatus*) hímek között nagyon gyakori homoszexuális kapcsolatoknak is elsősorban a kisebb csoportok közötti szövetségek fenntartásában lehet fontos szerepe, de egyes megfigyelések szerint ez a fiatalabb hímek számára egyben szexuális tapasztalatszerzés is jelent. Ha most ránézünk az 1. ábrára, nem tűnik erőltetettnek az a gondolat, hogy az embernél a nők viszonylag nagyobb arányú gyenge homoerotikus vonzalma valami hasonló társas csillapító szerepet jelez.

S végül álljon itt egy példa a rovarvilágból. A kukorica lisztbogár (*Tribolium castaneum*) hímjei gyakran párosodnak egymással. Sokan valószínűsítik, hogy ennek hatására a másik hímre juttatott spermium átjut a hordozó által később megtermékenyített nőstényre is, tehát részt vesz a megtermékenyítésben. A homoszexuális kapcsolatban a másik felet, mint spermahordozót használja fel a domináns fél.

Tanulságos, hogy a felsorolt esetekben egymástól alapvetően különböző okok miatt alakulnak ki homoszexuális kapcsolatok. A közös vonás bennük csupán anynyi, hogy ez a viselkedésmintázat közvetve növeli a szaporodási sikert.

Összefoglalás

Az evolúció barkácsol, és a lehetőségek közül kell a legjobbat megtalálnia. Ha egy úton elindul, akkor annak mentén haladva keresi a legjobb megoldásokat, újratervezésre nincs lehetőség. Láttuk, hogy az állatvilágban a homoszexualitás igen elterjedt jelenség, s azt is érzékeltettük,



5. ábra. Két Laysan-albatrosz tojó párkapcsolatban (Ruff Gábor felvétele)

hogy ennek nagyon sokféle oka lehet. Az emberi homoszexualitás evolúciós hátterét vizsgálva megemlítettük a legfontosabb, adatelemzésekből adódó eredményeket, valamint vázoltunk néhány jelentősebb magyarázó hipotézist. Ezek közül a legígéretesebbnek Rice és munkatársai epigenetikus modellje tűnik, mely magyarázatot ad arra, hogy miért olyan alacsony az egypetéjű ikrek ilyen jellegű azonossága, miért nem találták a homoszexuális viselkedés génjeit, s közben miért gyakoribb egyes családokban, mint másokban. A hipotézis nagyon meggyőző, ennek ellenére az állatvilágból hozott példák mögött lévő szelekciós okok és mechanizmusok sokszínűsége alapján nem zárható ki, hogy más hatásoknak, például a rokonszelekciónak vagy a társas feszültségek oldásának is van szerepe az emberi homoszexualitás fenntartásában.

Utószó

Az élővilág egyik alaptulajdonsága a sokféleség. Több millió, formában, élőhelyi igényekben, életmódban, a működés metabolikus részleteiben is különböző faj van a Földön. Az élőlények egy fajon belül is sokfélék, ráadásul e sokféleség háttere is gyakran sokféle okokra vezethető vissza. Ahogy vannak nagyon magas vagy nagyon alacsony emberek, különleges zenei érzékel rendelkezők és gyenge ritmusérzékűek, úgy vannak olyanok is, akiknek a szexuális orientációjuk különbözik a többségtől. Kissé kilépve a természettudós szerepből, számomra egyértelműen látszik, hogy

a modern nyugati társadalmak vonzereje és embersége éppen abban rejlik, hogy a többséghez tartozók igyekeznek megérteni és elfogadni az emberi sokféleséget, s az ilyen társadalmak a csoport összetartozását nem a biológiai és szociológiai okok miatt kisebbségben lévők kirekesztésével, megbélyegzésével, hanem ellenkezőleg, azok elfogadásával, támogatásával valószínűsítik meg. Bizom benne, hogy írásom nem csupán a jelenség megértését, hanem ennek hatására az elfogadást is segíti. ☘

A cikkhez kapcsolódó kutatásokat az OTKA 100299-es pályázata támogatta.

Irodalom

- Baley, J. M., Dunne, M. P., Martin, N. G. (2000) Genetic and environmental influences on sexual orientation and its correlates in an Australian twin sample. *J. Person. Soc. Psych.* 78: 524–536
- Baley, N. W and Zuk, M. (2009) Same-sex sexual behavior and evolution. *Trends in Evol. and Ecol.* 24: 439–446
- Blanchard R (1997). Birth order and sibling sex ratio in homosexual versus heterosexual males and females. *Annu. Rev. Sex. Res.* 8: 27–67.
- Ngun, T. C., Ghahramani N., Sánchez F. J., Bocklandt S., Vilain, E. (2011) The genetics of sex differences in brain and behavior. *Frontiers in Neuroendocrinology* 32: 227–246
- Rahman, Q. and Hull, M. S. (2005) An empirical test of the kin selection hypothesis for the maly homosexuality. *Arch. Sex. Behav.* 31: 461–467
- Rice, W. R., Friberg, U. and Gavrillets, S. (2012) Homosexuality as a consequence of epigenetically canalized sexual development. *Q. Rev. Biol.* 87: 343–368
- Rice, W. R., Friberg, U. and Gavrillets, S. (2013) Homosexuality via canalized sexual development: A testing protocol for a new epigenetic model. *Bioessays* 35: 764–770
- Swaab, D. F. (2008) Sexual orientation and its basis in brain structure and function. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105: 9403–9408
- Savic, I. Lindström, P. (2008) PET and MRI show differences in cerebral asymmetry and functional connectivity in homo- and heterosexual subjects. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105: 9403–9408
- Wijchers, P. J. and Festenstein, R. (2011) Epigenetic regulation of autosomal gene expression by sex chromosomes. *Trend in Genetics* 27: 132–140
- Young, L. C. and VanderWert, E. A. (2013) Adaptive value of same-sex pairing in Laysan albatross. *Proc. Roy. Soc. B.* 281: 20132473

Geofizikus a változó világban

Beszélgetés Timár Gábor tanszékvezetővel

Timár Gábor 1967-ben született, 1991-ben diplomázott az ELTE geofizikus szakán. 2003-ban szerezte meg a PhD fokozatot, 2007-ben pedig a BME-n geodéziai és térinformatikai szakirányú diplomát szerzett. 2009 óta az ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszékének vezetője, egyetemi docens.



– *Pár éve egy középiskolás, aki nagyon érdeklődött a földtudományok iránt, megkérdezte tőlem, mivel foglalkozik a geográfus. Elmagyaráztam, majd sikeresen le is beszéltem róla, hogy ebben az irányban tanuljon tovább. Aztán nagy vonalakban azt is elmondtam, hogy mit csinál a geológus, a geodéta, a geofizikus, merthogy a különbségekkel nagyon sokan nincsenek tisztában. Légy szíves, mint geofizikus, most mondd el te, mi az általad művelt tudományág lényege.*

– Erre kettős válasz tudok adni: egyrészt, milyen tudás, másrészt milyen kompetenciák birtokában van ennek ismerője, ugyanis a kettő nem egészen ugyanaz. Először is, hogy mivel foglalkozik a geofizikus. Nevében a válasz, tehát a Föld belsejében, illetve, amennyire lehetséges, a légkör általunk nehezebben észlelhető magasabb rétegeiben zajló folyamatokat próbálja fizikai módszerekkel vizsgálni, megérteni, modellezni, leírni. A geológushoz képest például az a különbség, hogy nekünk más az eszköztárunk. A geológus kimegy a terepre, megkalapálja a kőzeteket, megpróbálja szélesebb körben értelmezni, átlátni azt a szerkezetet és megpróbálja kitalálni, hogyan folytatódhat lefelé, és ha sok pénze van, akkor ezeket az ismereteket fúrások útján is bővíti. Ehhez kérheti a mi segítségünket, az általunk alkalmazott eszközöket, műszereket, módszereket: ezzel „belátunk” a felszín alá és sügni tudunk, hogy a felszíni észlelések hogyan folytatódhatnak lefelé – de ehhez kellene a felszíni észlelések is! Aki ezt a szakterületet tanulja az egyetemen, kétféle irányban indulhat el: vagy a szénhidrogén-kutatásban, mert egyre bonyolultabb helyekről kell előcsalogatni a kőolajat és a földgázt; olyan helyekről, amiket mondjuk 70-80 éve még nem ismertek. A másik irány, hogy milyen készségei vannak, milyen problémamegoldó matematikai apparátust kap a kezébe

– ezt nevezzük mi geofizikai inverzióknak –, és ezt hogyan tudja használni. Ennek a gyakorlati hasznosítása nem áll meg sem az olajkutatásnál, sem a geofizikánál, de még a földtudományoknál sem. Az itt végzettek egy része elmegy biztosítási elemzőnek, kockázatelemzőnek, és bárhova, ahol valamilyen bonyolultabb modellt kell összeállítani, és annak a legfontosabb paramétereit megbecsülni.

– *Akkor még nem is említettük a szeizmológiát, ami talán a geofizika legismertebb szakterülete. A földrengéskutató az a szakember, akitől mindig, unos-untalan meg szokták kérdezni, hogy mikor, hol és mekkora földrengés várható. Amire az illető azt válaszolja, hogy nem tudom megmondani.*

– Ez így van. Mint ahogy azt sem tudjuk megmondani, hogy a villámok hol fognak lecsapni. Odáig elmerészkedhetünk, hogy megmondjuk, adott régióban milyen valószínűséggel következhet be egy földrengés, mekkora időtávlatban, és még a méretét is meg lehet becsülni bizonyos értéktartományokon belül. Ezek kaotikus folyamatok, előrejelzésük gyakorlatilag lehetetlen. Lehet, hogy kicsit sci-fibe hajló, amit most mondok: valószínűleg előbb tudjuk majd a felgyűlő kőzetfeszültségeket szabályozott földrengésként kipattintani, mint a természetes rengéseket előre jelezni.

– *Most megmagyarázom, miért tettem föl az elején azt a számodra nyilvánvalónak tűnő kérdést, hogy tudniillik, mit csinál a geofizikus. A szerencsétlen, továbbtanulni akaró 17 év körüli gimnazistának el kell döntenie, hová adja be a jelentkezését, amivel egyúttal a többség életpályát is választ. Mindeközben sokszor fogalma sincs arról, hogy az általa választott szakterület művelői mennyi mindennel foglalkoznak. Ezzel már az első szemeszterben szembesülnek. Jó, rendben, aki kiváló matematikából, az matematikusnak, vagy műszaki*

területre jelentkezik, akit az élővilág érdekkel, az biológusnak stb. De hogyan találja ki egy 17-18 éves fiatal, hogy ő geofizikus szeretne lenni? Neked például mi volt meg először? A geo vagy a fizika?

– A gimnáziumban a matematikát, a fizikát, a földrajzt és a történelmet szerettem. Az Apácaiba jártam, tehát a matematikát és a fizikát nemcsak szeretni, hanem tudni is illett. Mivel a földrajzt is kedveltem, nyilvánvaló volt, hogy ezzel valamit akarok kezdeni. A gimnáziumban programozással is foglalkoztunk, úgyhogy egy ideig vacilláltam, hogy ebbe az irányba induljak el, vagy a geo felé. Végül az utóbbi mellett döntöttem. Az volt az eredeti elképzelésem, hogy elmegyek geológusnak és mivel a geológusok között nem nagyon van olyan, aki jó programozó is lenne, mekkora ász lehetnék közöttük. Ez be is jött volna – ha végig tudom csinálni. De szerencsém volt, mert akkoriban – ahogy ma is – nem geológusnak, geofizikusnak, térképésznek, meteorológusnak kellett és lehetett jelentkezni, hanem ezt a szakot úgy hívták, hogy földtudomány. 1986-ban tehát ide vettek fel, de ez az osztatlan képzés pár évvel később be is fejeződött, majd mostanra visszaállították. Aztán jött a második félév, ami úgy kezdődött, hogy tanuljak meg 1500 ásványt meg ősmaradványt... Sosem szerettem az ilyen lexikális adathalmaz bemagolását. Ha már meg kell tanulnom kétszer 1500 idegen szót, inkább megtanulok angolul és németül, többre megyek vele. A második félév végén kellett eldönteni, hogy milyen irányban akarom folytatni. A matematika, a fizika ment, akkor jó, legyen a geofizika. Aztán a pályám úgy alakult, hogy mostanában még a történelmet is sikerül belecsempésznem, úgyhogy szerencsésnek mondhatom magam, mert amilyen tárgyakat hajdan a középiskolában szerettem, azokkal mind kapcsolatban maradtam.

– Jelenleg tehát ismét létezik ez a bizonyos földtudományi szak. Ez megkönnyíti valamelyest a pályaválasztást?

– Most a felvételizőnek csak azt kell eldöntenie, hogy földrajz vagy földtudomány. Ez a gimnáziumban nem is annyira nyilvánvaló döntés, mert a középiskolában csak a földrajzzal találkozunk, de a földtudományok egyéb területei csak nagyon érintőlegesen kerülnek szóba. Hogy a saját szakterületemnél maradjak: kontinensvándorlásról, Wegenerről jó esetben hall a diák a földrajzórán, de amennyire tudom, csak egyetlen óra foglalkozik ezzel a témakörrel, ám a geofizikával mint fogalommal aligha találkozunk. Ezzel az újra meginduló szakkal azért kerültünk nagyon jó helyzetbe, mert az elsőéves hallgatóknak vannak általános bevezető tárgyai – én például Földfizikai alapok címen is tartok órát –, és ha ennek alapján elég érdekesnek tartják a szakterületet, meg a felsőévesektől is érdeklődnek, talán már el tudják dönteni, hogy érdemes-e ebben az irányban továbbmennüik. Emiatt, a korábbi ötéves köztöltött képzéssel szemben, amikor volt átlag évi hat hallgatónk, most a mesterszakon stabilan 15 fő fölött vagyunk, két szakirányban – kutató geofizikus, illetve űrkutató-távérzékelő –, akik a tapasztalatok szerint el is tudnak helyezkedni.



Történeti térképek és modern domborzat kombinációja: az I. katonai felmérés (1770-es évek) és a mai, űrből radarozott domborzati modell a Gail völgyére (Ausztria, Karintia)

– Ha valaki megnézi az általad irányított tanszék nevét, azt látja, hogy Geofizikai és Űrtudományi Tanszék. Ez a kettő hogyan jön össze? Az nyilvánvaló, hogy nem a hétköznapi értelemben vett űrkutatással foglalkoztok.

– Két kapcsolódási pont van...

– Az egyik talán a te személyed?

– Nem, mert 2007 óta hívják így, én pedig 2009-ben vettem át a vezetést. Kezd-

hetném azzal, ahogy egy régi pártember fogalmazott anno, hogy „történelmileg így alakult” (mármint, hogy miért volt Magyarországon egypártrendszer – N.G.). A Geofizikai Tanszéken, ahogy 2007-ig nevezték, a 70-es évektől működött egy űrkutató csoport, tagja volt Ferencz Csaba, Tarsai György, Hamar Dániel, Lichtenberger János és mások. Hogy miért pont itt, ahhoz ismét a politika bugyraiba kell visszanyúlnunk. A lényeg, hogy az akkori rendszer által nem igazán kedvelt Ferencz Csaba ne tanítson a Műegyetemen, akkor legyen itt. Békén hagyták és létrehozhatta ezt a csoportját. Magam is tizenhét évig ennek a kebelén belül kutattam. Aztán a 2000-es évek elején a természettudományi kar dékánja azt mondta, hogy túl sok a tanszék, integrálódjanak, egyesüljenek.

– Gondolom, erősen elgondolkodtat, mihez lehetne hozzácsapni a csoportot.

– Ahogy mondd. Egészen vad ötletek is felvetődtek, például az, hogy legyen geofizikai és geokémiai tanszék egyben. Annak, hogy akkor összevontak két geológus tanszék, az volt az oka, hogy az egyiknek éppen nem volt vezetője és olyan személy sem, akit kinevezhettek volna – így lett az Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék. A vége az lett, hogy a Geofizikai Tanszék akkori vezetője, Horváth

érzékelő szakiránya ennek a mesterszaknak, és éppen idén végeztek rajta az első hallgatók.

– Ők mit tanulnak?

– Először is kőkemény űrfizikát, aztán, ha nem is olyan szinten, mint a villamosmérnökök, de műszertervezést, műszerfejlesztést, radartechnikát is. Az oktatók nagyobb része itt villamosmérnök és fizikus. A másik kapcsolódási pont a problémamegoldás matematikai módszerei, vagyis hogyan húzzunk rá a valóságra geometriai és fizikai modelleket. Az űrtudományok az az ága, amit művelünk, nagy vonalakban a Föld körüli térséggel, a földmágneses tér felsőlégköri kapcsolódásával foglalkozik. Az egyik legfontosabb kérdés, hogy a mágneses tér által befogott töltött részecskék milyen sűrűségben jelennek meg az egyes időszakokban – vagyis hogy aktuálisan milyen állapotban van a földi magnetoszféra. Ez fogja megmondani, hogy milyen a védettségünk a napkitörések idején, és hogy a kitörés milyen hatást kelt Földünkön.

– Hol tudnak elhelyezkedni azok, akik űrtudományi mesterképzésben vettek részt?

– Ahol most egyértelmű a keresleti helyzet, az a KFKI, az űrprojektek. Az ottani űrkutató gárda tagjai többnyire idősebbek, nem nagyon maradtak itt a következő generációk. Olyan szakemberekre van szükség, akik szót tudnak érteni szakmai szinten egy műszerfejlesztővel, ugyanakkor értik, tudják is, hogy ez majd mire kell. Ezt az „ökológiai rést” kell betölteni, és a nálunk végzetek számára itt jó lehetőségek kínálkoznak. Amibe a következő évfolyamok végzősei bezárhatnak, az még a lézerszkennelés. Ennek az ismereteit nálunk is meg kell honosítani, hogy megfelelően oktatni tudjuk és be tudjunk kapcsolódni a projektekbe. A módszer a lézernyalábok visszaverődésén alapszik és ezt azért nem használták földi méretekben nagyon nagy távolságok fölmérésére, mert a légkörben a lézertény szóródik, elnyelődik. A Marson ellenben simán meg lehet oldani. 2000-ben előállt egy olyan domborzati modell a Marson, ami jobb volt, mint a földi globális domborzati modell. Három évig ilyen szempontból többet is tudtunk a Marsról, mint a Földről. Továbbra is az a helyzet, hogy ha igazán nagy felbontású domborzati modellel van szükségünk, akkor felküldünk egy repülőgépet, nem túl nagy magasságba, és arról lézerszkennelést végzünk, de sokszor meg lehet ezt csinálni a felszínről is. Például semmi akadálya nincs annak, hogy egy ilyen szobát fölmérjünk, ahol most beszélgetünk, vagy ahol az olvasó olvassa e cikket. A schönbrunni kastély például elég sokat fizet azért a bécsi műegyetemnek, hogy milliméteres pontossággal mérjék fel az épületkomplexum belsejét, abból egy



Sokan megpróbálták a Balaton korabeli kiterjedését úgy térképezni, hogy a mai domborzatot egy magasabb vízszintig „töltötték ki”. Csakhogy pár ezer év alatt a függőleges felszínmozgásokban mutatkozó különbség átírja az eredményt. Sziget volt-e a Szent György-hegy? A domborzat szerint nem, de ha korrigálunk a felszínmozgásokkal, akkor majdnem!

szép háromdimenziós modellt lehet előállítani, és az interneten virtuálisan bejárható a kastély. Ez a technika felfutóban van, bár már nem új. Magyarországon is többen művelik a gyakorlatban, például a Károly Róbert Egyetemen. Más, de fontos terület, hogy rendszeresen magyar cégek és szakemberek adják az Európai Unió területi alapú agrártámogatási rendszerének a térinformatikai hátterét nagyobb uniós országokra. Ez nem kis falat! Nagyfelbontású úrfelvételekről évente bedigitalizálni a parcellahatárokat és előtte megtámogatni olyan képfeldolgozási módszerekkel, hogy ezt majd hogyan félautomatikusan lehessen használni – ez is olyan kihívás, amire Magyarországon komoly szakemberkereslet van, még több is, mint ahányan nálunk végeznek.

– *Amikor elvégezted az egyetemet, nyilvánvaló volt, hogy bennmaradsz a tanszéken?*

– Igen, akartam is maradni és hívtak is. Előtte már TDK-ztam, és a vége felé már tudatosan így építettem föl, hogy ezt szeretném. Emellett mással is foglalkoztam, térinformatikai céget vezettem, bedolgoztam az Arcanum-projektbe, de még az is belefért, hogy elmentem dolgozni más kollégákkal Líbiába. Meg kell, hogy mondjam, a pályafutásom első tíz évében elég gyenge kutató voltam. Azt, hogy a gondolataim és az ezeket rendszerbe kényeszerítő publikációk között milyen kapcsolat lehetséges, nekem senki nem mutatta meg, magamtól pedig elég lassan jöttem

rá. Ehhez szükség volt például arra, hogy Székely Balázs barátom, aki akkoriban kinn volt a Tübingeni Egyetemen, meghívjon, hogy tartsak előadást a kutatási témámról, angolul. Odaérkeztem egy héttel korábban, és az ottani kollégákkal elég mérsékelten tudtam kommunikálni arról, hogy miről fogok beszélni. Ez elég sokkoló volt, és a sokkot fokozandó, közölték, hogy fáradjak az egyetemi pénztárhoz, ahol a kezembe nyomtak valami ezer márkát. Rájöttem, hogy itt valamit mutatni kell, hiszen előre ki is fizették, úgyhogy azon az egy verejtékes héten éveket hoztam be, elsősorban szemléletben. Akkor éreztem rá, hogy amit csinállok, érdekel másokat is.

– *2009-ben lettél tanszékvezető. Ez jól hangzik és biztosra veszem, nem kevés hallgató, ha rápillant a tanszékvezető névtáblájára az ajtó mellett, arról ábrándozik, hogy*

egyszer majd az ő neve áll ott. Ugyanakkor jól tudjuk, ez hogy mégsem leányálom.

– Ez a lehetőség sokáig eszembe sem jutott. Aztán összeraktam egy programot, megpályáztam és nyertem. Az persze csak ugyan nem öröm, hogy az időmnek jó harmadát adminisztratív részletekkel kell töltenem, de azért elboldogulok, ebben elég jó vagyok. Ami viszont a lényeg: aki ebben a pozícióban van, az felépítheti, sőt, fel is kell, hogy építse, hogy miről szóljon a következő évtizedben idehaza a geofizika és a geofizika oktatása. Kapcsolatot kell tartani a szakképek vezetőivel, képviselőivel, a változó igényeket, és figyelni a világszerte felbukkanó tudományos eredményeket, módszereket, és ezekből – meg persze a saját lehetőségeinkből – összeállítani és folytonosan frissíteni a tanterveket. Ez az igazi kihívás, és ezt nagyon szeretem.

– *Az egyetemen kik voltak azok az oktatók, kutatók, akiktől a legtöbbet kaptad emberileg, szakmailag?*

– Egyértelműen Ferencz Csabától, rendszerszintű gondolkodását folyamatosan igyekszem ellesni, megtanulni. A geofizikában Horváth Ferenc volt a doktori témavezetőm és tanszékvezetői elődöm is, aki szintén elég magasra tette a mércét egyrészt a geofizikai módszerek egységes szemléletében, és más tudományágakkal – elsősorban a geológiával – való alkotó együttműködésben is.

– *Egy tanszéki ember akár évekig is el lehet úgy, hogy a diákokkal legfőképpen a fo-*

lyosón találkozok. De azért a tanszék mégiscsak elsősorban azért van, hogy az ott dolgozó munkatársak oktassanak is. Eleve is érdekelt a tanítás, vagy csak úgy jött? A családban volt pedagógus?

– Édesanyám középiskolai tanár volt, apám nem, ő...

– *Ő volt Timár György író.*

– Igen. 1991-ben kerültem a tanszékre, először tudományos segédmunkatársként, aztán egészen 2007-ig tudományos munkatárs voltam, vagyis olyan hagyományos értelemben vett egyetemi rangom, mint tanársegéd, adjunktus, nem volt. Speciális kollégiumokat már szinte kezdettől tartottam. Az akkori tanszékvezetőnk, Meskó Attila nyitott volt a fiatalok minden elképzelésére, bevont minket a tanrendi tervezésbe is. A térinformatika hazai oktatásában is a kezdetektől részt veszek. Sokáig tanítottam például földrajz szakosokat, amikor az még kis szak volt, mármint a mostani évi 120 fős tömegképzéshez képest. Tehát kezdetektől tanítottam és élveztem. Az akkori rendelkezés szerint a kutató oktathatott is, de csak négy órát. Ezt mindig túlléptem. Meskó Attila ezt egyáltalán nem bánta, sőt támogatta; tanszékvezetési stílusában például ő a példaképem.

– *Említetted, hogy földrajz szakosokat is tanítottál. Milyen szakmai-kutatói-emberi kapcsolatok vannak az egyes földtudományi tanszékek között? Ezt ugyanis nagyon fontosnak tartom. Amikor én jártam egyetemre, a 70-es évek közepén, párhuzamosan földrajzra és geológiára, úgy tapasztaltam, mintha semmiféle, vagy elenyésző szemléleti összehangolás sem lett volna a két szakirány között. Földrajzon szó nem esett lemeztektonikáról, a geológiai előadásokon pedig az akkor Magyarországon már úgy-ahogy elfogadott globális tektonikát tanították.*

– A kapcsolat most sokkal erősebb; távolról sem optimális, de van. Akkoriban még helyileg is elkülönültek a tanszékek, egy részük a Ludovikán, az akkori Kun Béla téren volt, a többi pedig a Múzeum körúton. Ma már, hogy Földrajz- és Földtudományi Intézetbe szerveződnek a szakterület tanszékei, helyileg pedig mindenki a két lágymányosi épületben van valahol, a kapcsolatok intézményesen is erősebbek. Egyre könnyebben vesszük át, sőt alkalmazzuk is más földtudományi ágak módszereit, következtetéseit. Nézd csak meg a publikációimat.

– *Most indul az őszi félév. Miket fogsz tanítani?*

– Holnap például a Föld alakja és gravitációs erőtere gyakorlatot tartok. Lesz szeizmológia, alapszakosoknak, utána pénteken nagy előadás a földrajzosoknak és környezettanosoknak, földfizikai alapok témakörben, és lesz még doktoris tárgyam, Hogyan publikáljunk címmel.

– Ez utóbbi zene füleimnek. Volt ilyen régebben is?

– Nem, ez nálunk indult be először.

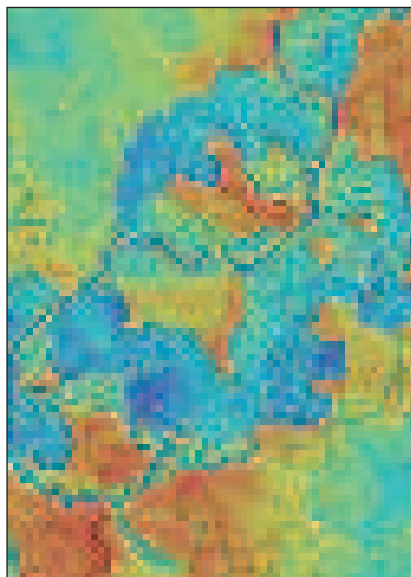
– Nyilván megtanítjátok, hogyan kell tudományos publikációt írni. De remélem, az is szóba kerül, miért fontos, és hogyan kell ismeretterjesztő cikket írni.

– Természetesen. Abból indulunk ki, hogy miért publikálunk. Erre az egyik természetes – de nem valami jó – válasz az, hogy ha valaki doktorandusz, attól elvárják, hogy publikáljon, mondjuk, két cikket. A másik, hogy kialakuljon a készítés, a saját szándék, hogy jé, én most valami érdekes dolgot csináltam, nézzétek meg, kedves olvasók. A cél ezzel az órával az, hogy e másodikig könnyebben jussunk el. A kérdés a technika: hogyan oldjam meg, hogy ez másokat is érdekeljen? Ezzel a gonddal már az első tudományos publikációnál szembeülnek: megírom, leközlik, de mások nem értik. Először a kutató mérges rájuk, hogy miért nem értik. Pedig magára kellene mérgesnek lennie, mert ő nem írta meg úgy, hogy értsék. Ilyenkor szoktam azt mondani, hogy képzelj magad elé valakit, aki ennek a cikknek, témának a célközössége lehet. Ha tudományos cikket írok, elképzelem azt a kollégát, aki kutatási téren a legmesszebb áll tőlem a tanszéken, és „neki” írom meg. Amiről azt gondolom, hogy ő, mint geofizikus tudja, azt nem részletezem, de amiről úgy vélem, hogy nem tudja, azt elmagyarázom. Talán meglepő, de sokkal nehezebb műfaj a tudományos ismeretterjesztés. Akkor például anyámat képzelem el olvasónak, és neki írok. Ha tehát tudom, hogy ki a célközösség, nem hibáztathatom, hogy nem érti meg, mert én nem írtam meg úgy, hogy a mondanivalóm eljusson hozzá. Pár éve voltam a *Friderikusz most* műsorban. A nézőket egyáltalán nem érdekli, hogy a mondanivalóm az utolsó szóig korrekt-e tudományosan. Ott időre megy a játék és tudjuk, hogy Fridi nem fogja hagyni, hogy két percig érthetetlen dolgokról beszélj, mert unalmas és érdektelen. Végül sikerült megoldanom. Ahhoz képest, hogy ez volt az első ilyen fellépésem, egész jó lett.

– Ahogy végigböngésztem a tanszéked honlapján a tevékenységi körödet, nagyon meglepődtem, mert nemcsak az érdeklődésed, hanem a tevékenységed is rendkívül sokirányú. Találtam például olyat, hogy folyódinamika. Első ránézésre tiszta geomorfológia. Ez meg hogyan jött?

– Ebből doktoráltam, ahogy már említettem, Horváth Ferenc volt a témavezetőm, ő hozta a témát. Ők sokféle végeztek geofizikai méréseket, a Balatonon, a Tiszán, a Dunán, és e mérések feldolgozásához érdekes információ lett volna, ha tudják: milyen lehetett a Tisza a folyószabályozások előtt. Ez lett tehát a témám: rekonstruálni a Tisza medervonalát és a meder változásait,

és földtani információkra jutni belőlük. Ehhez régi katonai felmérések alapján készült, folyószabályozás előtti térképek kelletek. A második katonai felmérés a Hadtörténeti Múzeum térképtárában volt meg, de akkor persze még nem lehetett szkennelni, csak fénymásolni, A3-as méretben, fekete-fehérben. A másik gond az volt, hogyan lehet ezeket összeilleszteni a mai térképekkel. Ezt akkor még nem tudtuk, közben tanultunk bele. Végül az jött ki, hogy



A nagyfelbontású domborzati modellek az „Alföld tengersík vidékét” meglepően tagoltnak mutatják. A néhány méteres szintkülönbségek felfedik a felszín kialakulásának történetét is

a szabályozás előtti kanyarfejlettség-változási pontok érdekes módon egybeesnek a geodinamikából ismert szerkezeti vonalakkal. Nem mindegyikkel, de jó néhányval. Ebből viszont az derült ki, hogy ezek a vonalak egybeesnek azokkal a helyekkel, ahol a modern geodézia szerint szerkezeti mozgások vannak. Ha már ezzel elkezd az ember foglalkozni, mellétesz nagy pontosságú domborzati modellt, és kiderül az is, hogy a vízmérnökök számára is nagyon érdekes ez, és szeretnék használni.

Nekem a három, teljesen független kutatási irányom mellé most a geofizikai tanszék adja a negyediket. Korábban műholdképek értelmezésével foglalkoztam, aztán az említett folyókkal, illetve ennek nyomán a régi és mai térképek koordináta-rendszerével, hogy ezek a térképek miként hozhatók össze a szilárd Föld alakjával – közérthetőbben, hogy miként lehet őket a Google Earth-re rátenni. Erre jön most a negyedik; a tanszék tevékenységét úgy próbálom integrálni, hogy minél többet tudjunk a miocén korszak után a Pan-

non-medencében történt függőleges mozgásokról, hogy a mai hegységeink, ahol hétvégénként kirándulunk, hogy alakultak ilyené – és hogyan alakultak ma is.

– Említetted a régi térképek és a maiak összeillesztését. Hogy jön ez a geofizikához?

– Egyrészt, ahogy említettem, a geofizikai mérések támogatásától indultam. De ha már belevágtunk, végezzük rendesen, és elég hamar kijött, hogy mi ennek a módja, hogy lehet a problémát paraméterezni, a térinformatikai programokat erre megtanítani. Nyilván te is a földmérő-mérnököktől vagy a térképészekről várnál erre választ. A geodétákat viszont ez nem igazán érdekelte, mert nekik ez az eljárás nem elég pontos. A térképészeknek pedig teljesen máshogy kell a térképvetületekkel (tehát azokkal a függvényekkel, amelyek a földrajzi koordinátákból térképi helyet adnak) dolgozniuk, mint ahogy korábban tanulták. Erre jön a geofizikus, a maga pont erre (is) jó matematikai eszközeivel, és megoldja. Hogy ez ma ilyen népszerű, abban az Arcanum Kft-nek vannak múlhatatlan érdemei. Ők 2004-től szkennelik a Habsburg katonai felmérések térképeit, és meg is jelentették azokat – archivált dokumentumokként, könyvtári szemlélettel. 2005-ben megkerestem őket, hogy tegyünk a szkennelt térképek mögé koordináta-rendszert. Biszak Sándor, az igazgató rögtön megértette, és elfogadta. Mondtam neki, hogy ennek nincs piaca, mire azt felelte, hogy ne aggódjak, annak van piaca, aminek ő csinál. Megalkottuk a módszert, lettek belőle DVD-k, kikerült az Arcanum honlapjára, és most már az egész Habsburg Birodalom összes nagyfelbontású katonai térképe óriási mozaikokként a Google-ra téve látható a mapire.eu honlapon. Ennek a matematikai háttéréről és földtudományi alkalmazásáról írom az akadémiai doktori értekezésemet.

– Tudom, hogy többször is dolgoztál, tanítottál külföldön, bár csak rövid ideig. A földtudományok művelőinek hazája a nagyvilág, a végzettségeddel elvileg bárhol kapnál munkát. Sosem gondoltál arra, hogy mint oly sok kortársad, külföldön dolgozz és élj?

– Elvileg, még a gyerekek születése előtt lehetett volna, ráadásul a feleségem is szakmabeli, ő térképész. Az igazság az, hogy nagyon szerettem ezt a Ferenc Csaba-féle kutatócsoportot. Napról napra feltöltődést adott, nem kíváncsoztam el innen. Nyilván máshol több lett volna a pénz, de nem vetődött fel, hogy hosszabb időre elmenjek. Most sem, hacsak az egyetem ki nem szalad alólam és nem lesz más megoldás, de reménykedem, hogy ez nem mostanában következik be.

Az interjút készítette: NÉMETH GÉZA

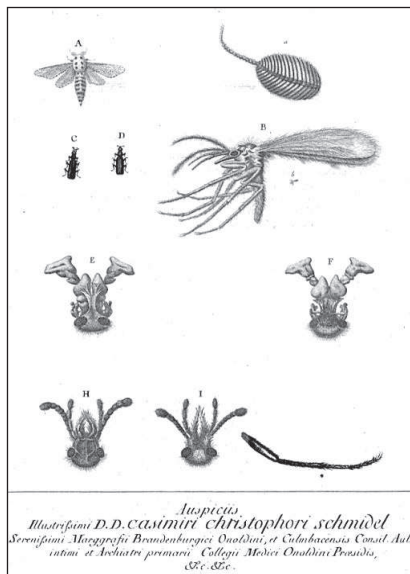
TRÁJER ATTILA

Lepkeszúnyogok és klímaváltozás

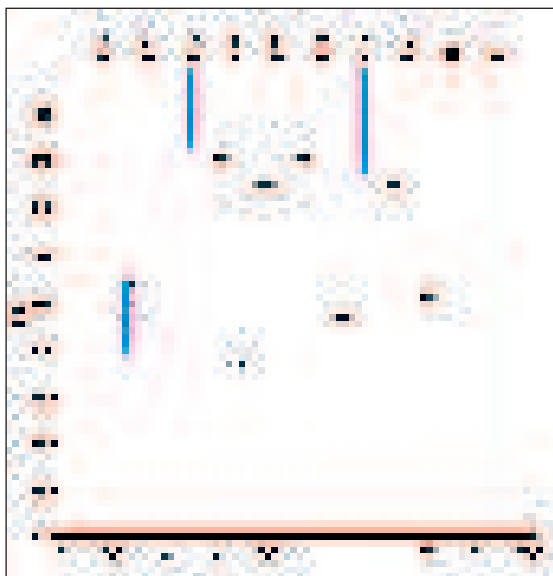
A *Phlebotomus*-fajok számos fertőző betegség legfontosabb vagy egyedüli terjesztői. Bár a hazai közönség előtt jóval kevésbé ismertek, mint távoli rokonaik, a csípő szúnyogok, szerepük a klímaváltozással párhuzamosan várhatóan felértékelődik majd. Mediterrán származásuk ellenére négy fajuk már jelen van Magyarországon, és újabbak megjelenése várható a közeljövőben. Írásomban rövid áttekintést adok a nemzetségről, legfontosabb európai fajainak környezeti igényéről és bepillantást nyerek a lehetséges jövőbe.

Lepkeszúnyogok

A lepkeszúnyogok (*Phlebotomus*, angolul *sandflies*) kistermetű, óvilági elterjedésű kétszárnyú rovarok (Rend: Diptera), melyeknek néhány faja Európában és hazánkban is él. Bár rendszertani értelemben valójában nem szúnyogok, szegrőlvégről rokonságban állnak velük. A lepkeszúnyogok ugyanúgy a Culicomorpha alrendbe tartoznak, akár a valódi csípőszúnyog-fajok. Magyarul még szokták őket homoki légynek is nevezni a kifejezés angol megfelelőjének tükörfordításával. A név a „pappataci” kifejezésből származik, lásd még: Pappataci láz (angolul pappataci/phlebotomus fever). A görögös hangzás ellenére a szó az olasz Giovanni Antonio Scopoli (1723–1788) révén került a tudományos köztudatba, aki 1786-ban adta az egyik fajnak a *Bibio papatasi* nevet (ma *Phlebotomus papatasi* Scopoli; első ábrázolása: **1. ábra**). Az olasz kifejezésben benne foglaltatik a „csendes” jelző, ami e fajok valóban csendes röptére utalhat, mivel a *pappa* „ételt”, a *taci* „csendeset” jelent, egyértelműen utalva arra, hogy ez a vérszívó nem kelt nagy zajt, amikor táplálkozni indul. A szúnyogokhoz képest a kontraszt valóban érzékeltes, gondoljunk csak a dalos szúnyog (*Culex pipens* L.) vagy az erdei szúnyog (*Ochlerotatus cantans* Meigen) egyáltalán nem „lopakodó üzemmódú” röptére, ahol az el-



1. ábra. A *Phlebotomus papatasi* első ábrázolása Giovanni Antonio Scopoli könyvében (Forrás: www.naturamediterraneo.com)



2. ábra. A fontosabb európai lepkeszúnyogfajok klimatikus igényei alapján szerkesztett kladogram. LEI – *L. infantum*, PAR – *Ph. ariasi*, PNE – *Ph. neglectus*, PPA – *Ph. papatasi*, PPF – *Ph. perfliewi*, PPN – *hP. perniciosus*, PSE – *hP. sergenti*, PSI – *Ph. similis*, PTO – *Ph. tobbi*, PUN – a *Phlebotomus* fajok uniója (Forrás: Trájer és mtsai. 2013)

ső faj esetében a magyar, a második esetében a latin név utal zajosságukra (vö.: cantō, cantāre, lat.).

Csendességük ellenére csípésük felér a szúnyogokéval, sőt, ha lehet, még irritálóbb. A szúnyogoknál tapasztaltakhoz hasonlóan, esetükben is a petét rakni „szándékozó” nőtényegyedek szívnak vért. Valószínű, hogy a Culicomorpha alrend ősei valamikor cukros növényi nedvek szívogatására „fejlesztették ki” szűrő-szívó szájszervüket, majd a melegvérű és vékony bőrű (nem pikkelyes) állatok mezozoikumai megjelenését követően kapott rá néhány csoportjuk a vérszívásra. Mind a hím, mind a nőtény példányok meglehetősen kicsiny rovarok; a legtöbb faj nőtényei maximum 3 mm-es testhosszúkkal, jóval a csípőszúnyogok méretei alatt maradnak. A kisebb fajok, illetve a hím egyedek 1,5 mm-nél többnyire nem nagyobbak. Megzavarásuk esetén cikk-cakkban felfelé menekülnek. Pozitív fototaxisuk révén a fény ugyanolyan attraktív számukra, akár az a szúnyogok esetében tapasztalható, így fénycsapdával kézre keríthetők. A magyar nyelvben a „lepke-” előtag aránylag széles, rövid szárnyformájukra utal. Elsősorban a mediterrán-szubtrópusi öv lakói és jelenlegi elterjedésük minden bizonnyal egy korábbi, összefüggő nagy elterjedési terület maradványa lehet. Bár eredetük a földtörténeti középkorba nyúlik vissza, a fajok jelen nyugat-ázsiai elterjedése egyértelműen az alpi hegységképződési ciklus utolsó 15–20 millió évének és az utolsó 2,5 millió év lehűléseinek a következménye. Kimutatták, hogy a jelenleg előforduló európai fajok, az emberi közösségekhez hasonlóan, a dél-európai medencékből (Ibéria, Balkán) kiáramolva hódíthatták meg Dél-Európát és Közép-Európa melegebb részeit. Érdekes, hogy a földrajzilag közel előforduló fajainak egészen eltérő környezeti igényeik vannak, habár az éves átlag (10 °C-os izoterma) befolyásolja elterjedésük általános határát. Trópusi területeken a *Ph. papatasi* 1100 m tengerszint feletti magasságig előfordul, ahol természetesen a klíma még nagyon enyhe a hazáival összehasonlítva.



3. ábra. A lepkeszúnyogok kedvelik a sziklás, cserjés vegetációjú, védett fekvésű élőhelyeket, ahol egyúttal gazdag hulló- és rágszálópopuláció él (Forrás: Tánzos Balázs, Trájer Attila)

Az elterjedés meghatározói

Jó példa a klimatikus elkülönülésre a *Ph. ariasi* és *Ph. perniciosus* esete Dél-Franciaországban. A *Ph. ariasi* a nedvesebb és hűvösebb tengerparti hegyvidék erdőinek, a *Ph. perniciosus* pedig a szárazabb és melegebb tengerparti síkságoknak a lakója. A két faj áréaja érintkezik, és a parttól távolodva, a domborzat függvényében, akár pár száz méteres távolságon belül váltják egymást. A filogenetikai vizsgálatok révén kiderült, hogy a két faj törzsfajlódése már a miocén korban elvált, és az eltérő igények egy hosszabb önálló törzsfajlódás következményei, vagyis az élőhelyek szerinti elkülönülés nem közvetlenül a két faj versenye miatt alakult ki, hanem feltehetően a jégkorszaki újra benépesülés után jöhetett lére a mai elterjedési kép. Klímaborító modellezés (angolul: Climate Envelope Modelling) használatával kimutattuk (2. ábra, Trájer és mtsai. 2013), hogy a két faj elterjedését magyarázó csapadék és hőmérsékleti értékek is látványosan leképezik az ariasi fajcsoport és más lepkeszúnyogfajok között fennálló filogenetikai távolságot, ami szép példája az Darwin-féle élőhely alapú fajképződésnek. Ezek szerint a törzsfán jól elkülönülő *Ph. ariasi*-komplex jól elkülönül a többi kládtól (közös ősből leszármazott fajtól, Mahamdallie és mtsai 2010) és ez a különbség rögzült a fajok klimatikus igényeiben is.

A lepkeszúnyogok természetes élőhelyei vizes vagy inkább nedves élőhelyek, mint a vizesékek permetzónája, dendro- és fitotelmák (fák törzsének odvai és elágazásai, illetve lágyszárú növények által formált csapadékvíz-tartók), nedves avar. Emberi környezetben előfordulásukra elsősorban ott számíthatunk, ahol a nedvesedő kőfalak mellett háziállatok, mondjuk kecskék vagy háziszárnyasok is előfordulnak. Horvátország szigetein például gyakoriak kecske-

és birkakarámok közelében. A hézagosan rakott kőfalak különösen megfelelő életet jelentenek számukra. Nálunk is előfordulnak karbonátos kőzetek, kőcseresznye közelében. A Villányi-hegységben is találkozhatunk velük, olyan helyeken, ahol sok a rágszáló és a hulló. Ahol a virágos kőris (*Fraxinus ornus* L.) megél, számítani lehet a lepkeszúnyogok előfordulására is (3. ábra).

A magas páratartalom kívül a lepkeszúnyog számára még rendelkezésre kell, hogy álljon megfelelő mennyiségű szerves anyag is, ami elsősorban légköri ülepedés, gombák és bakteriális működés eredménye. A falak repedéseiben az ilyen szervesanyag-felhalmozódás nem megfelelően szigetelt illesztékekben jellemző. Nagyon fontos különbség a csipő szúnyogokkal szemben, hogy a lepkeszúnyogok közvetlenül a nedves, szerves anyagokban gazdag felszínre is el tudják helyezni petéiket, amelyek nem igényelnek fejlődésükhöz külön, nyílt víztükröt. A kikelt lárvák mellett a kifejtett egyedek is igénylik a magas páratartalmat, bár ez az igény fajoként eltérő. A *Ph. neglectus*, *Ph. perfliewei* legalább 60–80%-os páratartalmú levegőt igényel, a forróbb, szárazabb területeken (pl. Közél-Kelet) is elterjedt *Ph. papatasi* és *Ph. sergenti* beéri akár a 45%-os páratartalommal is. Egy vizsgálatunk során, melyben összevetettük az eu-



4. ábra. *Clogmia albipunctata* (Forrás: http://biology.duke.edu/dukeinsects/Clogmia_albipunctata.php)

rópai lepkeszúnyogok elterjedését néhány tipikus mediterrán növényével, kiderült, hogy a *Juniperus oxycedrus* L. (hazai közönséges borókánk, a *Juniperus communis* L. mediterrán rokona), egy mediterrán tölgy- és fenyőfaj elterjedése nagymérték-

ben megegyezik az ismert európai lepkeszúnyogokéval (Bede-Fazekas és Trájer 2013). Érdemes megemlíteni egy közeli csoport tagjait, a *Clogmiákat*, melyekkel valószínűleg már mindenki találkozott zuhanyzóknál vagy más vizes blokkokban (kollégiumokban nem ritkák). Ezek azok az esetlennek látszó, „túlméretezett” szárnyú apró rovarok, melyek gyorsan tova-roppannak bolygatás esetén. Valóban közeli rokonok, mivel szintén a Psychodidae család tagjai, akár a lepkeszúnyogok. Életmódjuk is hasonló, azonban a *Clogmia* fajok (angolul: *moth flies*, de beszélték a *bathroom flies* is) jobban alkalmazkodtak a beltéri körülményekhez. Bár leváló képük allergiát okozhatnak, jelen ismereteink szerint nem terjesztenek betegségeket, vérszívás helyett bakteriális bevonattal és más szerves anyagokkal táplálkoznak (kórházakban ez problémát jelenthet). Jellemző fajuk a *Clogmia albipunctata* Williston, amely szinte minden kollégiumi és más, közösségi vizes helységben fellelhető. A két csoport fajai általában szemre egymástól jól megkülönböztethetők az eltérő habitus alapján (4–5. ábra).

Lepkeshúnyogok Magyarországon

A lepkeshúnyog-fajok elterjedésének feltárásával Farkas Róbert és Tánzos Balázs foglalkoztak behatóan hazánkban. Megállapították, hogy Magyarországon, elsősorban a dél-magyarországi zónában több kórokozót terjesztő lepkeshúnyog-faj is előfordul: *Ph. neglectus*, *Ph. papatasi*, *Ph. perfliewei*. Az eddig még nem említett



5. ábra. *Phlebotomus* sp. (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phlebotomus_sp._20130706_2.jpg)

Phlebotomus (Transphlebotomus) *macchittii* Grassi szintén ismert hazánk területéről, és az is kiderült, hogy kutyákban már jelen is van a leishmaniasis egyik kórokozója, a *Leishmania infantum* faj, ami egyben fontos humán kórokozó is (Tánzos és mtsai. 2012,

Farkas és mtsai. 2011). Megjegyzendő, hogy *Phlebotomus perfiliewi* Dél-Magyarországon már az 1931–1932-es időszakban is előfordult. Jellemző és fontos tény, hogy a hajdani gyűjtésre az után került sor, hogy a lakosok kellemetlen csípéseket okozó ismeretlen kistermetű rovarokra panaszkodtak.

A lepkészúnyogok mint vektorok

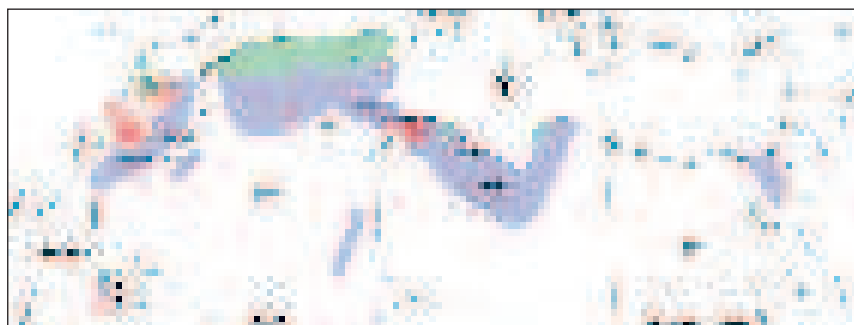
Kellemetlen csípéstükön túl a lepkészúnyogok (a *Phlebotomus* és *Lutzomya* fajok) vektorai, azaz terjesztői az embert is megbete-

meberről emberre is terjedhet a betegség, de gyakoribb, hogy a kutyáktól kapják meg a fertőzést az emberek a lepkészúnyogok vérérvívása révén.

Az elterjedés modellezése és a klímaváltozás hatása az elterjedési területre

A legfontosabb európai elterjedésű lepkészúnyogok jelenlegi elterjedési területe alapján meghatároztuk a fajok klimatikus limitjeit a havi átlag, a minimum és maximum hőmér-

pontos megfeleltetésének nincs jelentősége, mivel a lepkészúnyogok igen rossz repülők és földrajzi elterjedésük nem követi a klíma rövidtávú ingadozásait. A közép- és hosszú távú ingadozások hatása természetesen hatással van a fajok elterjedésére, ami például egyes lepkészúnyog-fajok jelenlegi, foltszerű areája alapján sejthető. Másik fontos szempont a domborzat, ugyanis az Eurázsiai-hegységrendszer hatékonyan útját állja a különböző fajoknak. Csak Délnyugat-Európában előforduló fajok a *Ph. ariasi* és a *Ph. perniciosus*. Európában tipikusan délkelet-mediterrán területeken előforduló fajok a *Ph. similis*, *Ph. tobbi*, ezen kívül hasonló elterjedésűek a *Ph. neglectus* és *Ph. perfiliewi*, melyek előfordulása benyúlik az Appennin-félsziget északi részére és a Kárpát-medencébe is. Egyes fajok a Földközi-tenger medencéjének mindkét végében előfordulnak, így a *Ph. papatasi* és a *Ph. sergenti*. Mivel a tömeges áruszállítás és a nyári vakációs embermozgalom miatt ma már a nagy földrajzi akadályok leküzdése is pillanatok alatt lehetséges, így nem lenne helyénvaló a modellezésből e területek kihagyása. Eredményeink szerint pl. a *Ph. ariasi* jelen elterjedési határa Délnyugat-Európában a 49-ik szélességi kör, 2041–2070-ben a klímaváltozás eredményeként a faj elterjedési területe az Atlanti-partokon és Németországban elérheti az 53-ik szélességi kört, ugyanakkor lehetőség kínálkozik arra, hogy e faj akár Magyarország területét is kolonizálja. A klímaborító modellezés egyik meglepő eredménye, hogy

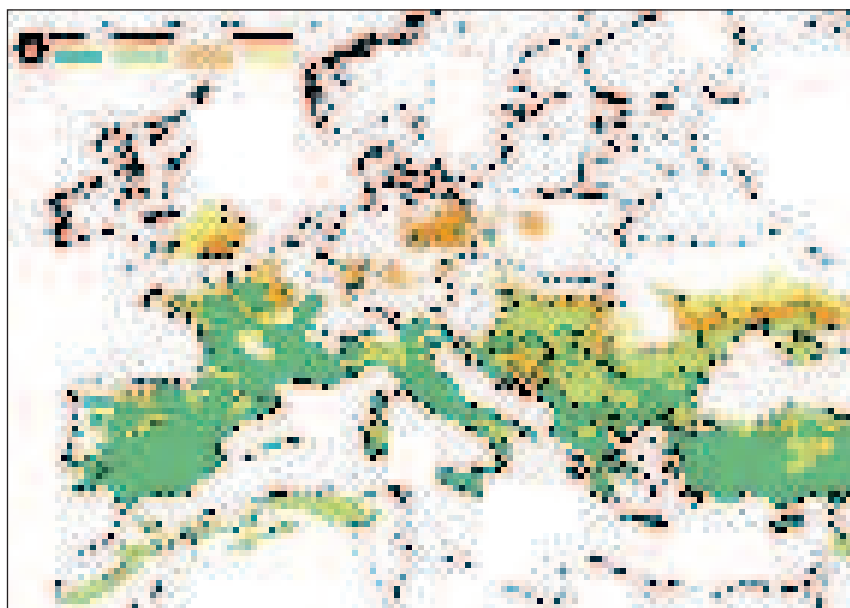


6. ábra. A különböző *Leishmania*-fajok előfordulása Észak-Afrikában (Forrás: Karim Aoun and Aïda Bouratbine 2014)

gító kórokozónak, például a *Leishmania infantum*-nak; a Papatacsi láz vírusának, a *Bartonella bacilliformis*-nak és a Toscana-vírusnak is. A leishmaniasis Észak-Afrikában elterjednek számító betegség (6. ábra).

Az említett kórokozók által előidézett megbetegedések a modern világban a Dengue-láz mellett a leggyorsabban terjedő rovarok által terjesztett megbetegedések közé tartoznak. A trópusi területeken legalább 12 millió fertőzött lehet. A számos kórfomának két alapvető (szélső) típusa ismert, a viscerális („zsígeri”) és a cután („bőr érintettséggel járó”) forma. Az egyes *Leishmania*-fajok más és más kórfomákat idéznek elő, így a már említett *L. tropica* főleg a cután forma okozója. A mediterrán területeken a *Leishmania*-fajok fő rezervoárjai, vagyis a fertőzések forrásai a kutyák. Olaszország egyes területein a kutyák jelentős hányada hordozza valamelyik kórokozót. A kutyákon kívül még a rókákat, rágcsálók és macskák is lehetnek hordozók. Mivel a rókákat és a vadon élő rágcsálók kivételével az említett állatok mind domesztikáltak, így elképzelhető, mekkora problémát jelent a leishmaniasis endémiás vidékeken. Előfordult már, hogy Spanyolországból azért költözött el egy kutyatenyésztő Magyarországra, mert tenyésztőmunkáját ellehetetlenítette az ottani, fertőzött lepkészúnyog-populáció. A leishmaniasis gyakran fordul elő az AIDS-fertőzöttekben, ami legyengült immunstátuszuk miatt komoly veszélyt is jelent. Ritkán

séklet, valamint a havi átlagos csapadékmennyiség figyelembe vételével. A klímaborító modellezés során ezen adatok egy, a fajok el-



7. ábra. A vizsgált lepkészúnyog-fajok egyesített elterjedése (sötétzöld), a modellezett potenciális elterjedés (1960–1990, világoszöld), a modellezett jövőbeli elterjedési terület a 2011–2040-as (narancs) és a 2041–2070-es (sárga) időszakra (Forrás: Trájer és mtsai. 2013)

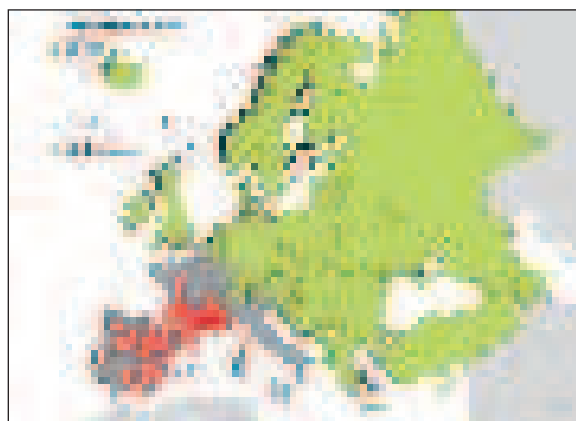
terjedésének megfeleltethető időszakból (referencia időszak: 1961–1990) származnak. Az elterjedési adatok és a klímaadatok évré

még a klímaváltozás hatása nélkül is több faj esetében felismerhető, hogy Magyarország egyes területeinek klímája megfelelő lenne

e fajok számára a földrajzi akadályok leküzdését követően. Ilyenek a délnyugati fajok közül a *Ph. ariasi* és a *Ph. perniciosus*, vagy a délkeletiek közül a *Ph. tobbi*. A jelenleg is már előforduló, illetve a várható fajok alapján készített kompozit-térkép szerint már jelenleg is alig van olyan terület Magyarországon, ahol ne számíthatnánk e lepkeszűnyogok megjelenésére, legfeljebb a leghidegebb telű észak-alföldi területek ilyenek (7. ábra).

A klímaváltozás várható hatása az aktívitási időszakra

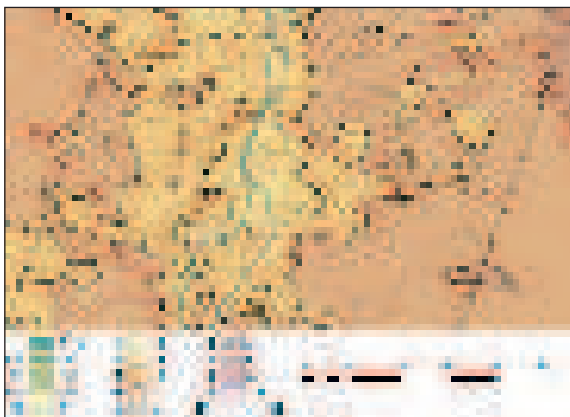
A modelleredmények a várható elterjedési területen túl alkalmasak lehetnek a lepkeszűnyogok aktivitási időszakának modellezésére is. Ez a *Ph. neglectus* esetében azt jelenti, hogy 1960–1990, 2011–2040 és 2041–2070 viszonylatában ez Athén és Pécs esetén 8, 8, és 9, illetve 5, 6 és 6 hónapot jelent a különböző időszakokra. Mindennek azért van jelentősége, mert a fertőződés lehetősége az aktivitási időszakban adott.



8. ábra. A *Ph. ariasi* elterjedési területe. Párizs agglomerációja, mint a legészakiabb elterjedési terület, jól kivehető a térképen (Forrás: http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/vectormaps/Pages/VBORNET_maps_sandflies.aspx)

Városok és hősziget

Az északi elterjedési határ közelében a mikro- és mezoklimatikus tényezők, mint a városi hőszennyezés, erősen befolyásolják a fajok elterjedési határát, szigetszerű előfordulásukat. Jó példa erre a *Ph. neglectus* előfordulása a



9. ábra. Januári hőmérsékleti minimumok, melyek mellett a *Ph. ariasi* a 2025–2050-es években a városi hősziget-hatást és a hőhíd-effektust is számítva, várhatóan túl fogja élni a hideget. Ez a hőmérsékletérték annál alacsonyabb, mennél közelebb vagyunk a városmaghoz (Forrás: Trájer és mtsai. 2014)

budapesti agglomerációban vagy a *Ph. ariasi* a francia főváros agglomerációjában (8. ábra).

A fajok áttelelése a természetben meghatározza európai elterjedésüket. Elsősorban 3. és 4. vedlési fázisban levő lárvaként vészlik át a hideg időszakot, ugyanakkor -4 °C -nál kevesebbet egyetlen faj sem visel el. Egy nemrég megjelent tanulmányunkban (Trájer és mtsai. 2014) azt vizsgáltuk, hogy a *Ph. neglectus* agglomerációbeli előfordulása hogyan magyarázható, ha számításba vesszük a városi hősziget-effektust és az épületek felületén meglévő hóhidak hideg-enyhítő hatását is. Úgy tűnik, a lepkeszűnyogok a fővárosban és környékén csak védett, télen a környezeténél leghidegebb epizódok során legalább $8\text{--}10\text{ °C}$ -kal enyhébb környezetben képesek csak áttelelni. A számított értékek szerint ez a környezet legnagyobb valószínűséggel egy pince vagy egy hőszennyezett melléképületnek felel meg leginkább, de rácsaló ürege sem zárható ki. A mediterrán városokban gyakran fordulnak elő romos épületekben, sőt kissé dohos lépcsőházakban is lepkeszűnyogok. Bár a tengerparti mediterrán területek télen jobbra fűtetlen vagy csak enyhén fűtött épületei ezt lehetővé is teszi, a mérsékelt égövön szükséges fűtés miatt a levegő relatív páratartalma alacsony, ami igen kedvezőtlenül hat a lep-

keszűnyogokra. Modellezési eredményeink világosan mutatják, hogy a városmaghoz közeledve, illetve a 200–300 méteres tengerszint feletti magasságban a lepkeszűnyogok potenciális áttelelési valószínűsége nagyobb, mint a külterületeken vagy a pesti síkságon (9. ábra). Ennek egyik oka az, hogy a hősziget-effektus a központ felé egyre növekvő mértékű a nagyobb beépítettség, a kevesebb zöldterület és geometriai okok következtében, másrészt a domborzat szerepe a téli hajnalokon érvényesül, amikor a hőmérsékleti inverzió jelensége miatt az alacsonyabban fekvő területek felé a fagy lefolyik. Az agglomerációban észlelt *Ph. neglectus* valós előfordulása elsősorban ilyen domborzati okból bekövetkező hőmérsékleti inverzióval magyarázható. ✂

Irodalom

Bede-Fazekas, Á., & Trájer, A. J. (2013). Ornamental plants as climatic indicators of arthropod vectors. *Acta Universitatis Sapientiae, Agriculture and Environment*, 5(1), 19–39.

Karim Aoun, Aida Bouratbine – Aoun, K. & Bouratbine, A. 2014: Cutaneous Leishmaniasis in North Africa: a review. *Parasite*, 21, 14. doi:10.1051/parasite/2014014

Farkas, R., Táncoz, B., Bongiorno, G., Maroli, M., Dereure, J., & Ready, P. D. (2011). First surveys to investigate the presence of canine leishmaniasis and its phlebotomine vectors in Hungary. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11(7), 823–834.

Táncoz, B., Balogh, N., Király, L., Biksi, I., Szeredi, L., Gyurkovsky, M., Scalone E., Gramiccia M & Farkas, R. (2012). First record of autochthonous canine leishmaniasis in Hungary. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 12(7), 588–594.

Mahamdallie, S. S., Pesson, B., & Ready, P. D. (2010). Multiple genetic divergences and population expansions of a Mediterranean sandfly, *Phlebotomus ariasi*, in Europe during the Pleistocene glacial cycles. *Heredity*, 106(5), 714–726.

Trájer, A. J., Bede-Fazekas, Á., Hufnagel, L., Horváth, L., & Bobvos, J. (2013). The effect of climate change on the potential distribution of the European *Phlebotomus* species. *Applied Ecology and Environmental Research*, 11(2), 189–208.

Trájer, A. J., Mlinárik, L., Juhász, P., & Bede-Fazekas, Á. (2014). The combined impact of urban heat island, thermal bridge effect of buildings and future climate change on the potential overwintering of *Phlebotomus* species in a Central European metropolis. *Applied Ecology and Environmental Research*, 12(4), 887–908.

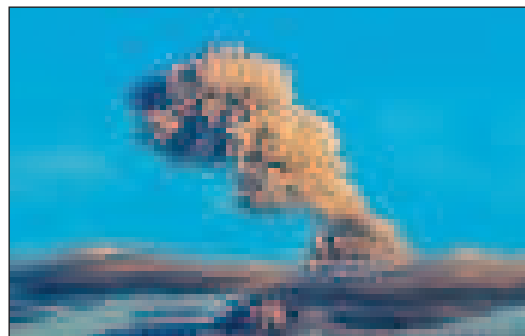
HARANGI SZABOLCS

Tűzhányó-hírek

2014. 3. negyedév

Vulkáni eseményekben gazdag volt a legutóbbi híranyagunk (Természet Világa, 2014. júliusi szám; május végi zárás) közzététele óta eltelt idő. A legnagyobb figyelem természetesen az izlandi Holuhraun kitörését övezi, ami bő három hét alatt máris az elmúlt évszázad legnagyobb izlandi vulkáni kitörésévé (ezt a felszínre került vulkáni anyag mennyisége alapján mérik) nőtte ki magát. Közben, a hawaii Nagy-szigeten hosszú idő után ismét lakott területet fenyeget egy lávafolyás, a Stromboli pedig a szokott kitöréseitől eltérő vulkáni működést mutat augusztus közepe óta. A friss híreket továbbra is a Tűzhányó blogon (<http://tuzhanyo.blogspot.hu/>) és annak Facebook oldalán követhetik nyomon.

megtett. Szeptember 20-án azonban lelassult az előrehaladás üteme (napi 30–50 méter távolság), kérdés, hogy ez elvezet-e a láva megállásához vagy jön még utánpótlás. Hawaii vulkáni működését sokan inkább turistalátványosságnak és alapvetően veszélytelennek tartják, a mostani események azonban felhívják a figyelmet e kitörés másik arcára is. Nem először, 1990-ben ugyanis a lávaöntés már eltüntetett egy települést (Kalapana) a Nagy-szigetről. Most egy másik lakott terület került veszélybe. Kahoe házai mellett már szerencsésen elment a nem túl széles lávafolyam, azonban az irány Paho, ahová a szeptember közepe előrel-



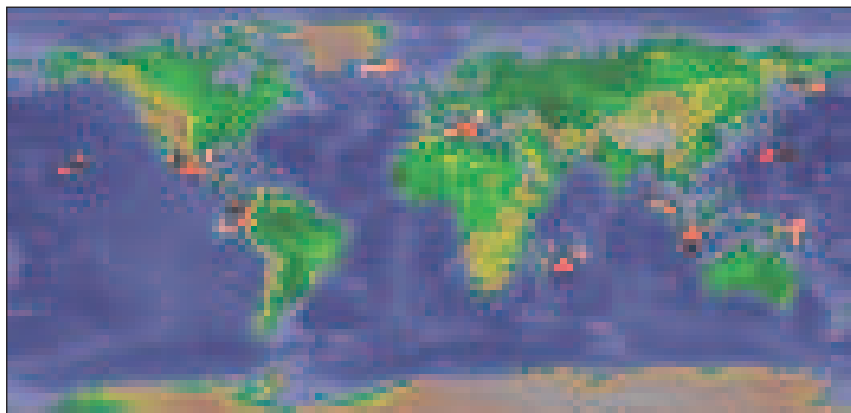
Kisebb hamukilövellés az ecuadori Tungurahua tűzhányón 2014. szeptember 8-án (Jose Luis Espinosa–Naranjo felvétele)

Popocatépetl és Colima, Mexikó

A Popocatépetl folyamatosan a második riasztási fokozaton van, mivel a szinte folyamatos gázkiáramlás mellett időszakonként kisebb hamukilövellések történnek a tűzhányón. A Colima a viszonylag nyugodt nyári időszak után szeptemberben ébredt fel. Délnyugati oldalán kisebb lávaömlések figyelhetők meg, amelyek főleg az éjszakai órákban mutatnak pazar látványt. A friss lávafolyás összterfoga szeptember 20-i becslés alapján még csekély, mintegy 600 ezer köbméter.

Tungurahua, Reventador, Ecuador

Az ecuadori Tungurahua továbbra is aktív, az ágyúdörgéshez hasonlító, erős hanghátással járó jelentősebb vulcanoi kitörések alaposan megremegtetik a közeli Baños házainak ablakait. A hamukilövelléseket gyakran piroklaszt-árak lezúdulásai kísérik, a tűzhányó 1–2 kilométeres körzetében izzó blokkok csapódnak a meredek lejtőkre. A kitörések több tíz kilométeres körzetben vulkáni hamuhullással járnak. Augusztusban laharok is kialakultak az esőzések következtében, az iszapárak félméteres kőzetömböket sodortak magukkal. A június végi laharok kisebb-nagyobb károkat okoztak a Baños és Penipe közötti autópályán. Mindközben kis-közepes erősségű robbanások kitörések zajlottak Ecuador másik tűzhányóján, a Reventadoron.

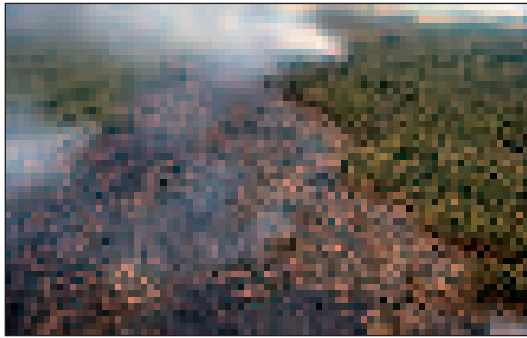


Térkép a beszámolóban felsorolt vulkánok elhelyezkedésével

Kilauea, Hawaii, USA

Az előző beszámolómban már írtunk a Pu'u O'o krátertől északkeleti irányban kialakult Kahauale'a 2-nek nevezett lávafolyamról, ami az erdős területen mindent felégetve vág utat magának és megállíthatatlanul tör előre. Akkor azt írtuk, hogy ilyen intenzitás mellett még jó egy év kell ahhoz, hogy elérje Paho települést. Nos, az elmúlt hónapokban a lávafolyás előrenyomulása jelentősen felerősödött! Szeptember közepén már 18,7 kilométer hosszúra nyúlt a lávafolyam és egyes napokon akár 100–200 méter távolságot is

zések szerint néhány héten belül elérhet. Ha a láva átjut a 130 sz. főúton, akkor ezzel emberek ezreinek nehezíti meg mindennapjait, és vágja el őket a munkába járás lehetőségétől. A több mint 30 éve megállás nélkül tartó vulkáni működésben ez viszonylag új helyzet. A Pu'u O'o kráterből eddig többnyire dél-délkeleti irányban folytak le a lávanyelvek és érték el az óceánt. A Kahauale'a 2 láva azonban a vulkáni centrumtól északkeleti irányba indult el és úgy tűnik, van bőséges tartalék, akár az sincs kizárva, hogy a láva most egy másik helyen éri el a sziget peremét és gyarapítja a szárazföldet.



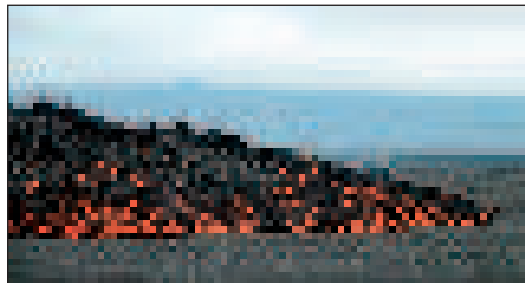
A Pu'u O'o kráterből kiinduló lávafolyam megállíthatatlanul vág utat magának a sűrű erdővel borított területen (Forrás: USGS, Hawaii Volcano Observatory)

Bárdarbunga-Holuhraun, Izland

Egy izlandi vulkánkitörés lázba hozza a médiát és az emberek is felfigyelnek erre, jobban, mint bárhol máshol történő vulkáni működésre. Az ok az Eyjafjallajökull 2010-es kitörése, ami egy hétre megbénította Európa légiközlekedését, jókora káoszt teremtve ezzel. Augusztus 16-án, éjjel 3 órakor megmozdult a föld az Izland déli részén lévő kiterjedt jégtakaró, a Vatnajökull északnyugati területén. Az epicentrumok a jégtakaró alatti egyik hatalmas tűzhányó, a Bárdarbunga (avagy Bárdarbunga) körül összpontosultak. A kezdeti rengéseket szinte megállás nélkül követték az újabbak, egy hónap alatt több mint 20 ezer földrengést regisztráltak. A kezdeti, Bárdarbunga alatti földrengések rövidesen északkeleti, majd északi irányba tolódtak el jelezve, hogy a földkéregben, 5–15 km mélységben, egy hasadék nyílt fel, amibe magma nyomult be. A hasadék nyílása meglehetősen gyors volt, egyes napokon 3–4 km távolságot tett meg. Augusztus 28-án aztán már a felszínen is látható jelei voltak a két hatalmas kőzetlemez, az Észak-amerikai- és Eurázsiai-lemez távolodásának. A Vatnajökull északi előterében lévő Holuhraun lávamezőn repedések keletkeztek, míg a gleccsertakaró egyes részein jelentős besüppedéseket vettek észre az Izlandi Parti Őrség pilótái. Egy nappal később, izzó lávacafatok csaptak fel a hasadékból. A sokak által várt vulkáni működés megindulása azonban nem ment könnyen. Mindössze 3 órán keresztül tartott – jelentős médiaérdekklődés mellett – ez az esemény, aztán ismét csend lett. Augusztus 31-én aztán közel 2 kilométer hosszan nyílt fel egy hasadék és látványos lávafüggöny emelkedett fel. Inentől kezdve pedig nem volt megállás. Az összefoglaló írása idején már több, mint 3 hete zajlik megállás nélkül a lávaöntő vulkáni működés. Szeptember 23-i állapot szerint, már 37 négyzetkilométer nagyságú területet

borított be a lávafolyam, aminek vastagsága a kitörés helye közelében több mint 30 méter és a lávafrontokon is sok esetben 3–4 méter. A láva térfogatát 0,5–0,6 köbkilométerre becsülik, ami már kétszerese a Krafla 1975–1984-es lávaöntő kitörésének és nem sokkal marad el a múlt század rekorderétől, a Hekla 1947-es eseményétől (0,8 köbkilométer 13 hónap alatt). A bazaltos magma tehát intenzíven tör a felszínre, ez kezdetben másodpercenként 1000 köbméter mennyiséget jelentett, majd ez a kitörési ráta állandó, 250–350 köbméter értékre állt be. Úgy tűnik, a kitörés nem gyengül, sőt a becslések szerint még bőven van utánpótlás, mivel a felnyílt hasadékban akár 2–3 köbkilométer mennyiségű magma lehet.

A vulkáni működést 40–70 méter magasan csapó lávaszökőkutak teszik látványossá. Miközben terjeszkedik a lávamező, a területet sokszor szurreális képpé változtatja a hasadékból kiáramló jelentős mennyiségű kén-dioxid gáz, ami egyre nagyobb problémát jelent Izland lakosságára és több alkalommal elérte már Európa nyugati részét is. Jön a vulkáni gáz, mégpedig jelentős mennyiségben, ami miatt a kitörés helyszínét a hatóságok lezárták és oda csak a méréseket végző szakemberek mehetnek. A kén-dioxid jelenlétét a hasadékból felemelkedő szürkés-kék felhő, a környező területekre



Az izlandi Holuhraun lávanyelve. Méretarányként a háttérben egy terepjáró látható... (Simon Redfern felvétele, University of Cambridge)

gyakran rátelepedő kékes vulkáni szmog is jelzi. Az egészségre káros kén-dioxid első határértéke 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (egy óras átlagban), illetve 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (napi átlagban), a WHO szerint viszont hosszabb ideig a napi átlagos 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ körüli koncentráció is egészségre káros hatással lehet. Ehhez képest a helyszínen jóval több, mint 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ koncentrációt is mértek! A példászerű gyorsasággal dolgozó izlandiak rögtön felállítottak egy kén-dioxid-előjelző rendszert, amiben a kibocsátott gázmennyiség mellett figyelembe veszik az időjárás előjel-

zéseket és folyamatosan adnak tájékoztatást, hogy mely területeket érinthet vulkáni szmog. Erre valóban szükség van, hiszen szeptember 12-én 4000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ koncentrációt mutattak ki a vulkánkitörés helyétől jó 100 km-re keletre, egy izlandi kikötőfaluban, Reyðarfjörðurban. Ehhez hasonlóan magas értéket még nem mértek Izlandon a modern műszeres elemzések bevezetése óta! A kénes gázzal telített felhő azonban messzebbre is juthat. Szeptember 6-án az írországi Dublinban 200-szorosára emelkedett a levegő kén-dioxid-tartalma, szeptember 9-én és 13-án pedig Norvégia nyugati partvidékén érzett záptojásra emlékeztető szagot a lakosság. Szeptember 23-án Európa középső része, így hazánk felett is elhaladt, a szerencsére már kihígult kénes felhő. Európa a vulkáni működés egy újabb távoli hatásával néz szembe. 2010 tavaszán vulkáni hamu áramlott a kontinens fölé, most gázok érik el a térséget. Az emlékek 1783 felé nyúlnak vissza, amikor a Laki-kitörést követően egész Európára fojtó vulkáni szmog települt. Egyelőre ettől még nem kell tartani, azonban nem tudni, mit hoz a jövő. A mérések szerint a másodpercenként kikerülő kén-dioxid mennyisége minimálisan 200-600 kg, vagyis havi szinten 1,5–2 millió tonna kén-dioxid juthat a légkörbe. A Laki-kitörés 8 hónapja alatt 122 millió tonna kén-dioxid került ki, ennek jelentékeny része azonban feljutott a sztratoszférába és ezért hatása volt a globális klímára is. Ez utóbbihoz azonban heves robbanásos kitörések is kellene, amik 10–15 km magas kitörési felhőt eredményeznek. Kulcskérdés tehát, hogy miképpen folytatódik ez a vulkáni működés.

Több lehetséges forgatókönyv van. Az egyik, hogy a magmautánpótlás megszűnik, és lassan leáll a kitörés. Erre szeptember közepén nem sok jelet látnak a szakemberek. Ha a lávaöntő működés tovább zajlik, akkor kérdés, hogy marad-e a mostani folyamatos működés vagy szakaszossá válik-e a kitörés jellege. A Krafla 1975–1984-es kitörése során voltak rövidebb-hosszabb szünetek az aktív szakaszok között és ez most sem kizárt. Az egyenes lávaöntő kitörés elsősorban a légtérbe jutó vulkáni gázok jelentős mennyisége miatt jelent veszélyt, ami akár Európát is elérheti, azonban ahhoz, hogy nagyobb gondot okozzon, emelkednie kell a gázkibocsátásnak és keletre fújó szelekre van szükség. A vulkáni szmog kialakulását a magasnyomású légköri viszonyok erősíthetik. A működés további kimeneteli lehetősége, hogy aktivizálódik a Bárdarbunga is, ami alatt naponta pattannak ki 5-ös magnitúdónál erősebb földrengések és ehhez kapcsolódóan a jégtakaró alatti kalderafelszín jelentősen süllyed (3 hét alatt több, mint 30 méteres süllyedést regisztráltak).

tak). A folyamatos erős földrengések jelentősen gyengíthetik a sekély közettestet, amin keresztül akár nagy mennyiségű magma robbanhat ki. A kaldera felett közel 600 méter

egymástól! Akármelyik magyarázó modellt is vesszük, a Holuhraun alatti hasadéközna és a Bárðarbunga alatti magmás rendszer kölcsönhatásban van egymással, aminek nap mint

si ritmusán. Április óta a szokottnál is hevesebb robbanások kitöréseket produkál a turisták legnagyobb öröme, akik bár már jó néhány éve nem kapaszkodhatnak fel a csúcsra helyi vezető nélkül és nem éjszákázhatnak a tetőn, gyönyörködve a rendszeresen ismétlődő kitörésekben, mégis az aktív kúrtóktól biztonságos távolságban, de kiváló rálátással elhelyezkedve élvezhetik a természet pompás folyamatait. Április óta a megszokott 15–25 perces időközök helyett gyakrabban és erőteljesebben zajlanak a tűzijátékszerű robbanások kitörések. Ez az a kitöréstípus, amit a Stromboliról neveztek el, és amit nem más okoz, mint a kúrtócsatornát kitöltő magmában lassan feláramló és egyre növekvő gázbuborékok szétpukkadása. Mindez már több mint 1500 éve rendszeresen, ismétlődve történik a Strombolin. Megszokott életét azonban időszakonként más vulkáni kitörések is jellemzik. Augusztus óta például kisebb-nagyobb intenzitással lávafolyamok indultak el a Sciara del Fuoco meredek lejtőjén, a tengervízbe érkezést heves robbanások és fehér gőzfelhő felemelkedése jelezte. Kérdés, hogy ez esetleges egy hevesebb robbanások kitörés előjele vagy a tűzhányó visszaáll a szokott ritmusába.



Lávaszökőkút és szürkés-kék kéndioxid-gőzfelhő, Holuhraun lávamező
(Simon Redfern felvétele)

vastag jégtömeg van. Egy ilyen robbanások kitörés ezért pusztító jökulhlauptot indítana el, aminek kiszámíthatatlan lenne a hatása, főleg úgy, hogy ez érintené a Holuhraun lávamezőt is. A forró magma és a jeges olvadákvíz keveredése heves robbanások kitörést okozna, ami nagy magasságba juttathatja a vulkáni gázokat és a vulkáni hamuanyagot. Innentől kezdve pedig ismét az időjárás körülmények szabják meg, hogy Európának újra egy izlandi vulkáni veszéllyel kell-e szembenéznie.

Izgalmas időszakot élhetnek át a vulkanológusok és azok is, akik a természeti veszély elhárításával foglalkoznak. Az Izlandi Meteorológiai Intézet (IMO) adatszolgáltatása példaértékű, a modern világ információcsatornáit kihasználva szinte minden lényegesebb adatról hamar értesül az érdeklődő, így különleges lehetőség nyílik, hogy a Föld nagy léptékű lemeztectonikai folyamatát (két közetlemez távolodása), az ehhez kapcsolódó vulkáni működés lefolyását modern műszeres adatok segítségével követhessük. Természetesen az adatok értelmezése eltérhet, így nincs teljes egyetértés abban, hogy vajon a mélyben mi történik. Vajon a Bárðarbunga alatt feláramló magma térült el oldalirányba és nyomult észak felé, egyre jobban tágitva a közettestben létrejövő hasadékokat? Egy másik modell szerint a két közetlemez távolodása miatt keletkezett repedésekbe áramlik be a magmatömeg és járul hozzá a további feszítőerőhöz. Tény, hogy a két közetlemez 1 hónap alatt már több, mint 60 centimétert távolodott

nap tapasztaljuk jeleit. Egyelőre Európa nyugodt, de nem lehet tudni, hogy mikor változik hirtelen a helyzet.

Etna, Szicília, Olaszország

A nyári időszakban az Etna látványos kitörésekkel hívogatta a turistákat, akik nem is csalódtak a szicíliai tűzhányóban. Szerencsére a kitörések nem voltak olyan erőteljesek, mint a korábbi hónapokban, így nem történt személyi sérülés. A működés egy viszonylag csendes időszak után június közepén kezdődött el újra. Az ismétlődő lávátűzijáték, olykor már kisebb lávaszökőkútba csapó kitörések mellett az Új Délkeleti Kráter vulkáni kúpjának oldalában felnyílt hasadékból vékony lávafolyás csörgedezett lefelé a Valle del Bove nyugati, meredek oldalában. A hevesebb robbanások kitörések nyomán 3–4 km magasra jutott fel a vulkáni hamufelhő. A kitörések augusztus 16-ig tartottak, azóta ismét pihenő, szunnyadó állapotba került a vulkán. Nincs kétség azonban afelől, hogy bármikor, akár minden előrejelzés nélkül újra beindulhat a másor és folytatódik a látványos vulkáni működés.

Stromboli, Olaszország

Augusztusban a Stromboli megelégtelt, hogy mindig csak az Etnára figyelnek és változtatott az eddigi megszokott működés-

Piton de la Fournaise, Réunion sziget

Június 23-án, az Indiai-óceán francia fennhatóságú szigetén több mint 3 évszázados szunyókálás után lépett működésbe a Piton de la Fournaise tűzhányó. Központi részén hasadt fel a föld és bugygyant ki gyorsan folyó bazaltos pahoehoe láva. A kitörés a Dolomieu kúp délkeleti oldalában, az 1966-os Maillard kráter közelében történt. A lávafolyam két ágból csörgedezett lefelé és jutott mintegy 2 kilométer távolságba. A kitörés előjele mintegy 10 nappal korábban észlelték a vulkanológiai obszervatórium szakemberei. A földrengések száma egyre nőtt, majd folyamatos földrengésbe ment át, ami a magma feláramlásának jele. Ahogy elkezdődött azonban a vulkáni működés, a földrengés amplitúdó jelentősen csökkent és vasárnap estére a lávafolyásnak nem volt további pótlása, a kitörés leállt. A mindössze 2 napig tartó kitörés nem annyira szokatlan a vulkán életében, legutóbbi kitörése 2010. december 9-én kevesebb, mint 15 órán keresztül tartott. Gyakran, de röviden, ez volt a korábbi évtizedekre jellemző vulkáni működése, bár a legutóbbi jelentősebb kitörése, 2007. áprilisában majdnem egy hónapig tartott és nagy turistalátványosság volt. Most csak az éppen a szigeten tartózkodóknak jutott egy kis vörös izzás a távolból.

Sinabung, Indonézia

Az év elején izzófelhők tucatjait produkáló vulkán most kevéssé hallat magáról, de ez nem jelenti azt, hogy befejezte működését. Bár jóval ritkábban, de egy-egy piroklaszt-ár a nyár folyamán, sőt szeptemberben is lezúdult a vulkán meredek oldalán, amit a viszkózus láva időszakos összeomlása okozott.

Slamet, Indonézia

Szeptember elején nagy hanghatással járó látványos látatűzijáték kitöréseket produkált Jáva második legmagasabb (3428 m) vulkánja.

Tavurvur, Rabaul, Pápua Új-Guinea

A Rabaul kalderában lévő Tavurvur kúp augusztus végén heves robbanásos kitöréssel vétette magát észre, pont amikor az izlandi Holuhraun területén felnyílt repedésből láva tört fel. Habár az izlandi vulkáni működés akkor nagyon csekély mértékű volt, mégis sokkal nagyobb médianyilvánosságot kapott, mint a Tavurvur erős kitörése, ami menekülésre készítette a helyi lakosokat. Ez a robbanásos működés sem tartott sokáig, azonban a kapcsolódó látható légköri nyomáshullám miatt, a videofelvétele bejárta az internetes világot. A tipikus vulcanói kitörés során a vulkáni hamu 18 km magasra jutott fel és a környék jelentős területét szürke hamulepel borította be. A Tavurvur kitörése 1937-ben 500 ember életét követelte. 1994-ben csak a gyors kitelepítésnek volt köszönhető, hogy nem járt hasonló tragédiával a vulkáni működés. A település kétharmada azonban elpusztult.

Zsupanovszkij és Sivelucs, Kamcsatka, Oroszország

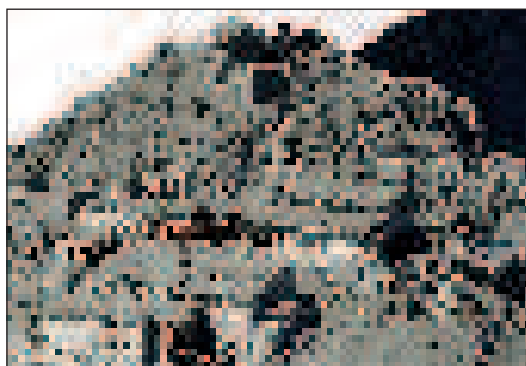
A kamcsatkai vulkánok közül nyáron a kevéssé ismert Zsupanovszkij került a figyelem középpontjába. Június 6-án a robbanásos kitörés eredményeképpen 6 km magasra emelkedett fel a vulkáni hamufelhő, amely esemény megismétlődött július 9-én. A hamufelhő több száz kilométer távolságra terjedt tovább kelet-délkelet felé. Az ismétlődő robbanásos kitörések augusztusban és szeptemberben is folytatódtak. A vulkáni működés során jelentékeny kéndioxid gáz is a levegőbe került. A Zsupanovszkij kitörésére féltékeny Sivelucs szeptemberben robbant egy nagyot és ennek nyomán több mint 12 km magasra emelkedett följe a vulkáni hamufelhő.

Nishinoshima, Japán

A leggyorsabban növekvő szigetből nem lankad a szufla. Mérete egyre gyarapszik, és már alig látszik valami a korábbi szigetből. Lávanyelvek érkeznek be a tengerbe, a láva és víz kölcsönhatást magasra emelkedő gőzfelhők jelzik. Az aktív kürtökből olykor több mint 1 km magasba emelkedik a vulkáni hamufelhő, máskor csendesebb, de folyamatos látatűzijáték zajlik. Érdekes fejleményként az egyik kürtökből augusztus 26-án egy viszkózus lávadóm türemkedett ki.

Ontake, Japán

Szeptember 27-én váratlanul, minden előjel nélkül kitört a szigetország második legmagasabb tűzhányója, az Ontake (vagy más néven Ontake-san). A Smithsonian Intézet adatbázisa mindössze egyetlen kitörést említ az Ontake vulkánon az elmúlt 10 ezer évből, ez 1979–1980-ban történt. A hegy egyike Ja-



Tájkép a japán Ontake kitörése után. A hegy tetején lévő szentély épületeit vastagon borítja a szürke vulkáni hamu

pán szent hegyeinek, ahova zarándokok ezrei érkeznek és kedvelt kirándulóhely. Szombaton a remek napsütötte napon is vagy 250-en voltak a hegyen, amikor hirtelen heves robbanás rázta meg a hegyet. A fotók és videofelvételek szerint freatikus, esetleg a vulcanói típus felé hajló kitörés történhetett, amelynek során a kitörési felhőbe nagy mennyiségű kőzetdarab került. A megnehezült vulkáni anyagot a kitörési felhő nem tudta magasba emelni, az hirtelen összeomlott és piroklaszt-árak rohantak le a hegy oldalában. A kitörést sűrű hamuhullás kísérte, a hegyet vastag szürke vulkáni hamu fedte be. A kitörésnek több mint 50 áldozata van és ezzel az elmúlt évtizedek legnagyobb vulkáni katasztrófája. A turisták egy része fejvesztve menekült le a hegyről, mások a tetőn lévő szentély falai között kerestek menedéket. A képek szerint a szürke vulkáni hamutakaróval borított házak teteje sok helyen beomlott. Az ajtókat alig lehetett kinyitni a több mint

20 centiméter vastag hamutömeg miatt. Az emberek lélegzeni alig tudtak, nemcsak a sűrű vulkáni hamuval telített levegő, hanem a vulkáni gázok miatt is. Az áldozatok többsége fulladásos halált szenvedett. Pedig ez nem volt jelentős kitörés. Sokan tették fel a kérdést: nem lehetett ezt a kitörést előre jelezni, főleg Japánban?

A válasz nem egyszerű. Egyrészt maga a tűzhányó nem tartozott a veszélyes aktív vagy potenciális aktív tűzhányók közé, az 1979–80-as kitörése (ami ennél nagyobb volt) előtt ismereteink szerint több mint 23 ezer évig nem működött a vulkán, azaz látszólag inaktív volt. Ez a látszólagos nyugalom is hozzájárult ahhoz, hogy a japánok e szent hegye kedvelt zarándokhely és turistacélpont volt. A szombati nap különösen szép, napsütéses volt és ez kicsalagatta az embereket a hegyre. Az egyik kulcsmomentum tehát ez, a tragédia egyik oka a rossz időben, rossz helyen, sokan voltak eset. A másik maga a váratlan vulkáni kitörés. A felvételek és az első szakmai értékelések szerint a kitörés freatikus jellegű volt (esetleg a vulcanói kitörések felé hajló), azaz a robbanásos kitörés elsőrendű oka a felszín alatti vizek felhevülése (például repedések mentén lefelé szivárognak, ahol a vulkán alatti magmatest hőhatása miatt forráspont fölé hevülnek) és hirtelen gőzzé alakulása, ami térfogat-növekedéssel járó folyamat, és ez adott esetben szétveti a kőzetet. Egy ilyen eseményt nem lehet előre jelezni, mert nincsenek előjelei. Váratlanul, egyik pillanatról a másikra bekövetkezhet. Nincsenek földrengések, nincsen felszín deformáció (azaz nem emelkedik a felszín a magma nyomása miatt), nem szivárognak felszínre gázok – egyszerre csak, váratlanul történik a robbanásos kitörés! Ilyen zajlott tavaly a Fülöp-szigeteki Mayon vulkánon is, ahol öt turista veszítette életét és majdnem egy ilyen eset történt két alkalommal is az új-zélandi Tongariro vulkánon.

Ilyen esetekben egyszerűen nincs mit tenni és ezt el kell fogadni, bármilyen szörnyű is! A Föld népessége rohamosan nő, milliók élnek potenciálisan aktív tűzhányók közelében (mi lesz, ha egyszer egy ilyen kitöréssel kell majd szembenézni?), sokan kelnek útra, például másznak fel vulkánokra. Ezek veszélyes hegyek akkor is, ha éppen nem működnek. Aki vulkánokra megy, tudnia kell, hogy az adott tűzhányó esetében milyen lehetséges veszély lehet egy kitörés során, tudni kell, hogy ilyen esetben mit kell tenni, tudniuk kell másoknak is, hogy hova mennek és milyen elérhetőségük van, és meg kell érteni, hogy történhet veszélyhelyzet, azaz ismerni kell valamelyest a vulkáni kitörések lefolyását. Új helyzet, ami azonban ismét felhívja a figyelmet arra, hogy mennyire fontos a szakszerű ismeretterjesztés! ✦

CSILLAG A CSILLAGBAN

Amerikai csillagászoknak Emily Levesque (University of Colorado, Boulder) vezetésével talán sikerült felfedezniük egy olyan csillagtípust, amelynek a létezését még 1975-ben jósolta meg Kip Thorne és Anna Żytkow, de eddig nem sikerült ilyent találni. A Thorne-Żytkow-objektumok (TŻO) az elmélet szerint két, egymás körül keringő, nagy tömegű csillagból jöhetnek létre. A nagyobbik szupernóvaként felrobban, a helyén neutroncsillag marad vissza. Amikor a kisebb csillag is elér fejlődése meghatározott fázisába, vörös óriássá fúvódik fel és elnyeli a neutroncsillagot. A modell másik változata szerint a szupernóva-robbanás ereje löki bele a keletkező neutroncsillagot a kísérőcsillagba. Az eredmény mindkét esetben egy olyan vörös óriás csillag, amelynek a belsejében egy kívülről odakerült neutroncsillag rejtőzik, amelynek jelenlétére bizonyos színképi jellemzőkből lehet következtetni.

A Kis Magellán-felhőben most felfedezett HV 2112 jelű égitest első ránézésre magányos, M-színképtípusú, vörös szuperóriásnak látszik, tömege azonban sokkal nagyobb az óriáscsillagok tömege felső határánál. Még gyanúsabbá teszi az égitestet a színképe, amelyben lítium, molibdén és rubídium vonalait mutatták ki. Ezek jelenléte a TŻO-kra jellemző magreakciókra enged következtetni. A HV 2112 színképében meglepő dolgokat is találtak. Lítiumból és nehézfémekből a modellek által jelzettnél kevesebbet mutattak ki, ami talán arra utalhat, hogy frissen keletkezett TŻO-ról lehet szó. Ugyanakkor olyan elemeket is találtak, amelyeket a TŻO-modellek nem jeleznek. A felfedezők óvatosságra intenek, a csillagot egyelőre csak TŻO-jelöltnek nevezik. Úgy vélik, további megfigyelésekre és az elmélet pontosítására van szükség a rendkívüli felfedezés meggyőző bizonyításához.

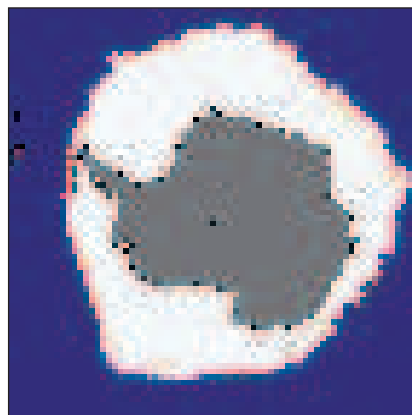
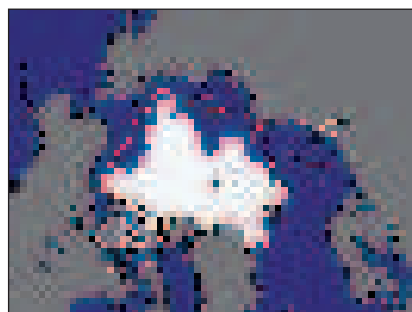
(www.skyandtelescope.com, 2014. június 18.)

ÉSZAKON ZSUGORODIK, DÉLEN NÖVEKSZIK

Az északi-sarkvidéki jégtakaró zsugorodása idén is tovább folytatódott, és szeptember 17-én érte el ez évi minimumát. A 2014-es minimális kiterjedés hasonló az elmúlt évihez, és alatta van az 1981 és 2000 közti átlagnak. 1978 óta az ideai hatodik legkisebb jégborítottság az Arktiszon. A nyár viszonylagos hűvösséggel köszöntött be és nem voltak olyan heves viharok vagy állandó erős szelek, amelyek felszaggatták volna a jégtakarót, ezzel is erősítve az olvadást. E viszonylagos hűvös év ellenére a jég sokkal vékonyabb, mint korábban. Nyáron az északnyugati átjáró Kanadá-

tól és Alaszkától északra ismét jégmentessé vált. Egy nagy jégmentes vízfelület Szbériától északra, a Laptyev-tengeren egészen az északi szélesség 85. fokáig húzódott, ami a legészakibb érték a 70-es évek vége óta. Az ideai jégborítottság ugyan valamelyes meghaladja a rekord alacsonynak számító 2012-es értéket, de ez egyáltalán nem jelenti azt, hogy a jégtakaró gyógyulóban lenne, vagyis visszatérne az átlagos értékhez, mert a trend továbbra is hanyatlást mutat. A Jeges-tenger évtizedenként nagyjából 13 százalékát veszíti el az átlagos jégborítottsághoz képest.

A jégborítottsághoz azt az állapotot vesszük alapul, amelynél egy adott vízterületnek legalább a 15 százalékán van jég. Az adatokat a NASA Nimbus 7 műholdjának szenzorai segítségével kapták az 1978–1987-es időszakra, 1987-től pedig az USA Védelmi Minisztériumának Meteorológiai Műholdprogramja szolgáltat adatokat. Az arktiszi jégtakaró kiterjedését felső képünk



(Forrás: NASA) mutatja; a 2014. szeptember 17-i állapotot, ami egy japán műhold mérésein alapszik. A sárga vonal az 1981 és 2010 szeptembere közötti átlagértéket ábrázolja.

Mindeközben az Antarktisz körül most már a második egymást követő évben növekszik a jéggel borított vízfelület kiterjedése. Alsó képünk a 2014. szeptember 18-i (vagyis téli) állapotot mutatja, ugyancsak az említett japán műhold mérései alapján. A kiterjedés

növekedése nem lepte meg a kutatókat; számítógépes modellek előre jelezték, hogy rövid távon növekszik a jégborítottság a déli tengereken. Ennek pontos okát egyelőre nem ismerik (egy feltevés szerint a fokozott édesvíz-beáramlás lehet az egyik), mindenesre nem számottevő. Hogy miért van ekkora különbség a két sarki régió között? Azért, mert teljesen mások a földrajzi és az éghajlati viszonyok. Az Arktisz jége nagyrészt szabad, nyílt vízfelületen képződik, míg az Antarktiszé egy hatalmas szárazföldi tömegben, ahol teljesen mások a víz- és légáramlási viszonyok, mint északon. (NASA Earth Observatory, 2014. szeptember 17.)

FOGATLAN SÁRKÁNYOK URALTÁK A KÉSŐ-KRÉTA ÉGBOLTOT

Egy új tanulmány alapján a kutatók jobban megismerhették az Azhdarchidae családba tartozó repülő őshüllők diverzitását és elterjedését. A csoport a perzsa eredetű azdarha (sárkány) szóból kapta a nevét. A Pterosauriák nagyon sikeres családját alkották, ide tartoztak minden idők legnagyobb ismert repülő állatai, például a 10–12 méteres szárnyfesztávolságú Quetzalcoatlus. A „sárkányok” maradványai világszerte ismertek, és a legutolsó repülő hüllők közé tartoztak a kréta végi nagy kihalás előtt. A levegő urainak számítottak abban az időben, annak ellenére, hogy elődeikkel szemben teljesen fogatlanok voltak. Az erőteljes eltolódás a fogazott repülő hüllőktől a fogatlanok felé alapvető változásokat jelezhet a kréta időszak ökoszisztémáiban.

Megnehezíti a tanulmányozásukat, hogy a csoport számos tagját csak néhány töredékes csont alapján ismerik a paleontológusok, amelyek többnyire nem egyeznek a már leírt fajok csontjaival. Ennek ellenére a rendelkezésre álló adatok azt igazolták, hogy nagyon sok lelőhelyen előfordultak és alapvető szerepet játszottak a kréta időszak végének élővilágában. Nagyon különböző élőhelyekről kerültek elő, de leggyakoribbak a nagy tavak és folyók környékén, valamint a tengerpartokon voltak.

(ZooKeys, 2014. augusztus)

A KEPLER-ÜRTÁVCSÓ ÚJ FELADATA

Rovatunkban korábban beszámoltunk arról, hogy a NASA Kepler-űrtávcsőve 2013. májusban, több évi sikeres működés után eredeti feladata (a Naprendszeren kívüli, ún. exobolygók keresése)

végzésére alkalmatlanná vált. A távcső lényegében működőképes maradt, csak irányzási pontossága nem volt már elegendő eredeti feladatának folytatásához. Ezért a NASA tavaly arra kérte a tudományos közösséget, javasoljanak a Keplerrel annak csökkent műszaki állapotában is végrehajtható megfigyelési programokat. Idén nyáron a NASA bejelentette, hogy az ötletpályázat sikeres volt, több megvalósításra érdemes javaslat érkezett, amelyet a Kepler-űrtávcső a K2 küldetés keretében fog végrehajtani, amelynek megkezdéséhez minden előkészület megtörtént.

Kihasználják azt, hogy a 95 cm-es távcső a 10 négyzetfokos látómezőjében továbbra is pontos fényességmérésre alkalmas. A Kepler a Földéhez hasonló, 372 nap keringési idejű pályán kering a Nap körül. A K2 küldetésre kilenc égbolterület megfigyelést jelölt ki a NASA, mind egyiket körülbelül 80 napig vizsgálják, így a távcső egy Nap körüli keringésébe négy-öt ilyen kampány fér bele. Tavaly szeptembertől idén februárig alapos műszaki ellenőrzésnek vetették alá a távcsövet, Március 8-án elkezdődött az 5 és fél hétig tartó 0. kampány, amely 9 napos műszaki vizsgálódással egészült ki. Május közepére a Kepler készen állt a K2 küldetés végrehajtására, amelynek első megfigyelési kampánya május végén el is kezdődött és augusztus elejéig tart. Ebben az időben az északi galaktikus pólus környékét vizsgálják. A további kampányokban sorra kerül a Tejútrendszer központjának vidéke, a déli galaktikus pólus környéke, a Neptunusz, a Fiastyúk, a Hydok és más nyílthalmazok. A NASA 4 millió dollárt szánt arra, hogy a K2 küldetésben a tudományos közösségből érkező legérdekesebb javaslatok alapján megfigyeléseket végezzenek a Keplerrel. Eközben a Kepler nem szakít teljesen eredeti célkitűzésével sem. A küldetés első részének (Kepler Prime) tapasztalatai alapján ugyanis az M színképtípusú törpék körül meglehetősen gyakoriak a Föld nagyságú exobolygók. Ezek keringési ideje általában rövid, így a 80 napos észlelési kampányokon belül sem reménytelen kifogni a csillagnak a bolygó takarása miatti elhalványodását.

(www.skyandtelescope.com, 2014. június 10.)

BIZONYÍTÉK AZ ŐSROBBANÁS MELLETT – VAGY MÉGSEM?

A Harvard-Smithsonian Asztrofizikai Központ márciusban jelentette be, hogy kutatói John M. Kovac vezetésével megfigyelési bizonyítékot találtak a 13,7 milliárd évvel ezelőtti ősrobbanást követő

gyors kozmológiai tágulás, az úgynevezett felfúvódás megtörténte. A kutatók az elmúlt két évtizedben rádiótávcsövek több generációját helyezték üzembe az antarktiszi Amundsen-Scott Állomáson. Kutatásaik elsősorban a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzásra irányultak, mert azok a Világegyetem létrejöttét eredményező folyamatok nyomára vezethetnek. Elsősorban az úgynevezett B-módusú polarizációt keresték a háttérsugárzásban, mint a Világegyetem felfúvódásos eredetének bizonyítékát. Kilenc éven át végzett megfigyeléseikkel a kutatók az égbolt 2%-án térképezték fel a polarizációs állapotot. Értelmezésük szerint a polarizációs állapotban kirajzolódó mintázat az első közvetlen bizonyíték a téridő ősrobbanás utáni fodrozódásaira. Egyesek a felfedezést – független bizonyítás esetén – akár Nobel-díjra esélyes jelentőségűnek ítélték, mások viszont kételyeiknek adtak hangot.

Egyelőre úgy tűnik, a kételkedőknek lett igazuk, akik szerint a felfedezők nem megfelelően korrigálták az adataikat, ezért nem ősrobbanás maradványát látták, hanem csak a saját Tejútrendszerünkben lévő port. A kozmológiai hatás éppúgy polarizálhatja az elektromágneses sugárzást, mint ahogy a kozmikus por-szemcséktől történő visszaverődés esetén is polarizálódik a fény. A két hatást nagyon nehéz szétválasztani, most arról folyik a vita, hogy a Kovac-féle csoport megfelelően járt-e el, vagy eredményeikbe bezavar a por okozta polarizáció. A kérdés akkor dőlhet el, amikor (talán már ez év végén) nyilvánosságra hozzák az Európai Űrügynökség (ESA) Planck-űrszondájának újabb adatait. Egyrészt az antarktiszi mérések csak az égbolt kis részét térképezték fel, a Planck viszont a teljes égboltot. Másrészt, az Antarktison csak egy frekvencián mértek (150 GHz), a Planck viszont kilenc frekvenciasávban dolgozott, közülük hétben polarizációs méréseket is végeztek. Az esettel kapcsolatban egyetlen (álnaiv) kérdés merülhet csak fel: vajon miért nem volt türelmük Kovacéknak kivárni a Planck-mérések közzétételét, és azok figyelembe vételével pontosabban feldolgozni saját adataikat?

(www.skyandtelescope.com, 2014. június 2.)

A STRESSZHORMON A GYERMEKEK CSONTJAIT IS GYENGÍTI

A kortizol hormon életfontosságú, mivel rendkívül hatékonyan gátolja a gyulladássalos reakciókat a szervezetben. Emiatt nagyon kedvelt gyógyszer sok tünet kezelé-

sére, a kellemetlen bőrkiütéstől a súlyos krónikus gyulladásokig. Ugyanakkor ennek a hormonnak is van árnyékos oldala: ha túl sokáig és túl nagy adagban alkalmazzák, gátolja a csontfelépítést, így csontritkuláshoz és a csontváz károsodásához vezethet.

A kortizol ezen hatása évtizedek óta ismert, ugyanakkor még nem vizsgálták, hogy milyen hatással van a növekedésre a szervezet által termelt hormon. A bonni egyetem kutatói ezért azt vizsgálták, hogy hogyan hat a magas kortizolszint a gyermekek és fiatalok csontozatára. A vizsgálatban 175 6-18 év közötti egészséges gyermek és fiatal vett részt. 1 éven belül 2 vizeletpróbát vettek a vizsgálatban résztvevőktől. A második vizsgálat alkalmával minden személy alkarját is megvizsgálták számítógépes tomográffal.

Az eredmény egyértelmű volt: minél több kortizolt és kortizolszármazékot találtak a vizeletben, annál gyengébb volt az alkarcsont. A gyerekek nem szenvedtek semmilyen hiányban vagy betegségben, fiúk és lányok teljesen egészségesek voltak, és nem voltak sem kövérek, sem soványak. A vizeletben mért kortizolmennyiségben volt ugyan különbség, de még így is a normál fiziológiai tartományban, és még ebben a természetes ingadozásban is megállapíthatták a lényeges különbséget.

A felismerés azért fontos, mert a felnőttkori csontbetegségek eredete gyakran a gyermek-, vagy fiatalkorra vezethető vissza. Ha ugyanis fiatalkorban túl kevés ásványi anyag épül be a csontokba, akkor azok stabilitása hosszú távon sérül, aminek lehetséges következménye évtizedek múltán a csontritkulás lehet.

Hogyan lehet tehát a magas kortizolszintet a vérben elkerülni, vagy legalább kordában tartani? Ennek megválaszolására a kutatók a táplálkozási szokások kortizol stresszhormonra, ezen keresztül a csontrendszerre és anyagcserére gyakorolt hatását szeretnék vizsgálni. Korábbi, felnőttekkel végzett vizsgálatok már utaltak arra, hogy a gyümölcsben és zöldségben gazdag táplálkozás csökkentheti a vér kortizolszintjét. Az alma, narancs, burgonya vagy a spenót fogyasztása ezek szerint különösen jó hatással van az egészséges csontok kialakulására. További kutatások tárgya lehet, hogy kimutatható-e a kortizolszint-csökkentés gyermekeknél és fiataloknál is. Ha a zöldségek, és gyümölcsök ilyen kedvező hatása bebizonyosodik, az további érv lenne a manapság is érvényben lévő szabály mellett: naponta ötször fogyasszunk zöldséget vagy gyümölcsöt.

(www.scinexx.de, 2014. szeptember 22.)

Száz éve indult a magyarországi kőolajbányászat – Egbellen

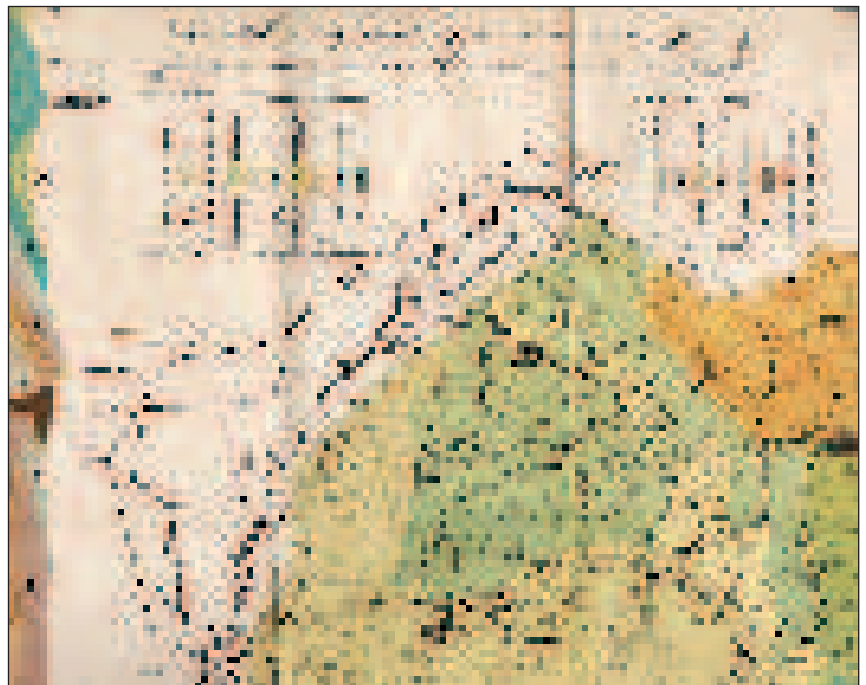
CSATH BÉLA – PAPP PÉTER – SZABÓ ZOLTÁN

Még egy évtized sem telt el az 1848. január 3-án, Európában harmadikként létrejött Magyarhoni Földtani Társulat megalakulásától, amikor az egyik alapító tag, a selmeci bányászakadémián oktató tanár, Johannes Pettko professzor közreadta 1852. évi földtani bejárásai, vizsgálatainak során készített geológiai térképét és a hozzá kapcsolódó magyarázatát. Ebben olvasható magyar és német nyelven, egyebek között: az „*Egbell mellett erdőszélen egy, csak helyiek által ismert, lefolyástalannak tűnő tóban észlelhető földolaj-előfordulás*”. De hol is van ez a bizonyos Egbell? Nos, a Kárpátok legnyugatibb láncának is legnyugatibb oldalán, a Morva folyóra lejtő síkságon. A térképen ma Gbely néven lehet megtalálni Szlovákiában. A település lakossága akkor is szinte száz százalékban szlovák volt.

Ezt az 1852. évi megállapítást, felfedezést azonban csak jóval később követték részletes földtani kutatás, amikor 1913-ban sor került egy gázfeltöréses baleset kivizsgálására. Történt ugyanis, hogy egy Amerikát is megjárt, helybéli földműves, bizonyos Jan Medlen/Medlen János felfigyelt az előbbieken említett helyen felbugyborékoló gázra, s azt valahogyan felfogva kunyhójába vezette, fűtött vele. A gáz a kályhán keresztül hagyta el a kunyhót, míg egy alkalommal fel nem robbant.

Kutatás és feltárás

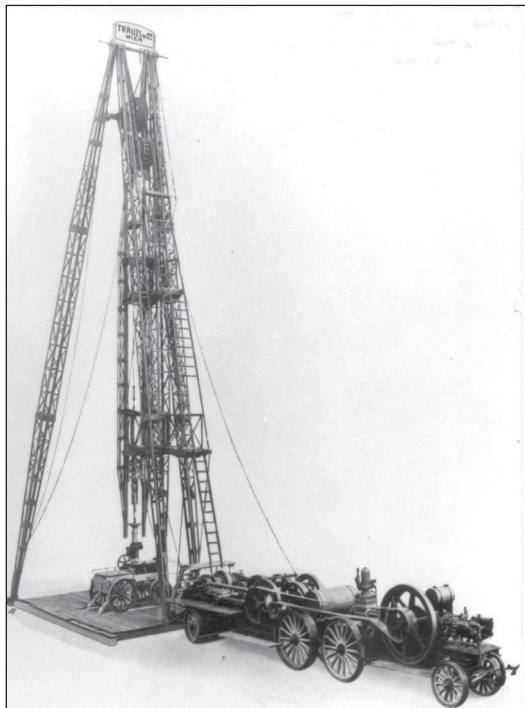
A helybeli hivatalos szervek bejelentésére a Magyar Királyi Pénzügyminisztérium megbízta Böckh Hugó főbányatanácsost a baleset kivizsgálásával, valamint a terület alaposabb földtani megkutatásával. E munkára a selmeci Bányászati Akadémián oktató geológus professzor javaslatára, az erdélyi Mezőség területén már kutatási és földgáztermelési tapasztalattal rendelkező Lázár Vazul és Vnutskó Ferenc bányamérnököket helyezték ide. Néhány hónap múlva az akkor már Selmecen tanító fiatal Papp Simon geológust is ide irányították.



1. ábra. Egbell környékének földtani térképe Pettko J. szerint, részlet

Ez a szakembergárda a Pettko-féle térképnek nagyjából az 1. ábrán látható kis négyzetét vette munkába. E munka eredménye már egy részletesebb földtani térkép lett, mely a térségben lévő fiatal harmadidőszaki, helyenként lignitcsíkos finomszemű üledékes kőzetek boltozatszerű kifejlődését mutatta. A következő lépés néhány gépi fúrás helyének kijelölése, majd lemélyítése volt. Az első fúrás helyét (Egbell-1. sz. fúrás) Böckh Hugó és Vnutskó Ferenc jelölte ki a területen átfutó sínpálya keleti oldalán. Ezt követően felszerelték az akkori idők legmodernebb, Trauzl-Rapid-2. típusú fűrőberendezését (2. ábra) és 1913. október 27-én megkezdődtek a fúrás munkálatok a cseh technikus, Ernest Thon vezetésével. A fúrás munkálatokat a Kolozsvárt létesített Nagysármási Kutató Kirendeltség vezetője, Böhm Ferenc bányamérnök irányította/felügyelte.

A fűrőberendezés üzembe helyezésének, a Besztercebányai M. Kir. Bányakapitányság általi engedélyezése után megkezdtek a fúrást. Ennek során 118,0 m mélységben földgáz-indikáció jelentkezett, melyről Thon értesítette a kolozsvári kirendeltséget. A továbbfúrás után 145,2 m mélységben újabb kis mennyiségű, majd december 23-án 160,0 m-ben nagy mennyiségű gáz jött fel. Ezt követően 1914. január 10-én, a 160,3–163,3 m-es mélységek között a gázzal együtt óriási erupcióval felszínre tört a kőolaj. A Nyitrai megyei Szemle így emlékezett meg erről: „*Amidőn a 163–163,5 m közötti márgát – január 10-én (szombaton) – átfúrták, az öblítővíz egy része eltűnt és olajnyomok mutatkoztak. A víz lekanalazása után az olaj emelkedni kezdett, majd erupció következett be. Mivel tartály hiányában az olajat tárolni nem tudták, a lyukat lezár-*



2. ábra. Trauzl-Rapid-2. fúróberendezés

ták. Újabb kanalizással 14-e után naponta 1.1/2 vagon olajat nyertek változatlan vívómagasság mellett és a lyuk óránként mintegy 5000 m³ földgázt is szolgáltatott. A földolaj feltűnően tiszta volt... Anyaga sűrű, majdnem egészen feketebe átmenő vöröses színű, igen erős szagú folyadék. Szétöntve a földön s meggyújtva sárgás lánggal ég, vastagabb rétegben azonban gyújtóval meg nem gyújtható." Az idén száz éve történt eseménytől számítják a hazai kőolajtermelés kezdetét!

A siker nyomán további fúrások mélyítését határozták el. Böckh Hugó kijelölte az Egbell-2.sz. fúrás helyét a vasúti pályatest túlsó oldalán, ahol egy kanadai típusú fúróberendezést szereltek fel, s az 1. sz. fúrás mellett hamarosan kijelölték az Egbell-3. sz. fúrást is. Ez idő alatt az Egbell-1. sz. fúrásból folyamatosan felszínre kerülő kőolajat Pozsonyba szállították, ahol az Apollo Kőolajfinomítóban dolgozták fel.

Az akkoriban Magyarországon jelentős szakmai és gazdasági sikerek számító egbelli kőolajmező felfedezése országos és nemzetközi visszhangot váltott ki. A földtani és fúrási munkákat irányító Böckh Hugó, Böhm Ferenc és Szmolka Nándor bányamérnök alig győzte fogadni a geológus és bányász szakemberek tapasztalatszerző látogatását. A Selmecbányai Bányászati Főiskoláról pedig Réz Géza professzor (korunk nagy történész tudósának, Kosáry Domokosnak az apósa) tanulmányi kirándulást vezetett az egbelli „bányatelepre” a bányász-akadémikusoknak (3. ábra).

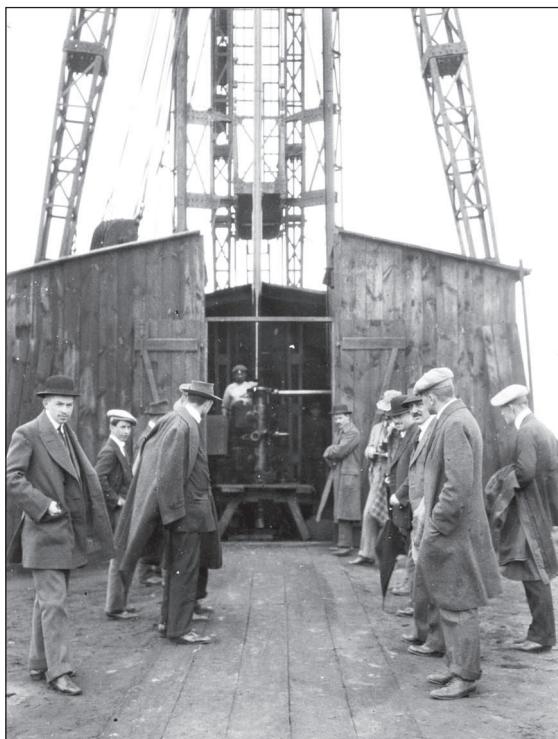
De nemcsak a szakembereket érdekelte az első hazai műrevaló kőolaj-előfordulás feltalálása, hanem a korabeli „monarchiás” sajtót is. A szigorúan szaklapok mellett, mint a Zeitschrift des International Vereines der Bohringenieur und Bohrtechnik, A Bánya, a Bányászati és Kohászati Lapok, a Földtani Közlöny, a helyi napi sajtó is nagy figyelemmel kísérte az egbelli munkálatokat. Különösen a Nyitrai Lapok követte szoroson az eseményeket s meglepően szakszerűen és nagy részletességgel tudósította hetente, kéthetente a nagyközönséget a kutatások állásáról. Hogy sok részletet tudunk a kutatások eseményeiről, körülményeiről, személyi vonatkozásairól, gazdasági kihatásairól, az nagyrészt utóbbiaknak köszönhető (4. ábra).

1914 áprilisában a fiatal Papp Simont, a hazai olajkutatás és -termelés későbbi kiválóságát bízták meg a további geológiai kutatások irányításával. Ő erről így ír ön-

életrésztében: „Engem 1914. július 1-én Egbellre küldtek, ahová először július 5-én érkeztem, hogy a környék pontos földtani viszonyait megállapítsam, és hogy a már le-mélyített fúrások szelvényeit részletesen tanulmányozzam, az olajtermelést a földtani viszonyok tekintetbevételével irányítsam. Ezt a munkát az 1918. évi összeomlásig végeztem” (Papp S.: Életem, 1996). Ő jelölte ki az év októberében az Egbell-4. sz. fúrás helyét. A fúrás-technológiai munkálatokat Szmolka Nándor vezette. Az ő irányításával mélyítették le még 14 fúrást 1915 végéig. A közben kitört világháború mozgósításai miatt többször létszámhiány jelentkezett fúrómunkásokban, amit a fennmaradt fúrási naplók és iratok tanúsága szerint 20 orosz hadifogoly odavezénylésével oldottak meg.

Az 1916-os év folyamán folytatódott az előző évben telepített, valamint az olajmező feltárását célzó újabb munkálatok. E munkálatokban a földtani, bányászati és fúrási módszerek mellett azonban megjelent egy teljesen új módszer, a geofizika.

A gravitációs kutatási módszer kidolgozása Eötvös Loránd nevéhez fűződik. Miután a geodéták a Föld alakját azonosították a nehézségi erő tengerszintbe eső szintfelületével, kiváló fizikusunk a szintfelület minél pontosabb megismerésére törekedett. Vizsgálataihoz megfelelő műszerre volt szüksége. Figyelme a torziós ingára összpontosult, melynek általa módosított formája kiválóan alkalmasnak bizonyult a kitzűzött feladat megoldására, sőt az is bebizonyosodott, hogy az eszköz alkalmas a felszín alatti földtani alakulatok kutatására is. Az elgondolást tetek követték és az elkövetkező évek terepi mérései egyre több földtani következtetést tettek lehetővé, melyek hamarosan felkeltették a bányakutatással foglalkozó szakemberek és hivatalosságok figyelmét. 1911-ben Lukács László pénzügyminiszter levelében kéri Eötvös véleményét az ingamérések használhatóságáról az ásványi nyersanyagkutatásban: „...Ama fényes eredmények, melyeket Nagyméltóságod a földünk mélyében rejülő nagyobb tömegek eloszlásának a torziós inga segítségével való meghatározásánál elért, s melyek a tudományos világ osztatlan elismerésével találkozottak, arra indítanak, hogy felkérjem Nagyméltóságodat, méltóztassék nyilatkozni aziránt, hogy a földgáz, pet-



3. ábra. A „bányakadémikusok” Egbellen (a kép jobb oldalán a harmadik, esernyővel, Réz Géza professzor)

róleum és kálisó előfordulása és a föld mélyében való eloszlása az említett módon vajjon meghatározható-e, és ha igen, hajlandó vol-

na-e Nagyméltóságod az ily irányú kísérleteket egyelőre az erdélyrészi Mezőségen végezni...”.

Miután az erdélyi földgáz-előfordulások túlnyomó része antiklinális (boltozatos) szerkezetekhez kötött, Eötvös pozitív választ adott. A pénzügyminisztérium nem sokat keslekedett a felkéréssel, hogy a fizikaprofesszor úr a hasznosnak ígérkező torziós ingaméréseket beindítsa az Erdélyi-medencében. A méréseket maga Eötvös dolgozta fel és értékelte. A miniszterhez írt válaszlevelében javaslatot is tett egy Maroskoppánd határában lemélyítendő kutatófúrás létesítésére. Postafordultával jött a válasz, miszerint „van szerencsém Nagyméltóságodat teljes tisztelettel értesíteni, ...intézkedtem, hogy Maroskoppádon a geológiai alakulások feltárása céljából egy mélyfúrás létesíttessék...”.

Az erdélyi méréseknek az első világháború kitörése véget vetett, viszont új lendületet adott az Eötvös-inga alkalmazásának az Egbell környéki kőolajkutatás. Böckh Hugó javaslatára – aki már korábban is figyelemmel kísérte a torziós ingával folytatott méréseket – és a pénzügyminiszter felkérésére Eötvös Loránd és munkatársai Pekár Dezső vezetésével 1916-ban felmérték a területet, hogy megállapítsák, a torziós inga mérési eredményeiben mennyire tükröződik a fúrásokkal már feltárt antiklinális (5. ábra). A mérési adatokból szerkesztett térkép megfelelt az előzetes várakozásoknak. A leginkább érdekelt fél, Papp Simon, aki, mint az előbbiekben láttuk, aktív részese volt a terület földtani térképezésének, később így emlékezett vissza: „Földtani és rétegtani eredményeim nem volt szabad közölnöm a

geofizikusokkal, csak akkor, amikor munkálataikkal ők is elkészültek. Ekkor kitűnt, hogy a kétféle módszer csaknem azonos szerkezeti eredményeket adott, és ezzel az egész világon először igazolódott be, hogy a nehézségi mérések igen alkalmasak a szénhidrogének tároló szerkezetek kimutatására.”

Ezek alapján bizvást állíthatjuk, hogy az egbelli torziós mérés bebizonyította az Eötvös-inga alkalmazhatóságát a szénhidrogén-kutatásban, és ezzel megteremtette egy új alkalmazott tudományág, a kőolajkutató geofizika alapjait. Ez a mérés alapozta meg az Eötvös-inga későbbi világhírét. A torziós ingának a kőolajkutatás terén befutott diadalmenetét Eötvös már nem érthette meg, az ő nevét elsősorban tudományos eredményei írták be a fizika, a geodézia és a geofizika történetébe. Műszerének anyagi hasznosítására sohasem gondolt, ingáját nem szabadalmaztatta, a gazdasági sikereket utódai aratták le.

Visszatérve Egbellhez: 1917-ben folytatódott a fúrások mélyítése, egyidejűleg a termelő kutak folyamatosan működtek. 1918-ban a háborús események dacára sikerült az egbelli olajmezőt annyira feltárni, hogy az 1918-as összeomlásig 72 sekély mélységű fúrás mélyítettek le 18 kincstári fúróberendezéssel. A kitermelt kőolaj olyan mennyiségű volt, hogy az akkori Magyar Királyság teljes vasúti kocsiparkjának a kenőolaj szükségletét folyamatosan és teljes mértékben fedezni lehetett belőle.

Utóélet

A csehszlovák állam kikiáltása után az olajmező vezetését igazgatói minőségben E. Thon vette át 1918 novemberéig. Ezt követően a geológiai munká-

latok irányítását Jaroslav Jahn brünni professzor, a műszaki tevékenységüket Jozef Kropač végezte.

Az utóélethez tartozik, hogy a Hodoninban székelő Slovenské Naftové Závody kutató és termelő vállalat 1964-ben az egbelli termelő kút lefúrásának és a termelés beindításának 50., 1984-ben pedig a 70. évfordulójára emlékkönyvet adott ki. 1969-ben pedig két márványtáblát avattak Egbellen: az egyiket az olajfúrások megkezdésének, a másikat a felfedezésben szerepet játszó Jan Medlennek az emlékére.

Az Egbell-1. sz. fúrás jelentősége több szempontból is kiemelkedő. Ezzel indult a magyarországi kőolajbányászat. Az olajmező felfedezése indította el később a szomszédos ausztriai (morvamezei, Zistersdorf környéki) sikeres szénhidrogén-kutatásokat. Az egbelli torziós mérés bebizonyította az Eötvös-inga alkalmazhatóságát a szénhidrogén-kutatásban, és ezzel megteremtette egy új alkalmazott tudományág, a kőolajkutató geofizika alapjait. S olyan nemzetközi híru magyar geológus kutatógárda kiképzéséhez járult hozzá, melynek tagjai közül Böckh Hugó később az Angol-Perzsa Olajtársaság, Papp Simon pedig a Magyar-Amerikai Olajipari Rt. vezető kőolajkutató geológusa lett.



5. ábra. Egbell környékének geofizikai (izogamma) térképe

4. ábra. Az egbelli híreket közlő lapok

44. évfolyam Nyitra, 1914. január 4. 1. szám

NYITRAMEGYEI SZEMLE
POLITIKAI, TÁRSADALMI, SZÉPIRODALMI ÉS KÖZGAZDASÁGI HETILAP

44. évfolyam 52. szám 1914. december 28.

NYITRAI LAPOK
(Neutra-Trenčiner Zeitung.)
Szabadelnvi politikai hetilap

A BANYA

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK.

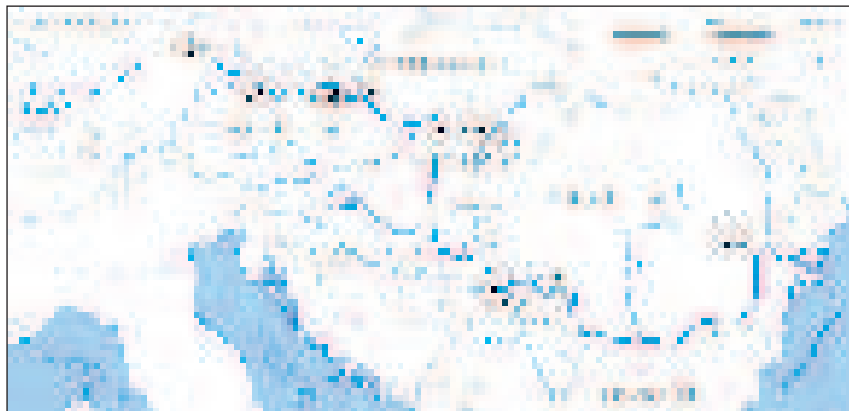
Háromszor születő folyó, a Duna

ZÁTONYI SZILÁRD

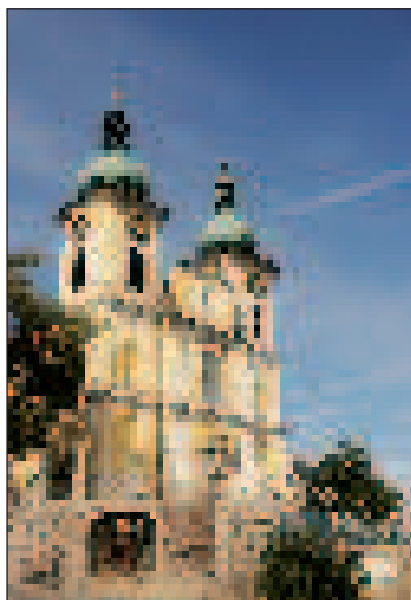
A folyó mindenki által ismert, meg lehetőségen egzakt, jól körülírható földfelszíni, hidrogeológiai képződmény. Forrásban ered, a gravitáció révén halad a tenger szintjéig, visszavezetve a felszín vizeit az óceánok medencéibe. Hosszát a forrástól kezdve számolják a torkolatig. A vizeit a vízvásztók által határolt vízgyűjtő területről összegyűjti, s jellemzően változó, vagy kiegyenlített vízhozamot (m^3/sec) produkálva szállítja tova.

Fő folyónk, a jó öreg Duna bizony nem felel meg minden – említett – tankönyvi kritériumnak. Vízgyűjtő területét a felszín alatt megosztja nyugati konkurensével, a Rajnával. Legérdekesebb talán mégis a folyó születése. Hogy tisztán lássunk, érdeemes a helyszínen utánajárni a kérdésnek.

Közismert, hogy a Duna a Fekete-erdőben ered. Donaueschingen húszezer lakosú, hangulatos, dímbes-dombos kisváros a németországi Baden-Württemberg tartományban, a Fekete-erdő (Schwarzwald) keleti lankáin. A városka közepén, a Szent János-templom Fürstenberg-kastélypark felőli oldalánál, 678 m-rel a tenger szintje felett bugyog elő egy karsztforrás. Vize a Fekete-erdőből csordogál a mélyben egészen idáig. Évszázadok óta csalogatja a zarándokokat, vándorokat, manapság turistákat, mint a Duna folyó forrása. Egy 1875-ben épített, barokk kőkorláttal körbevett medencét érdemes keresni, mely mögött egy neoklasszicista szoborcsoport húzódik, előtte bal oldalt pedig márványtábla hirdeti: *A tengerig 2840 kilométer* („*Bis zum Meere 2840 Kilometer*”). Illetve 2015 nyaráig mégsem érdemes idezarándokolni, mert jelenleg (2014) az egész forrás-műemlék felújítás alatt áll. Akadálymentesítik a lejáratot, a mozgáskorlátozottak kis liften is megközelíthetik majd a vizet. Az állványerdővel és paravánokkal körbevett, szétbontott kompozíció csak a templom előtti térről, felülnézetben látható valamelyest. A szerző is szomorúan vette tudomásul, hogy mintegy ezer kilométernyi autózás után be kell érnie ezzel a látvánnyal... Vigasztal az, hogy valójában ez csak egy jelképes, szimbolikus forrása fő folyónknak. Vize fedett árokban halad tovább, hogy innen mintegy 90 m-t megtevé a Brigach folyóba torkollik. Több mint húsz, ehhez hasonló karsztforrás bukkan a felszínre a környéken. Ilyen alapon bármelyik lehetne a Duna forrása



A Duna útja a Fekete-erdőtől a Fekete-tengerig (Forrás: http://donauquelle.blogspot.hu/2013_01_01_archive.html)



A Szent János-templom Donaueschingenben. Mögötte található a Duna barokk szoborkompozíció által körülölelt, turistáknak mutatogott, közismert forrása

(illetve valamilyen szinten azok is, hisz vízők szintén a Brigachba kerül.) Tiberius, a későbbi római császár – ittjártakor még csak hadvezér (Kr. e. 15) – kinyilatkoztatása óta számítjuk a donaueschingeni a Duna (jelképes) forrásának. A Fekete-erdőben, Donaueschingentől északnyugatra ere-

dő, 40,2 km hosszú, de bővebb vízhozamú Brigach folyó, és a még nála is hosszabb, de keskenyebb Breg (45,9 km) a város határában egyesül, s ettől a ponttól nevezik a folyót Donau-nak.

Kisétálok a két folyó összefolyásáig. Megpróbálom a nagylátószögű optikával egy képre terelni a két vízfolyást. Némi szemlélődés és kísérletezés után világossá válik, hogy a szemben futó széles autótút felüljárójáról sokkal jobb a rálátás a torkolatra. Nosza, újabb másfél kilométernyi séta, s végül pompás a panoráma a Breg-Brigach egyesülésére, azaz immár a Dunára. Valójában akkor innen kezdődik a folyónk?

Ahogy a bevezetőben említettem, rendszerint egy folyó leghosszabb forrása alapján számoljuk annak hosszúságát, még ha nem is nevezik ugyanúgy, mint a főfolyót. Ez nemcsak a Duna, hanem sok más folyó esetében is érvényes: az Amazonas csak az Ucayali és a Marañón összefolyásától Amazonas. Így a Duna a Fekete-erdőben, az óraműzeumáról híres Furtwangen városa felett, a Rosseck-hegyen, 1078 m-es magasságban, a Breg-patak forrásában születik. Könnyű megtalálni, a város határából táblák jelzik az útvonalat. Keskeny hegyi út kanyarog marhalegelők és fenyvesek között, szinte a forrásig. Mintegy hat kilométernyi, hangulatos autózás után a Kolmenhof vendégfogadó előtt hagyjuk az autónkat. Az épület mellett balra kell lesétálni, s a gerinc oldalában, pár lépés után máris a forráshoz érünk.

1949-ben egy furtwangeni tanár, *Franz Burgert* már rábukkant a Breg-patak forrására, amit a leghosszabb Duna-ágnak tartott, de eredményét tudományos alapos-sággal nem erősítette meg. A geológus *Irma Oehrlein* és férje, a würzburgi főorvos *Ludwig Oehrlein* az ötvenes években folytatták a méréseket, míg újfent a Breg-patak forrását találták a leghosszabb ágnak.



A Duna forrásának kikiáltott karsztforrás Donaueschingenben, a felújítás megkezdése előtt

Megvásárolták a zsebkendőnyi területet, s keményen harcoltak (a furtwangeriek támogatásával), hogy az immár birtokukon eredő Breg-forrást (és patakot) hivatalosan ismerjék el a Duna első számú, fő forrásának. A közelben álló Mária-kápolna mellett a Duna eredése még több turistát csábított ide, s ennek kiváltképp a helybéli fogadó tulajdonosa örülhetett.

Egy fából ácsolt kapuzat, tőle balra kőobeliszk a Duna rajzolatával, főbb állomásaival szegélyezi a forrásig tartó rövidke ösvényt. Egy másik a felfedező-tulajdonosoknak állít mementőt: *Irma és Ludwig Oehrlein, a Duna felfedezői emlékére*. Az előzővel szemben pedig egy, a történelem által jócskán túlhaladott bronztábla sorolja fel a Duna által érintett országokat: Német Szövetségi Köztársaság, Ausztria, Cseh-szlovákia, Magyarország, Jugoszlávia, Románia, Bulgária, Szovjetunió. Nem ártana egy frissítés, bár ez egy bronztábla esetében többet jelent néhány „kattintásnál...”

Lesétálok a fenyőkkel körbevett sziklás forráshoz. Elhatározom, mindenképp belekóstolok. Merészség, sőt felelőtlenység lenne ezt a további 2888 km-es szakaszon egészségügyi következmények nélkül megkockáztatni. Kissé savanykás az íze. Nem karsztforrás, hiszen a Fekete-erdő ezen vonulatának alapanyaga gneisz, illetve gránit. Ráadásul a fenyves alatt húzódó, savanyú kémhatású podzolos talajból kioldódó vegyületek sem túl kellemes „ízfokozók”. De mégiscsak a Duna vize, s legalább kárpótol a donaueschingeni kudarcért. Földrajzi érte-

lemben tehát itt születik fő folyónk, a Duna. S alig 100 méternyi távolság választja el a hegygerinc túlsó felén eredő Griesbach-pataktól, ami viszont már a Rajna vízgyűjtőjéhez tartozik. Nem tisztünk eldönteni Donaueschingen és Furtwangen vitáját a Duna eredéséről. Földrajzi szempontból viszont egyértelmű: a Breg-forrástól kell számítani fő folyónk hosszúságát. A donaueschingeni kút pedig idegenforgalmi látványosság, történelmi nevezetesség, turistacsalogató attrakció, ahová a felújítás után ugyanúgy beleszórhatják felesleges apróikat az utazók, abban a hitben, hogy ebbéli cselekedetük biztosíték lesz egy későbbi visszatérésre. Azt hihetnők, hogy innen már problémamentes a folyó útja a Fekete-tengerig. Nos, Immendingen városkáig igen, utána már kevésbé...

A Duna Donaueschingen után hagyja el a Fekete-erdőt, s innen már a Sváb-Alb jura időségi mészköplatóján halad tovább. Alig tesz meg azonban 25 kilométernyit, Immendingent elhagyva, a Brühlmezőre kiérve, kisvív alkalmával egyszerűen eltűnik a vize a mederből, mintha hirtelen kiszáradt volna.



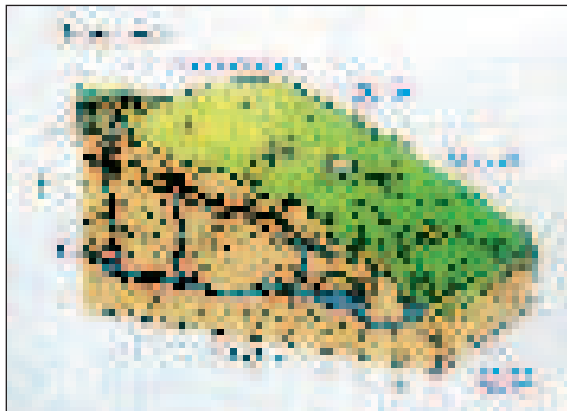
Jelenleg a domaueschingeni forrás-medence teljes felújítás alatt áll, melyet előreláthatólag 2015-ben fejeznek be (A szerző felvételei)

Már a XVIII. században felmerült a kérdés, hogy hová kerül a folyóvíz a mederből. 1719-ben *F. W. Brauningen* megsejtette, és kijelentette, hogy a Duna vi-

ze bukkan fel délre, Aach városkában, de a bizonyításra 1877. október 9-ig várni kellett. A Kalsruhe-i Műszaki Főiskola geológus tanára, *Adolph Knop* egy mai szemmel nem túl környezetbarát egyveleget öntött a Duna-mederbe, hogy megfigyelje, mely környékbeli forrásokban kerül elő. A nátrium-fluoreszcint ma is használják fluoreszkáló nyomjelzőként karsztvízrendszerek felderítésére. Ebből Knop 10 kg-nyit használt fel. Viszont a húsztonnányi só és az 1,2 tonnányi palaolaj már alaposan felborzolná napjaink lelkes környezetvédőinek idegeit. Mindenesetre, alig hatvan óra kellett, hogy mindez előbukkanjon az Aactopfban, egyértelműen igazolva Brauningen korábbi sejtését.

A víz az alapkőzet karsztos mészkőpedéseiben, víznyelőin leszivárog a karsztvíz-szintig, majd a kőzetrétegek lejtésének megfelelően halad délkeleti irányba. Mintegy 12 kilométer után, Aach városka hasonló nevű forrásában (Aachtopf) bukkan a felszínre. Az Aach-folyó a Bodentóba torkollik, s így a Duna vize a tóból a Rajnán keresztül végül az Északi-tengerbe (is) kerül. Elcsábítják folyónkat! Ilyenkor csak a Möhringen és Tuttlingen környéki források, apró patakocskák táplálják némi vízzel a medret. A Duna eltűnése (*Donauversickerung*) csak kisebb vízhozam esetén látványos, csapadékosabb időszak után ugyanúgy hömpölyög

a mederben a Duna, mintha mi sem történt volna. A mélyben a víznyelők nem képesek elnyelni a többletvizet, de a jelenség folyamatosan működik. Nemcsak



Információs tábla, amely azt illusztrálja, hogy a Duna Immendingent elhagyva, kisvíz alkalmával eltűnik medréből, mintha kiszáradt volna

Immendingennél, hanem egy kissé távolabb, Fridingen térségében is megfigyelhető, innen is az Aach-ba kerül az elszívárgott Duna-karsztvíz. Amikor bőséges a folyó vízhozama, a szemtanúk szerint az Aachtopf vize forrongó üstként kavargog a fent lezúduló és felszínre kerülő karsztvíztől, mely a 12 km-nyi távolság

a felszín alatti karsztvíz-rendszer teljesen erodálja, kioldja a mészkő anyagát, a földalatti üregek, barlangok, és a meder felnyílik, s a Duna felső szakasza a Bodeni-tó felé fog folyni. S már napjainkban is megosztozik a Rajna és a Duna a Sváb-Alb vízgyűjtőjén. Aki folyónk sorsa iránt aggódik, megnyugtatom, nem kell a



A Duna medre Immendingen városától nyugatra. Itt figyelhető meg, hogyan tűnik el a Duna a karsztrepedésekben, miniatűr víznyelőkben – természetesen csak kisvíz idején

alatt mintegy 175 m-nyi szintkülönbséget „tud le”. A folyóvíz felszín alatti eltérítését nevezik batükapturának. A folyamatot mesterséges eszközökkel megállítani eddig nem tudták. Az Immendingen környékén lakók az elmúlt századokban megpróbálták eltömködni a karsztnyílásokat, repedéseket, de buzgalmuk nem járt sikerrel, a víz mindig utat talált a mélybe. Legfeljebb a meder teljes

közeljövőben átírni a természetföldrajz-könyveket: mire erre sor kerül, biztosan nem papír alapú tankönyvekből tanul az ifjúság...

A saját szememmel szerettem volna látni a Duna eltűnését, így kiutóztam Immendingen keleti szélére. Térkép segítségével könnyen megtaláltam a folyó partján az ösvény kezdetét, mely az ominózus szakaszhoz vezet. A keskeny, de murvával

tömörített út közvetlenül a folyó mellett halad. Táblák is jelzik azokat a letérőket, melyeknél érdemes a mederbe lesétálni. Séta közben a Duna csak nem akart „eltűnni”, s közeledve Möhringen felé, egyre erősebb lett a sejtésem: az elmúlt napok csapadékos időjárása révén, a bőséges vízhozam miatt nem fog elszívárgni a Duna, a többletvíz a mederben marad. Így erről a látványosságról is lemaradtam („rosszkor voltam jó helyen”), s nem tudtam saját fotót készíteni. Vannak olyan, táblával megjelölt pontok az ösvény mentén, ahol még a bő vízhozam esetén is megfigyelhető a víz szabálytalan mozgása. A folyó vize Immendingen felől Möhringen felé (balról jobbra) halad. Ezekon a pontokon, közvetlenül a part mentén viszont megfordul, és a folyásiránnyal szembe, visszafelé örvénylik. Itt találjuk azokat az ún. perkolációs pontokat (perkoláció = átszivárgás), ahol a víz a mélybe bukik. Bizarr látvány, ahogy a fő sodorvonal erős áramlásával ellentétben, a vízpart közelében megfordul a víz, és háttározottan folyik „felfelé”, majd eltűnik a partot szegélyező magaskörös növényzetben. Olyan, a növényzet takarásában megbújó tágabb repedésekről, víznyelőkről van szó, amelyek képesek megfordítani a víz áramlását még akkor is, ha a folyó sodrása jelentős, és vízhozama meghaladja a karszt-rendszer teljes vízelvezető képességét.

Folyónk megszületik tehát a Bregforrásban. Donaueschingentől „Duna”-ként hömpölyög tovább. Majd harmadszor is megszületik a Möhringen és Fridingen térségében fakadó karsztforrásokból, hogy további, jelentős hidrogeológiai konfliktusoktól mentesen érhesse el a Fekete-tengert.

Irodalom

1. Szávost-Vass Dániel: Bifurkáció és batükaptúra – A Donauversickerung-jelenség (<http://dunaiszigetek.blogspot.hu/2011/08/bifurkacio-es-batukaptura.html>)
2. Eberhard Czaya: A Föld folyói (Gondolat, Budapest, 1988)
3. Barna Béla: A Duna igazi forrása: Furtwangen, Bregquelle (http://www.nyirseghir.hu/vadon/vilagjaro/a_duna_igazi_forrassa_furtwangen_bregquelle/15979)
4. Barna Béla: A Duna harmadik forrása: Donaueschingen (http://www.nyirseghir.hu/vadon/vilagjaro/a_duna_harmadik_forrassa_donaueschingen/16204)
5. <http://www.donaueschingen.de/donaquelle>
6. <http://www.yelp.de/biz/donaquelle-donaueschingen>
7. www.donaquelle.de/english.html
8. <http://www.hs-furtwangen.de/~vs-fg/presse/p2002/bregquelle.htm>

Pusztatemplom és Krisna-völgy

Kétségek és tanulságok

SZILI ISTVÁN

Azt mondják, aki egy hetet eltölt Indiában, könyvet ír róla. Aki éveket él ott, már nem vállalkozik erre. Ez a vélekedés India megjeleníthetetlen sokszínűségére utal, azonban egy másik gondolat csírája is meghúzódik benne. Igaz, ennek felismeréséhez némi segítségre, csavaros észjárásra és provinciális szemléletre van szükség. Talán ez a közmondás fogalmazza meg legtömöbben: *a suszter maradjon a kaptafánál!* Finomabban: *aki nem tud arabusul, ne beszéljen* ... Íme, hát ezen a körmönfont helyzetben való töprengés együtt akadályoz és serkent is abban, hogy a Krisna-völgyben tett látogatásomról szóljak.

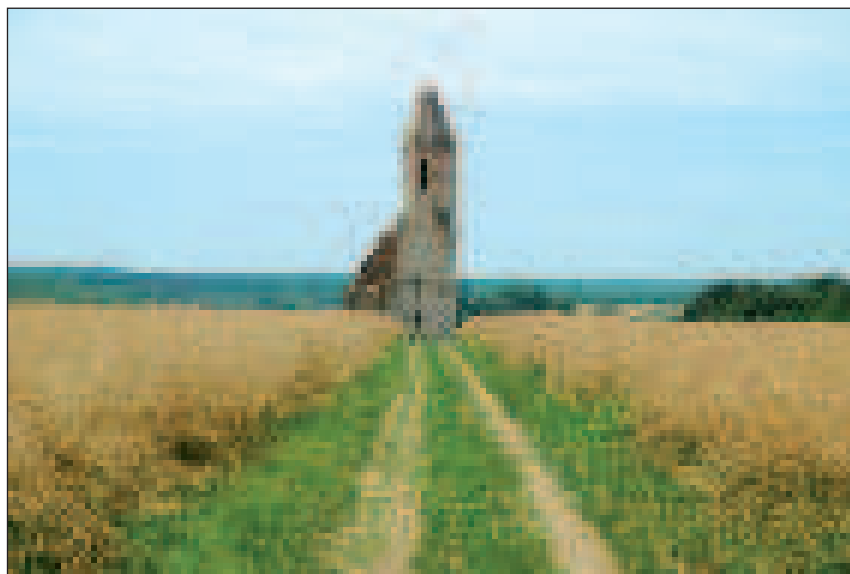
Most éppen úgy érzem, mégiscsak szólnom kell róla. Szólnom kell arról, amit e rövid, alig néhány órás látogatás után érzek. Ám nem annyira az indiai gyökerű vallásos érzület új keletű hazai megnyilvánulásáról, mint inkább arról a másik aspektusról, ami az itt letelepült közösség fennmaradását szolgálja. Bizonyára így van vele más is, aki hasonlóan rövid időre idelátogat. Mert hát a hosszabb itt tartózkodás feltehetőleg már csak a Krisna-tudat szellemiségének befogadása révén lehetséges. A Krisna-hívók mindenestre laikusokra és hívőjelöltre egyaránt számítva, szelvény-hosszában szorgalmazzák a látogatásokat. Hogy miért? Ezt a kérdést udvariasságból ne firtassuk. Engem mindenestre az Indiához fűződő kötődés milyenségének megtapasztalása hívott és biztatott, ami aztán további más, csak a helyszínen kideríthető jelek és jelenségek tapasztalatával egészült ki.

A való igazság azonban az, hogy – mint már olyan sokszor az életemben – a véletlenek köszönhetem, hogy eljutottam a Krisna-völgybe. Valójában nem miattuk utaztam Somogyvárra, és még tovább, a zsákfalunak számító Somogyvámosra, hanem, hogy a két falu történelmi nevezetességeit, illetve az utóbbi unikális látnivalóját, a XII. században épült „pusztatemplomot” (ha úgy tetszik „pusztatornyot”) megnézzem. A kisebbik falu (Vámos) meglehetősen szegénységben élő lakói közül egy kerékpáros asszonyt adott készséges útbaigazítást, melyik dűlőúton juthatok el a szóban forgó épületmaradványhoz. A sárga löszdombok hullámain áthala-

dó poros út távoli pontján, az érfőlben lévő repcetábla közepén egyszer csak feltűnt a kissé csáléra álló viharvert téglatorony és a hozzá tartozó pirosló falmaradványok. Írások ugyan nem erről a vallási/történelmi/építészettörténeti emlékről szól, mégis úgy érzem, valami köze van, legalábbis kellené, hogy legyen a Krisna-völgyben szerzett tanulságokhoz. Ahová – a pusztatorony feltehetőleg szemben – bőséges eligazítás vezért. De a kétféle nevezetesség összevethető tapasztalatairól majd később.

Mindenekelőtt ki kell hangsúlyoznom, hogy vallási elfogultságuk tekintetében sem kritizálni, még kevésbé elítélni nincs szándékomban a Krisna-hívókat. Már csak azért sem, mert a Krisna-völgy mindazon lakói,

széles nagyvilágban nem mindig ez a helyzet. Ugyanakkor néhány feltett kérdésre mindig kitérő válaszokat kaptam, vagy egy „nemtudom”-mal határolódtak el tőle. Ilyen kézenfekvő kérdésnek számított, hogy voltaképpen hányan élnek a szóban forgó vallási közösség területén. Könnyen belátható, hogy e fontos alapkérdésből kikövetkeztethető az egyébként büszkén propagált gazdaság önfenntartó (és eltartó) képessége, vagy a másik oldalról szemlélve a dolgot, a támogatások szükségessége. Ámde éppen ez a kérdés az, ami a jelek szerint tabunak számít, vagy (álságosan) teljesen lényegtelennek, és ez gondolkodóba ejti az embert. Mert hát a Wikipédiában ezek az adatok is szerepelnek, vagyis hozzáférhetőek.



A somogyvámosi pusztatemplom (A szerző felvételei)

akkal szóba elegyedtem, a lehető legszélyesebben viszonzották közeledésemet. Türelmetlenségnek, elutasításnak, udvariatlanságnak egyetlen aprócska jelét sem tapasztaltam. A belépőjegyet átadó portásfűtől kezdve a tehenet fejjé, vagy a lépcsőket söprögető legényig, kisgyermeküket sétáltató anyukáig mindenki baráti gesztusokkal reagált a látogatók jelenlétére. Nagy dolog ez, hiszen néhány száz méterrel odébb, a „kinti”

Látogatásom 2013-ban, jubileumi évben történt: a Krisna-tudatú hívek éppen húsz évvel ezelőtt telepedtek le itt. Hol is? Vámos – a XX. században már Somogyvámos – község keleti határában, a Cser-erdő, Temetői-mező, Toponyai-rét és Csapásra dűlő határolta 260 hektáros térségben. Bár e régi nevek mindmáig szerepelnek a helységnévtár adatai között, az új birtokosok a *Krisna-völgy* elnevezést tették országszerte ismertté.

Újabbán egyre gyakrabban szerepel a teljes (és hivatalos) nevén is: *Krisna-völgy Indiai Kulturális Központ és Biofarm*. Nos, ez talán már a hatóságoknak is megfelel.

Ezzel szemben, minden tapasztalható erőfeszítés ellenére, a Krisna név értő ismertsége mindmáig folytonos magyarázatokra szorul. Persze nem a somogyvámosi határban, hanem attól távol, másutt, főleg a nagyvárosi utcákon, tereken, ahol a „krisnás” nézetek terjesztése, a toleráns szimpátia kivívása, vagyis a hol szelíd, hol rámenősebb agitálás (álnevén ismeretterjesztés) folyik. Annak ellenére, hogy a *Wikipédia* a „hinduizmus” címszóhoz (ahová a „krisnás” felfogás is sorolható) többek között a következőt kapcsolja: „A világ vallásai közül kitűnik dogmatikamentességével, nagy toleranciájával és a missziós tevékenységek teljes hiányával is.” Ezért sem indokolatlan, ha kísérletet teszünk rá, hogy a Krisnához kapcsolódó legfontosabb tudnivalókat bemutassuk.

A gyakran szubkontinensnek nevezett India számos vallás hazája, gyakorlásának többé-kevésbé toleráns közege. Közülük maga India a szülőföldje a talán legősibb *dzsainizmus*nak, de a *buddhizmus* is Indiában erősödött vallássá, akárcsak a *hinduizmus*, ami pedig a leggyakoribb. E három vallás hatott egymásra, nézeteikben számos rokon vonás ismerhető fel. Az arab gyökerű *mohamedán* vallás Indiában is tért hódított, egyszersmind India fogadta be az előle menekülő perzsákat, akik ma a *párszi* vallás hívei. A *szikh* vallás új keletű, a hinduizmusból nőtt ki. Természetesen még jó néhány más vallás is jelen van Indiában.

„A Krisna-tudat vallástörténeti szempontból a hinduizmus része. A hinduizmus gyűjtőfogalom, India azon több ezer éves vallásait foglalja magában, amelyek a védikus irodalmon (India ősi szanszkrit nyelvű szentírásain)



Krisna-falva

A Krisna-hívők filozófiájukban, elveikben és az életmódot meghatározó alapvető szabályok tekintetében teljes mértékben az

lásnak tekinti a krisnás életmódot. Mi tagadás, Európában akár cirkuszi attrakciónak is minősülhetnének bizonyos rituális megnyilvánulások. Ezzel szemben akadtak magyar gondolkodók, nyelvtudósok és művészek, akik, ha nem is szép számmal, de igyekeztek megismerni a hinduizmus (és más indiai vallások) lényegét. A (színpadias) vallásgyakorlattól azonban többnyire távol tartották magukat. (Az ismeretebbek között Kőrösi Csoma Sándor, Stein Aurél, Baktay Ervin, Sass Brunner Erzsébet és Brunner Erzsébet, illetve a részben ide sorolható Germanus Gyula nevét említem.

Folk György viszont napjaink gyakran idézett India-szakértője.) Feltehetően a gyökértelenség érzetétől áthatva, hiszen



A Krisna-völgy bejárata



Az iskolaépület

alapulnak. A vaisnavizmus, vagyis Visnu-, illetve Krisna-hit (gaudíja vaisnavizmus) a hinduizmus legősibb, legismertebb és legelterjedtebb irányzata.

ősai vaisnava tradíciót képviselik nyugaton és Indiában egyaránt. A vallás „modernsége” csupán abban áll, hogy Isten szolgálatában és a védikus tudás bemutatása során a hívek a nyugati világ eszközeit és lehetőségeit is alkalmazták*** – ez azonban minden más világvallásról is elmondható.” (Forrás: *Wikipédia*)

A „krisnás” térfoglalás legalább annyi embert ingerel, mint ahányban elfogadást, sőt szimpátiát vált ki. Akad olyan is szép számmal, aki csodabogárnak nézi a krisnasókat, vagy jó mód szülte divathóbortnak, sőt munkakerülésnek, a társadalomból való kivonu-

a dzsainista-buddhista-hindu eszmék teljes és odaadó elfogadásához indiai miliőbe kell születni. Minden más törekvés csak erőltetett utánzás, megtévesztés, anakronizmus. Vámbéry (és tanítványa, Germanus Gyula) egyaránt bevallotta, hogy esetükben a „mohamedánná válás” volt a feltétele tudományos érdeklődésük kiterjesztetőségének.

A buddhizmus, a hinduizmus – a mi perspektívánkból nézve – egyaránt természetisztlelő, környezetkímélő, életigenlő – tehát napjainkban divatosan hangzatos – világfelfogás. Más kérdés, hogy melyik miért, és mennyire az. (Elég az évszázadokkal, évezredekkel ezelőtti tibeti és indiai háborús-kodásokra gondolni. A szelídnek vélt buddhista tibetiek véres háborúkba keveredtek nem ritkán saját hitsorsosaikkal is. A vala-

ha együvé tartozó India és Pakisztán atom-bombás szembenállása is fals illusztrációja – legalábbis a hindu türelmességnek.) Egy dolog biztos: e vallásokban a természet tisztelete aligha tudományosan megalapozott ökológiai megfontolásból fakad. Legfeljebb ösztönös ráérzésnek tekinthető, és minél inkább ősi gyökerű, annál inkább. E felfogások – megkockáztatom a nem bizonyítható feltevést – még a termelő gazdálkodásra való áttérés legelső ökológiai jellegű meg-
rázódásaihoz eredeztethetők. Az erre-felé jobban ismert Biblia is tele van ilyenekre vonatkozó utalásokkal (aszály, homokvihar, özönvíz, tűzvész, járványok, sáskajárás stb.). A réz-, vagy a bronzkor lehet e nézetek megfogalmazódásának legelső ideje, de mindenképpen az írásbeliség előtti idők, hiszen az ősi (és az idők folyamán szentséggé váló) szövegek évezredek óta kizárólag szóbeszéd formájában hagyományozódtak az utódokra.

Kívánczokra tehát, hogy pro- és kontrakritika alá vessük e (ma már írásban is terjedő) szövegeket, bennük az ember és a természet kapcsolatára utaló nézetek helyességét, aktualitását és használhatóságát, elvégre nem másról, mint ősidőkből örökölt, és máig érvényesnek tekintett vezérfonal-gyűjteményről van szó. Aligha hihető ugyanis, hogy a sokszor homályos-misztikus események, történések, utalások és szabályok minden tekintetben jól szolgálhatják és irányíthatják a ma emberét. (Ez természetesen más vallásokra is érvényes lehet.)

Felmerül tehát a jogos kérdés: mit tanulhat a világ többet, mást az indiai eszmeforrásokból, mit tanulhat olyat, amit más hagyományosnak tekinthető eszmék nem tartalmaznak, nem ismernek? Mi az, ami mások fölé emeli a Krisna-hívők természethez való hozzáállását? Mi az, ami megszívelendőbbé teszi ezt annál a paraszti hozzáállásnál, ami például Magyarországon ezer évig sikeresen biztosította a fennmaradást? Még úgy is, hogy szinte szüntelenül mások, a termelésben részt nem vevő tetemes népcsoportok viszontszolgáltatás nélküli ellátását is biztosította! Ahol ezer éven át ritka, kivételes helyzetekben fordult csak elő az éhezés! Mitől követendőbb, példásabb ennél, amit az elmúlt évtizedekben szívós kitarással képviselőivel együtt a történelem szemétdombjára vetettek, sőt elpusztítottak? Amit most a Kárpát-medence népeivel soha kapcsolatba nem lévő, másik földrajzi térség – ha nem is teljesen idegen, de kultuszai által mégiscsak háttorzongató – ideológiájával és

termelési gyakorlatával kívánnak felcserélni? Jómagam, aki emlékeiben hordozza a magyar paraszti lét szívásajdító, legutolsó 10–15 évét, azzal az érzéssel jártam-keltem a krisnás biofarmon, mint akinek folyton szemébe nyomják a spanyolviaszt. Mi értelme van egy működőképessége teljében lévő, ám elavultnak ítélt és felszámolt paraszti kultúra helyébe egy nála is kezdetlegesebb, melegebb éghajlaton kialakult és nehezen értelmezhető szokásrendhez idomított másikat állítani? Ráadásul köve-



Tájékoztatótábla

tendő mintaként? (Aki ezt nem értené, segítek egy példával: a „krisnás” tehének itt nem istállóban, hanem menedékhelyen – tehénvédelmi központban – élnek, és nem vágóhídon, hanem természetes kimúlással végzik...)

India, a krisnásoknak mintaként szolgáló India, maga is (és persze minden gondolkodó krisnás is) jól tudja, hogy az ősi termelési kultúrákat, és általa emberek százmillióit csak úgy tarthatja meg, ha sikeresen összeházasítja őket a modern világ Indiában is alkalmazható, használható eredményeivel. (**lásd a fentebbi kiemelt részt) Ezen fáradozik például a világhírű *M. S. Swaminathan* genetikus, tudós és szervező egyéniség, a „zöld forradalom” elnevezésű mezőgazdaság-fejlesztő program atyja. Európában, Magyarországon azonban alapvető tévedés ezt a „zöld forradalmat” mintaként propagálni. Ha pedig a minta nem ez, és máshonnan ered, hogyan egyeztethető össze a Krisna-tudattal? Világos, hogy egy biofarm Krisna-tudat nélkül is biofarm marad, vagyis aligha igényel bármiféle ideológiai háttér-támogatást. A tájidegen indiai vallás viszont nagyon is rászorul az olyasfajta látványos reklámra, mint amit egy – főleg vegetáriánus ízlést kiszolgáló – „biofarm” nyújthat.

És most gondolatban térjünk vissza a pusztatemplomhoz. A részben fennmaradt téglapépület építési módja arra enged következtetni, hogy a keresztes háborúk sérültjeit ápoló ispotályos Johannita-lovagok építették. Csak később kerülhetett a Márton-hegyi (pannonhalmi) bencések birtokába. Akárki is birtokolta, akárki élt is a templom vonzáskörzetében, fennmaradását csakis gazdálkodással tudta biztosítani. Viszonylag kis helyen, hathatós eredménnyel. Sokáig, nagyon sokáig a folyton újító bencés (és ciszterci) rendek által is elfogadott, propagált és gyakorolt, a magyar térségben szelvényben elterjedt természetelvű (tehát ökológikus) agrotechnikai rendszerben. Ahol talán egyedül az erózióvédelem maradt időnként megoldatlan. Amely területnek mégis mindmáig fennmaradt a működőképés regenerációs rendszere. És ahol most idegen nyelven, indiai himnuszokra zsendül a fű.

Somogyvámos lakóinak 10%-a roma. A munkanélküliség és a vele járó szegénység nemcsak őket sújtja, hanem a falu más lakóit is. A falu honlapján megfogalmazódik a reménység: talán az egyre népszerűbb „ökofalu” – a Krisna-völgy látogatottsága magával hozza Vámos felemelkedését is. Ebből azonban szinte semmi sem látszik. Romák és nem romák – az ökofaluból valamennyien kirekesztettek érezhetik magukat. Ha volna értelme bármely (agrár) missziós tevékenységnek, hát az első cél nem esne messze. Csak ki kellene lépni az elefántos kapu védelme mögül. Máskülönben a fennen hangoztatott öfenntartás ki-



Istálló

zárólag a krisnás közösség belső érdekeit szolgálja, és csak eszmeileg járul hozzá az ország gyarapodásához. Pedig már II. József is rájött, hogy bizonyos szerzetesrendek teljesen feleslegesek, mert semmivel sem gyarapítják a rajtuk kívül állók nagy közösségét. Ugy látszik azonban, az általa képviselt nézetek és megoldások közül manapság éppen a „jozsefinista” megoldás számít idejétmúltak. ☺

Orvosszemmel

KÖVÉR A VILÁG

A súlytöbblet világméretű járvány, igazi pandémia. A földkerekség 30%-a súlytöbblettel él. Tavaly az Egyesült Államok polgárai bizonyultak a legnehezebbnek.

A testtömegindex alapján az Európai Unióban az Egyesült Királyság lakói a legsúlyosabbak, a románok a legkarcsúbbak. A magyar férfiak 18,8%-a, a nők 21,4%-a elhízott. Románia lakosai után, ahol a férfiak 7,6, a nők 8,0%-a elhízott, Olaszország (9,3 és 11,3%), Bulgária (11,3 és 11,6%), Franciaország (11,7 és 12,7%) következik a karcsúsági sorban.

A testsúly természetesen az életkortól is függ: a felnőtt nők körében az elhízottak aránya az életkorral növekszik. A nemzetközi statisztikák legriasztóbb adata a gyermek- és ifjúkori kövérség mind gyakoribb előfordulása, miközben világszerte gyermekek tömege éheznek.

A gyermekkori elhízás és kövérség, illetve a felnőttek elhízása kérdésének a *Lancet* hatalmas tanulmányt szentelt: a



2013-ban lezárt Global Burden of Disease Study adatainak feldolgozását ismertette. A dolgozatot 141 szerző jegyzi, Marie Ng, az Inst. for Health Metrics and Evaluation (IHME), Univ. of Washington, Seattle munkatársának első szerzőségével.

A tanulmány rémisztő megállapítása szerint 1980–2013 között a túlsúly és kövérség gyakorisága a felnőtteknél világszerte 27,5%-kal, a gyermekek körében 47,1%-kal emelkedett. Az obezitás tehát jelentős globális egészségügyi gonddává vált, és az elhízás-epidémia lassítása az elmúlt 33 esztendőben egyetlen országban sem sikerült.

Többen hangsúlyozták, hogy a modern technika vívmányai nagymértékben növelték a fizikai inaktivitást: az emberek milliói számítógépek előtt ülve töltik szinte az

egész napot, keveset mozognak, a gyors éttermek pedig megváltoztatták az étkezési szokásokat. A *Lancet*-tanulmány 188 ország adatait összegezte.

Túlsúlyosnak a 25–30 kg/m² testtömegindexű (TTI), kövérnek a 30 kg/m² testtömegindex-értéket meghaladó meghatározást használták. A statisztikák szerint 1980-tól a súlytöbblettel élők száma a 857 millióról 2,1 milliárdra nőtt 2013-ban. Ebben az időszakban a férfiak körében az elhízottak aránya 28,8%-ról 36,9%-ra emelkedett, a nőknél ez a változás 29,8%–38,0% volt. A fejlett országokban főleg a férfiak lettek súlyosabbak, míg a fejlődő országokban ennek az ellenkezőjét észlelték.

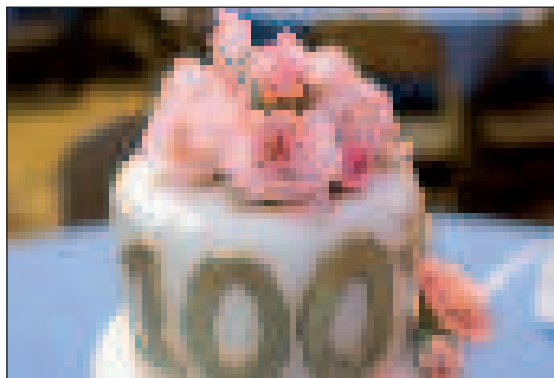
A súlynövekedés 1992–2002 időszakában volt kifejezettebb, azt követően főleg a fejlett országokban lassult. A gyermekek és a serdülők 1980-tól mindenütt folyamatosan híztak. A világ 671 millió kövér lakójának több mint a fele összesen 10 országban él: Egyesült Államok, Kína, India, Oroszország, Brazília, Mexikó, Egyiptom, Németország, Pakisztán és Indonézia. Az Egyesült Államok a „legdundibb”: a világ kövéreinek 13%-a amerikai.

A WHO szerint évente 3,4 millió felnőtt veszti életét súlytöbblet miatt. Az obezitás 44%-ban a cukorbetegség oka, 23%-ban a kardiovaszkuláris betegségeké, de bizonyos rosszindulatú daganatok 7–41%-ában is ez van a háttérben. A hazai elhízási statisztikában a tragédia, hogy miközben az Európai Unióban az elhízottak arányát tekintve az ötödik helyen vagyunk, mintegy 20 000 gyermek közben éheznek, 120 000 pedig alultáplált.

HOGYAN LEGYÜNK SZÁZÉVESEK?

Mi az igen hosszú élet titka? Erre a kérdésre kereste a választ Manuel Martinez-Selles D'Oliviera-Soares spanyol kardiológus, aki 118 száz esztendősnél idősebb spanyolt kérdezett és vizsgált meg, majd ismertette tapasztalatait az Európai Kardiológusok Társaságának idei kongresszusán.

A megkérdezett idős emberek 45% legalább 8 pontot adott magának arra a kérdésre, milyennek értékeli saját egészségét állapotát egy egytől tízig terjedő skálán. Annyira jellemző volt a saját egészségükkel kapcsolatos optimizmus, hogy volt olyan hölgy, aki ugyan kórházban, toló-



székhez kötve élte napjait, de ennek ellenére 9 ponttal jellemezte állapotát. A kérdésre rendre ugyanazt válaszolta, és a kétkedésre magyarázatként elmondta: jól lát és ezért élvezzi gyermekei, valamint unokái társaságát.

A megkérdezettek 77%-a otthon élt, saját lakásában, csak 23%-uk lakott idősek otthonában. Átlagos életkoruk 101,5 (100–110) év volt. A 118 megvizsgált közül 90 nő volt és csupán 28 volt férfi. Többségük fizikailag aktív volt egész addigi életében és 65 éves kora után is végzett valamilyen testmozgást. Túlnyomó többségük nem dohányzott és igen kevés alkoholt fogyasztott. Az EKG a férfiak 91%-ánál, a nők 66%-ánál mutatott ki valamilyen kóros eltérést. Az echokardiográfia azt igazolta, hogy a százévesek erős szívűek. A spanyol munkacsoport legalább fél éven keresztül követte a százévesek sorsát.

Ewa Swahn svéd professzor, a gerontokardiológia egyik szakértője hangsúlyozta, ilyen életkor megéléséhez jó gének és egészséges életvitel szükséges. Ha valaki száz esztendeig szeretne élni, gondosan válasszon megfelelő szülőket, de ha erre nincs módja, éljen igen egészséges életet. „Túlsúly, bőséges szivarozás és whisky mellett kevesen élnek Sir Winston Churchillhez hasonlóan 90 évet, tehát ezt ne kifogásként, hanem csak véletlen esetként említsük.”

(Forrás: *Weborvos*)

Egy daganat – többféle tumoros sejtvonal

HOLLÓSY FERENC

A prosztata rosszindulatú daganatos megbetegedése, a prosztatarák a férfiak körében a második leggyakoribb halálozási ok. Jelenleg a prosztatarák diagnosztikájának felállítására a vérből történik, és a prosztataspecifikus antigén (PSA) kötött és nem kötött formájának meghatározását jelenti. Prosztatarákban a PSA >90%-a a vérben kötött állapotban fordul elő, míg a nem kötött rész a fPSA. A szabad és az összes PSA aránya normális esetben >25%, míg prosztatarák esetén <25%. A prosztatarákos betegek 20–40%-ának PSA-értéke a normál tartományon belül van. Az enyhén emelkedett, ún. szürkezónában található PSA-szint jelenthet rákot, de nem feltétlenül, ám ez biztonságosan csak biopsziás mintavétellel állapítható meg.

Jelenleg is kiterjedt nemzetközi kutatás zajlik annak érdekében, hogy a PSA-n kívül további olyan biomarkereket találjanak, amelyek megfelelő módon egészítik ki a klinikai jellemzők alapján kidolgozott prognosztikai információkat, és széles körben használhatók a klinikai gyakorlatban. Jóllehet mára a biomarkerek (ACP, GSTP1 stb.) egész soráról kimutatták, hogy kapcsolatba hozhatók a betegség kórjóslatával, a megfelelő molekuláris biomarkerek megtalálása mégis igen nehéz feladatot jelent a betegség lassú kórlefolysa és a prosztatatumorok klinikai, biológiai sokfélesége miatt.

A prosztatarákokból nyert szövetminták sokoldalú genetikai vizsgálatai korán kimutatták, hogy a tumorképződés hátterében jellemzően nemcsak olyan nagyobb léptékű genomikai hibák állnak, mint amilyen egyes DNS-szakaszok elvesztése, duplázódása vagy hibás elrendeződése, hanem egyes gének működésének epigenetikai megváltozása (elnémítása) is. (Epigenetikai változás alatt olyan öröklődő változást értünk, amelyek nem a DNS szekvenciájában kódoltak, és a kromatin kétfajta módosulásában nyilvánulnak meg: a DNS metilációban [a citozin kovalens módosulása] és a hiszton poszt-transzlációs módosulásában, mely a metilációt, az acetilációt, a foszforilációt foglalja magába. Epigenetikai változások játszanak szerepet a génextpresszió szabályozásában, a transzpozonok [ugráló gének] aktivitásának gátlásában, a géndózis beállításában. Míg a különféle szövetekben a DNS-szekvencia

változatlan [kivéve az immunglobulin géncsalád a B- és T-limfocitákban], addig az epigenom szövetspecifikus variabilitást mutat.)

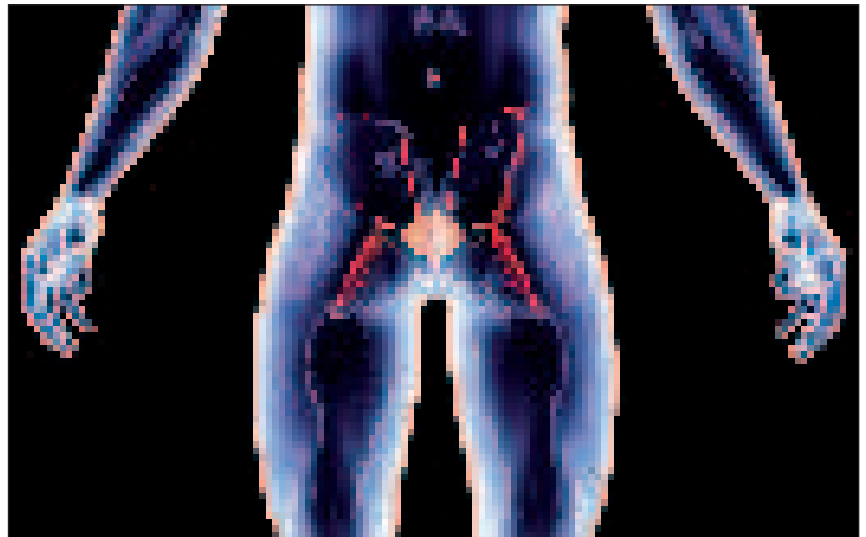
Az epigenom szövetspecifikus variabilitása lehet az, ami a megoldást jelentheti. Mivel bizonyos gének epigenetikai elnémítása az egyik legkorábbi molekuláris esemény, amely gyakorta tetten érhető a prosztatatumorokban, az ilyen epigenetikai eltérések kimutatására képes vizsgálmódszerek alkalmasak lehetnek arra, hogy pontos diagnosztikai, előrejelző értékű biomarkerek lehessenek.

A Német Rákkutatási Központ (DKFZ) kutatói különböző eredetű prosztatatumorból és azok áttéteiből származó szövetmintákban tanulmányozták a genom szerkezetét és az epigenomban bekövetkezett változásokat (DNS-metiláció).

moros sejtvonallal van dolgunk. S ha már az evolúciót szóba hoztuk, fontos megemlíteni a szelekciót, mint annak fontos eszközt, amely hat a klónokra. A daganatellenes szerek kiszelektálhatnak a kezelésre rezisztens klónokat, ami újabb problémát vet fel, de egy újabb érvet is szolgáltat a genom és az epigenom működésének felderítéséhez.

A szövetminták epigenomjának vizsgálatával arra a kérdésre keresték a választ, hogy a DNS-metilációs mintázat eltéréseinek kiderítése hogyan segítheti az áttétek eredetének tisztázását és a legmegfelelőbb kezelési eljárás megtalálását.

Christoph Plass és munkatársai a Német Rákkutatási Központban (DKFZ) – együttműködve a Német ICGC Konzorcium kutatóival – azt tanulmányozták,



A minták genomjának vizsgálata során feltérképezték azokat a szerkezeti változásokat, amelyek a daganat fejlődése során felhalmozódtak és a rákos sejtek „evolúciójához” vezettek. Kimutatták, hogy egy jól fejlett tumor különböző „leányklónok” csoportjaiból épül fel. Ez nemcsak azt jelenti, hogy minden egyes prosztatarák egyedi, hanem hogy minden egyedi tumor különböző „leányklónokból” épül fel, melyek klinikai szempontból eltérést mutathatnak pl. a kezeléssel szembeni ellenálló képesség tekintetében. Vagyis, noha egyféle ráktípusról (prosztatarák) beszélünk, a létrejött klónoknak köszönhetően mégis többféle tu-

moros sejtvonallal van dolgunk. S ha már az evolúciót szóba hoztuk, fontos megemlíteni a szelekciót, mint annak fontos eszközt, amely hat a klónokra. A daganatellenes szerek kiszelektálhatnak a kezelésre rezisztens klónokat, ami újabb problémát vet fel, de egy újabb érvet is szolgáltat a genom és az epigenom működésének felderítéséhez.

Öt prosztatatumor esetén párhuzamosan elemezték a géneket és metilációjukat. A kutatók összehasonlították a tumor különböző részeiből vett szöveteket a körülöttük lévő, még nem teljesen átférmálódottakkal és a nyirokcsomókban talált áttétekkel. Kimutatták, hogy mind a génszerkezeti változások, mind a metilációs mintázatban bekövetkezett eltérések egyaránt jellemzik az egyedi tumorok evolúcióját.

Úgy tűnik, hogy az epigenom evolúciója és az új genomban bekövetkezett strukturális változások megjelenése egymással párhuzamosan zajló esemény sorok.

A vizsgálati eredményekből levont egyik fontos megfigyelésük az, hogy az áttétképződés (metasztázis) nem jelenti szükségszerűen a tumorfejlődés végét. Néhány vizsgált esetben az áttétek egy közös progenitorból (elősejtekből) származtak, míg mások különböző leány-klónokból. Egy ízben például a kromoszóma-abnormalitások – amelyek az összes ebből a tumorból származó szövetmintát jellemzik – teljesen hiányoztak a metastázisból, mely arra enged következtetni, hogy a leány-tumorkok már korábban kifejlődtek, s hogy a metastázisok létrejöttéhez nemcsak genomiális eredetű történésekre van szükség, hanem bizonyos gének epigenetikai elnémtásával is kialakulhatnak.

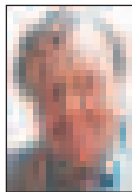
Rendszerint ezek az epigenetikai és genetikai változások úgy hatnak a génekre, hogy megjelenjenek az áttétképző daganatos sejtek tipikus jellemvonásai. A leányklónok epigenetikai különbségei nem egyenlően oszlanak meg a teljes tumorgenomban. A legtöbb esetben olyan területeken található, melyek prosztata-specifikusak. Ilyenek a „génkifejeződést fokozók”, melyeket az androgén férfi nemi hormonok kötődéséért felelős receptorok szabályoznak. Mivel a metilációs mintázatok hatással vannak a génműködésre, várható, hogy a leányklónok nagy különbségeket mutatnak az androgén szignál kiváltotta folyamatokban. „A prosztatarák genetikai és epigenetikai evolúciója függetlenül zajlik, de ugyanarra az eredményre vezet” – magyarázza Clarissa Gerhäuser.

Mivel az egyedi leányklónok epigenetikai evolúciójának kimutatása kevésbé igényel összetett technológiát, a klinikai kezelések döntéshozatalához gyorsan és pontosan szolgáltat információkat a tumor állapotáról. Ahhoz tehát, hogy a klinikum maradéktalanul kihasználhassa az epigenetikai markerekben rejlő lehetőségeket, fontos, hogy a vizsgálatok mindazon génekre kiterjedjenek, amelyeknek igazoltan funkcionális szerepük van a prosztatatumor képződésében és fejlődésben.

A prosztatarák kórjósolatának előrejelzése a jövőben feltehetőleg sokkal inkább a molekuláris változások figyelembevételén, mintsem a klinikai jellemzők további pontosításán múlik majd.

Mindenesetre, a tumoron belüli genetikai és epigenetikai variabilitás jobb megértése lehet az alap ahhoz, amelyre a diagnosztika felépülhet és segítheti a kezelések kimenetelének kedvezőbb alakulását.

A cikk forrása: <http://www.dkfz.de/en/presse/pressemitteilungen/2014/dkfz-pm-14-39-neocanceromanyotumors.php>



Carlo Rubbia és a CERN



Carlo Rubbia 1984-ben *Simon van der Meer* holland fizikussal megosztva elnyerte a fizikai Nobel díjat „*döntő hozzájárulásukért ahhoz a nagy projekthez, amely a W és Z részecskék, a gyenge kölcsönhatás közvetítőinek, felfedezéséhez vezetett.*” Az olasz fizikussal Staar Gyula készített interjú lapunkban, amelynek a címe Rubbia szavait idézve „*Megvártam, amíg elszáll a Nobel-díj füstje*” volt.

Most ünneplik a genfi CERN megalapításának 60. évfordulóját, és ez a nevezetes dátum egybeesik Carlo Rubbia 80. születésnapjával. A kettős évforduló alkalmából Paola Catapano a CERN Courier-ban interjú készített a neves kutatóval. Az alábbiakban ebből idézünk.

A neves fizikus bemutatása a következő sorokkal történik: „*Azzal, hogy 1961 óta a CERN a tudományos otthona, Carlo Rubbia egyedülálló helyet foglal el a szervezetben. Mint egyike annak a három Nobel-díjasnak, aki a díjat a laboratóriumban végzett munkájával nyerte el, 1989 és 1991 között főigazgatója is volt – azokban a kulcsfontosságú években, amikor az LHC (Large Hadron Collider) alapját előkészítették. Rubbia hírneve, a CERN-ben és nagyvilágban egyaránt, szorosan kapcsolódik az 1980-as évek elején végzett munkájához, amikor a Szuper Proton Szinkrotron (SPS) átalakítása a proton-antiproton ütköztetővé a W és Z bozonok felfedezéséhez vezetett.*”

Jöjjenek a különösen érdekes részletek.

– *2012. július 4-én, amikor a CERN bejelentette a világnak egy „új bozon” felfedezését 30 évvel a W és Z bozonok felfedezése után, Rubbia reakciója lelkes volt, mint mindig.*

– Nem kérdéses, hogy ez az eredmény figyelemreméltó. Hogy 125 GeV energiánál – a tömegek nyelvén 150 protonnál – rendkívül keskeny, kevesebb mint 1% szélességű nyalábot használjanak két független kísérletnél amelyek ugyanazt a tömeget mérték, nagyon, nagyon kis hibával ... nos ez fantasztikus kísérleti eredmény! Ez nem történik minden nap. Az utolsó ilyen eset, amennyire ét tudom, amikor mi felfedeztük a W és Z részecskéket a CERN-ben a és a top kvarkot a Fermilabban. A természet alapvető erőinek megértésében fontos mérföldkő előtt állunk.

– *Hogyan látja a CERN, valamint a fizika jövőjét?*

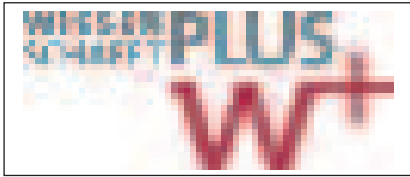
– Az LHC óriási változást hozott a CERN-be, és ettől kezdve a világ többi részével való együttműködés, nem európai országokkal, mint az USA és Japán ma már inkább együttműködés mint versengés. Az LHC átalakította a CERN-t egy európai laboratóriumból a kutatási terület fő laboratóriumává az egész világban. Azonban ennek is megvannak a hátrányai, mivel a versengésnek is megvan a haszna. Ha csak egyetlen világ-laboratórium vizsgál egy bizonyos dolgot, az kockázatos. Ha csupán egyetlen módon lehet egy bizonyos dolgot csinálni, akkor nincs alternatíva, ha csak azok nem belülről jönnek. De a belső alternatívák bonyodalmat okoznak, mivel a folyamatosság érzése felülkerekedik az innováción. Szerencsére egész kísérleti programunk van, a nagy pontosságú kísérletek végrehajtásának minden eleme jelen van, mi pedig egy új oldalt nyitunk meg.

Nem tudom, mi lesz a következő oldal és jobban szeretném, ha a Természet döntene el, hogy mi, fizikusok mit találunk a következőkben. Egy azonban világos: mivel az Univerzum 96%-a még felderítésre vár, rendkívüli helyzettel állunk szemben és kíváncsi vagyok, hogy egy fiatal, aki ma fizikát akar tanulni és megtudja, hogy az Univerzum tömegének és energiájának 96%-át még meg kell érteni, izgalmasnak fogja-e találni. Nyilván olyan izgatottnak kellene lenniük, mint nekem, amikor az elemi részecskékről beszéltek nekem. Az innovatív tudás, a meglepetés hatása ma is létezik és nagyon erős lesz, feltéve, hogy lesznek emberek, akik képesek ezt érezni.

– *A CERN hamarosan új főigazgatót fog választani. Ha lehetősége lenne ezt az állást ismét elfoglalni, mi lenne a terve a laboratóriummal?*

– Mindig azt mondtam, hogy a CERN-ben a fizikának „szélessávnak” kell lennie. Nem lehet „keskenysávnak”. Az SPS átalakítása proton-proton ütköztetővé nem volt része a programnak, de megvolt a szabadságunk és a rugalmasságunk ahhoz, hogy végrehajtsuk. Felépítettük az LHC-t, míg a LEP még működőképes volt – ez a szélessávu politika. Az a gond, hogy soha nem tudjuk, honnan jön a következő felfedezés! A mi szakterületünk meglepetésekből áll, és csak egy szélessávu fizikai program tudja garantálni a CERN jövőjét.

(BENCZE GYULA összeállítása)



(2014. július)

FAGYVÉDELEM A VÉRZEN

Hogy vészeli át a telet az állatok? Hogyan képesek télen elviselni, túlélni életük, mint például a sarkvidék, vagy a sarki tengerek fagyos hőmérsékletét? Amelyikük a hideg évszakot nem alussza át, vagy melegebb éghajlatra költözéssel nem tudja elkerülni viszontagságos körülményeit, annak egyéb túlélő stratégiát kell kitalálnia, hogy szembeszállhasson a hideggel.

A fecskék és a golyák délre költöznek, a mormoták átálusszák a telet és saját zsírétegüket élék fel. A szarvasok és őzek pedig egyszerűen csökkentett üzemmódban kapcsolnak, amikor a hideg évszakban alig jutnak eleséghez. Szívük lassabban ver, emésztőrendszerük összezsugorodik, testhőmérsékletük csökken. Ezzel az életani alkalmazkodással túlélnek a tél viszontagságait. Am minden menekülés, például erdei sétálók, vagy kutyák elől, rendkívül sok energiát tartalmazó felhasználására kerül, mert lelassult anyagcseréjükből legnagyobb teljesítménybe kell kapcsolniuk. Hazai vadaink megzavarása az erdőben ezért életveszélyes lehet.

A borzok ezzel szemben télen hibernálódnak, azaz nem alusszák végig a sötét hónapokat, hanem időnként elhagyják kotorékukat, aminek természetes fűtése van. Már ősszel növénymaradványokat cipelnek be, melynek rothadása során hő keletkezik, ami különösen a február végén világra jövő borzokölkyöket tartja melegen.

Teljesen másképp bánnak a kacsák a hideggel. Nekik hőcsérelőjük van. Vérük, miközben a lábuk felé halad, 40 °C-ról 6 °C-ra hűl le, így akadályozva meg, hogy lábuktól felolvadjon a jég, majd a kacsák teste visszafagyjon. A véredek, a vénák és az artériák olyan közel vannak egymáshoz, hogy a test belsejéből származó meleg vér újra felmelegíti a lábuktól visszafelé folyó hideg vért. Ezt az elrendezést ezért csodahálózatnak nevezik.

Sok állat télen „thermo alsóneműt” visel. Téli bundájuk alsó rétege szigetelő légpárnát képez. Az emlősök közt a legvastagabb bundája a vidrának van: 1 cm²-en 50 000 szőrszál található – ezzel a hideg vízben is vígan megél. A sarki rókának is tökéletes meleg bundája van, melynek 70%-a szigetelő alsó réteg, amivel akár mínusz 70 °C extrém hideggel is szembe

tud szállni. Rokonával, a vörös rókával ellentétben a tundrán lakó róka fülei kisebbek, farka és lábai rövidebbek. Ezzel alkalmazkodik a hideghez. Még mancsai is vastagon szőrösök.

Ugyanezen az élőhelyen élnek a rénszarvasok. Ez a szarvasfajta Észak-Skandináviában, Észak-Amerikában és Észak-Ázsiában, valamint Grönlandon és a Spitzbergákon honos, és nagy hordákban vonulnak a hegyekből a téli viszontagságok elől. Télen szinte kizárólag mohát, zuzmót és gombát esznek. A moha tartalmaz ugyanis egy kémiai anyagot, ami védi az állatok vérért a fagytól. A rénszarvasok vándorlásuk ideje alatt akár 5000 kilométert is megtesznek, patáik szétterpeszthetők, ami megkönnyíti a laza havon való járásukat. Amikor májusban, júniusban világra jönnek borjok, a sarki tundrán általában még nagyon hideg van. Am már az újszülötteknek is vannak levegővel töltött szőrszálai, amik szigetelik őket. Ezen kívül a rénszarvasborjaknak rendkívüli képességük van: testük hőtermelésének sebességét szükség esetén akár ötszörösére is képesek felgyorsítani.

Még északabbra élnek a jegesmedvék. Ők tökéletesen alkalmazkodtak az Északi-sarkvidék körüli fagyos hőmérséklethez. Bundájuk átlátszó és üreges szőrszálakból áll, így fel tudják fogni a nap melegét, majd azt bőrük alatt továbbvezetni.

A sarki róka, a rénszarvas és a jegesmedve esetében testük megfagyása halálos lenne, ez azonban a grönlandi medvelepke hernyójának semmit sem jelent. Akár 10 hónapos mélyfagyasztást is túléli. A hőmérséklet emelkedésével egyszerűen kiolvad és továbbbaraszol.

Fagyűrő rovarok, valamint az említett hernyó a testükben glicerint és szorbitolt termelnek. Mindkét alkohol védi a sejteket a fagyártalomtól.

A kanadai erdei béka harmada is megfagyhat anélkül, hogy károsodna. A kétélű egyszerűen tízszer annyi cukrot termel a vérében, mint nyáron, ami megakadályozza, hogy a sejtek jégkristályt képezzenek.

A halak között is vannak elképesztő képességű hidegspecialisták. Az antarktisi jégahalak (15 fajtából álló család) életteni különlegessége, hogy vérükben nincs vörös színanyag és vörösvérsejt, hígabb, mint más állatok vére, emiatt kevesebb energiát használnak fel a szív pumpáló tevékenysége során. Az oxigént csak oldva tudják vérükben szállítani. Vérük azonban tartalmaz egy fehérjét, amely fagyállóként funkcionál és a vérben lévő vízmolekulát úgy alakítja át, hogy annak jégkristályosodási pontját – ami a tengervíz sótartalma miatt egyébként is 0 fok alatt van – tovább csökkenti. Ez a ragadozó halnak már elegendő ahhoz, hogy az Antarktisz tengereinek mínusz 1,8 °C-os hideg vizében megéljen.



(2014. május 30.)

SIVATAGI KÍSÉRLETEK

Katarban egy zárt ipari város, Masaieed, csodálatos oázist rejt. Központja egy hatalmas üvegház, ahol főleg uborkát termesztnek. Ez azonban nem szokványos üvegház – a belsejében inkább hűvös van, kinn pedig rekkenő hőség. A létesítmény körül kis ágyások láthatók, ahol sivatagi növényeket termesztnek, és úgy néznek ki, mintha kartonszőnyegekkel lennének körülveve. Amint az ember bélép egy kartonfal szálarnyékába, a léghőmérséklet hirtelen lezuhan, mintha egy erős légkondicionáló elé állnánk. Az ágyások mellett tükrök sorozata látható, amelyek a sivatagi napsugárzást gyűjtik össze. Ami a telepen a legmeglepőbb, hogy nincs külső víz- vagy elektromosáram-ellátása, a növényeket kizárólag a napfény és tengeri víz felhasználásával hűtik és öntözik. Ezekben a kísérleti projektekben sokan az első lépését látják annak, hogy a tengerparthoz közeli sivatagi területeken több száz négyzetkilométer termékeny farmokká alakítsák át. A program vezetőjének, a norvég Joakim Haugének még nagyobb álmai vannak. Újra ki akarja zöldíteni, növényekkel betelepíteni a sivatagot, ha nem is az egészet, de legalább egy részét. És ez egyáltalán nem tűnik örültségnek. A program szíve az üvegház. Másutt a világban ezekben nagy értékű zöldségféléket és virágokat termesztnek. Az ellenőrzött környezetben jóval nagyobb terméshozamokat lehet elérni, mint a természetes közegben és nagyobb értékű lesz az áru is. Am ehhez sok víz kell, télen pedig fűtés is, úgyhogy ökológiai értelemben a legtöbb üvegház nem mondható éppen zöldnek. A katarai üvegház azonban teljesen más. Egyrészt, amíg a mérsékelt öviekben a meleg fenntartása a fontos, itt a sivatagban hűteni kell. Itt a párolgási hűtést alkalmazzák. Az üvegház bejáratánál egy méhsejt szerkezetű kartonlap áll az uralkodó északnyugati szelek irányába, ami a bejutó levegőt állandóan nedvesen és hűvösen tartja. Az értékes édesvizet egyáltalán nem használják, helyette sós tengervizet alkalmazzák a hűtéshez.

Mindennek meg is van az eredménye. Márciusban, amikor a külső hőmérséklet 30 fok körül van, odabenn csak 20-hoz közeli. Augusztusban, amikor kint 50 fokot mérnek, odabenn 30 fok alatt marad a hőmérséklet. A Szahara Erdő Projektet egy norvég magáncég üzemelteti, akárcsak magát az említett prototípust. Kevesen tudják, hogy ami ma élettelennek tűnő sivatag, az korábban, 10-

12 ezer évvel ezelőtt még növényzettel borított terület volt. Még a Római Birodalom idejében is Észak-Afrika a birodalom egyik legnagyobb élelmiszer-ellátója volt, ám éppen ennek következtében sósodtak el és merültek ki a talajok. A Szahara Erdő Projekt fő célkitűzése, hogy ezt a folyamatot visszafordítsa: azt használják, ami van a sivatagban, ami pedig nincs, azt oda kell vezetni. Ez pedig a tengervíz. A sivatagban megtermelt napenergia segítségével a tengervizet sótalanítani lehet, az keletkező édesvizet pedig fel lehet használni öntözésre, a hűtőberendezések és egyéb gépek működtetéséhez.

A tengervíz egy részét közvetlenül olyan tartályokba, medencékbe vezetik, ahol tengeri algákat tenyésztnek. Ezek az algák nagyon sokféle célra felhasználhatók, a gyógy-

szergyártásban éppúgy, mint az állatok, köztük halak etetésére. A tengervíz azonban öntözésre is alkalmazható; helyben élő sótűrő növények vízellátására. A maradék sós víz (10–15 százalékos sótartalommal) alkalmazható az említett kartonlapok nedvesítésére, melyek a hűtést szolgálják. A hosszú távú célok között nemcsak üvegházi növények termesztése szerepel, hanem fák telepítése is. A 30 százalék körüli sótartalmú tengervízből sót lehet kinyerni párologtató medencékben. Az említett eljárások egyike sem új, viszont itt alkalmazzák először valamennyit, integráltan. A tengervízzel „működő” üvegház egy brit feltaláló, Charlie Paton bő két évtizeddel ezelőtt megfogant ötletén alapul. Paton több kísérleti üvegházzal is próbálkozott, először Tenerife szigetén 1992-től,

aztán Ománban, 2004-től, ami még most is működik. Paton cége Dél-Ausztráliában is próbálkozott a tengervizes módszerrel – paradicsomot termesztenek, amit Adelaide-ben adnak el.

Az eljárásnak azonban megvan az ára. A katarai projekt mintegy 6 millió dollárból valósult meg, ami azt jelenti, hogy egy darab megtermesztett uborka előállítása körülbelül egy dollárba kerül. Katarban a piacokon ennek az ötödéért árulják az uborkát. Mindez persze, csak a kísérleti projektre vonatkozik, ahol kis területen próbálkoznak. A Szahara Erdő Projekt rövidesen újabb kísérletbe kezd egy másik súlyos vízhiánnyal küszködő országban, Jordániában, a Vörös-tenger szomszédságában, hússzor akkora területen, mint Katarban.

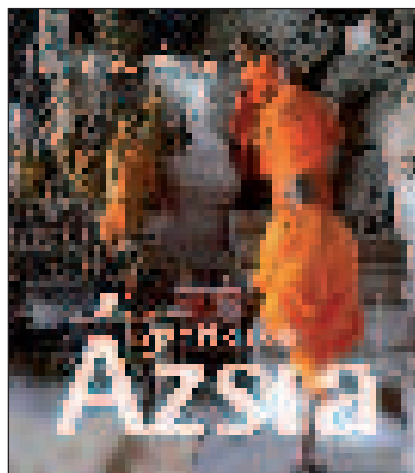
KÖNYVSZEMLE

EGZOTIKUS ÁZSIA

Juhász Árpád geológus idén nyáron megjelent könyvében felejtethetetlen utazásra invitál térben és időben Földünk legnagyobb területű és népességű kontinensére. Fél évszázados ázsiai utazásaiából és tapasztalataiból a számára legkedvesebb élményeket válogatta össze, saját fényképfelvételeivel gazdagítva. A természeti és kulturális örökség terén rendkívül változatos kontinens számos országába kalauzol el, melyekről a könyv végén található térkép ad egyszerű és gyors áttekintést. A közel háromszáz oldalas összefoglaló mű első sorban az ismeretterjesztést szolgálja, de találhatunk benne néhány érdekes csemegét a szakmabeliek is. A szerző a hazai tudományos élet kiemelkedő személyisége, e könyvének előzménye tizenkét részes, hasonló című filmsorozata volt.

Egyrészt talán a személyes élményeken keresztül, képszerű leírások adják meg a választ arra, hogy mitől igazán különbözik e mű az általános útikönyvektől. A szerző közvetlen hangnemben és olvasmányos stílusban hozza közelebb az olvasót a bemutatott, valóban egzotikus helyszínekhez, melyeket sokszor tanulságos történetekkel és finom humorral társít. Egyszerű és lényegre törő magyarázatokkal ismerteti a bemutatott természeti képződmények keletkezését, illetve társadalmi szokások, jelenségek történelmi hátterét, jelentőségét. Másrészt fontos kiemelni, hogy a kötet Ázsia természeti értékeit és kulturális hagyományait zárja időkapuszalába, melyek a dinamikus változások és a gyors társadalmi-gazdasági modernizáció következtében egyre inkább teret veszítenek. A globális problémák helyi megnyilvánulásait jó néhány esettanulmányon keresztül ismerhetjük

meg. A klímaváltozás hatásait például a Kirgizisztánban található Aszan-Uszen gleccser gyors visszahúzódásán, vagy a tengerszint emelkedése által fenyegetett Maldív-szigetek példáján szemlélteti a szerző. A társadalmi problémákról, mint a túlnépesedés, az előtérbe helyezett növekvő gazdasági érdekek, illetve a felelőtlen tájhasznosítás kapcsán szintén olvashatunk konkrét esetekről. Pamukkale termálvizét például meggondolatlan mó-



don mezőgazdasági célokra is elvezették, melynek következtében a hófehér mésztufateraszok egy része kiszáradt. Szerencsére a „Gyapotvár” nagyobb része megmenekült, UNESCO világörökség lévén. Borneó erdőit azonban nem védik hasonló egyezmények, így az erdőirtás és a biodiverzitás csökkenése valószínűleg visszafordíthatatlan méreteket öltött. E változásokról a szerző sok esetben a helyszínekre pár évvel, évtizeddel később történő személyes visszatérésekor győződhetett meg.

Mindemellett a műben megismerhetünk nehezen megközelíthető helyszíneket, mint például Észak-Korea, melynek bemutatása egy 1986-os utazásból különösen tanulságos és érdekes. Mélyebb és közelebbi bepillantást tesz lehetővé abba, hogy mitől is olyan egyedülálló ez az ország politikai berendezkedéséből adódóan. Megtudhatjuk például, hogy Phenjan, a főváros utcái igencsak kihaltak, alig láthatunk járókelőket vagy autókat. A külföldi turistákat elegáns hotelekben szállásolják el, sokfogásos étkezésekkel, az országban azonban óriási a szegénység. Bepillantást nyerhetünk az ottani emberek mentalitásába, a gyerekek célirányos nevelésébe. Emellett Észak-Korea természeti képének egy-egy csodálatos részletét is megismerhetjük.

A könyv nyomdai kivitelezését illetően meglehetősen elnyitelennek mondható a főlöleslegesen nagy négyzet alakú formátum és a kemény borító, amely nehezé teszi a kiadványt. A szöveg nagy része narancssárga vagy piros alapon fehér színű, amely jelentős festékpazarlás, és rontja az olvasás élményét. Ha már ennyi szó esik a környezeti fenntarthatóságról és a természeti értékek megőrzéséről a könyvben, erre a grafikai tervezés is tekintettel lehetne.

Mindezek ellenére a kötet egy utazás megtervezésének ideális alapjául szolgálhat a bemutatott országok bármelyikébe, de pusztán elolvasva is kicsit úgy érezhetjük, mintha ott jártunk volna. A könyvet kortól függetlenül mindenkinek ajánlom, aki érdeklődő és nyitott más kultúrák megismerése felé, illetve fontosnak tartja látókörének szélesítését. (Juhász Árpád: *Egzotikus Ázsia, Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó, Budapest, 2014*)

DÜRR MIKLÓS JÁNOS

EGYETEMEK, RANGSOROK

A tudás rangot ad

BENCZE GYULA

Az egyetemek társadalmi szerepe minden országban kiemelkedő fontosságú, hiszen a társadalom fejlődésének alapja a megszerzett, ill. rendelkezésre álló tudás. Az országok szinte kivétel nélkül arra törekednek, hogy felsőoktatásuk, ill. egyetemeik szakmai színvonala minél magasabb legyen. Ezért is merült fel az igény arra, hogy az egyetemek szakmai színvonalát illetően egy lehetőség szerint objektív rangsort lehessen kialakítani közöttük. Ez azonban nem triviális feladat, tudományos megalapozás is szükséges, és számos más szempontot is figyelembe kell venni [1].

Több nagy szervezet is foglalkozik ilyen rangsorok összeállításával, amelyek évente adják közre a kutatásaik alapján összeállított rangsort. Ilyen a Center for World University Rankings (CWUR), amely a világ legjobb ezer egyetemének rangsorát nyolc objektív és tartalmas (és megfelelően súlyozott) indikátora alapján készíti el. [2]. Ezek az indikátorok a következők (zárorjeltben a súlyozás, amellyel ezt az indikátorértéket figyelembe veszik):

1. **Az oktatás színvonala (25%)**, amelyet az egyetemet végzett hallgatók által elnyert különböző szakmai díjak és kitüntetések száma határoz meg, az egyetem létszámával normálva.



Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar

2. **A végzett hallgatók karrierjének alakulása (25%)**, amely figyelembe veszi a végzett hallgatók számát, akik az ország tekintélyes nagyvállalatainak vezető beosztás



Semmelweis Egyetem

táshoz jutottak, az egyetem létszámával normálva.

3. **Az oktatók szakmai színvonala (25%)**: azon oktatók száma, akik nagy presztízsű, tekintélyes szakmai díjban, kitüntetésben, éremben részesültek.

4. **Publikációk (5%)**: a kutatási eredményekről tekintélyes szakmai folyóiratokban megjelent cikkek száma.

5. **A publikációk hatása (5%)**: azon cikkek száma, amelyek a legbefolyásosabb szakmai fórumokon jelentek meg.

6. **A publikációk idézettsége (5%)**: azon cikkek száma, amelyeket a szakirodalomban kiemelkedetten idéznek.

7. **Összegzett impakt (5%)**: mértéke az egyetem Hirsch-indexe.

8. **Szabadalmak (5%)**: mértékük a nemzetközi szabadalmi bejelentések száma.

Hasonló rangsort készít 2003 óta évente a sanghaji Jiao Tong University *Academic Ranking of World Universities* (ARWU) szervezete, amely nagyjából hasonló kritériumok alapján jut el a rangsorhoz [3]. Létezik még egy további rangsor is, amelyet a Leideni Egyetem *Centre for Science and Technology Studies* (CWTS) szervezetének kutatói készítik [4].

Magyarországon jelenleg 26 egyetem működik [5], amelyek szakmai színvonalát illetően érdemes megtekinteni a három nagy nemzetközi szervezet 2014. évi rangsorát.

A szaúd-arábiai CWUR által készített, a világ legjobb 1000 egyetemének rangsorában 6 hazai egyetem szerepel, az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) a 371., a Semmelweis Egyetem (SOTE) az 598., a Debreceni Egyetem (DE) a 673., a Szegedi Tudományegyetem a 712., a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) a 811., a Pécsi Tudományegyetem (PTE)



Debreceni Egyetem

pedig a 862. helyen. Ugyanezen felmérésben a legjobb 500 európai egyetem rangsorában a helyezések a következők: ELTE – 155, SOTE – 247, DE – 274, SZTE – 295, BME – 333, PTE – 350. Ebből a nemzetközi felmérésből egyértelműen adódik, hogy a hazai egyetemek szakmai rangsora a következő:

1. ELTE
2. Semmelweis Egyetem
3. Debreceni Egyetem
4. Szegedi Tudományegyetem
5. BME
6. Pécsi Tudományegyetem.

Az érdekesség kedvéért érdemes megvizsgálni, hogy a szomszédos közép-európai országok hány egyeteme jutott be ebbe az ezres rangsorba. Nos, Ausztria 10, Lengyelország 8, Magyarország 6, Csehország 5 egyetemmel szerepel a rangsorban, míg Szlovákia, Horvátország, Szlovénia, Románia és Bulgária 1–1 egye-



Szegedi Tudományegyetem

teme van a listában, amiből az következethető, hogy ebben a régióban igen jó helyen állunk az egyetemek szakmai színvonalá terén.

Az ARWU szervezet 500-as listájára csak az ELTE és a Szegedi Tudományegyetem került fel rendre a rangsor 301–400. és a 401–500. helyén.

Biztatóbb volt a Leideni Egyetemen működő *Centre for Science and Technology Studies* (CWTS) felmérése, ahol a legjobb 750 egyetem rangsorában az ELTE



Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

az 540., a SOTE az 541., a BME az 561., a DE pedig az 698. helyet foglalja el. A Pécsi Tudományegyetem nem került be itt a legjobb 750 közé. A magyar szakmai rangsor itt is azonosnak adódott, mint a CWUR listából adódó rangsor. A *Centre for Science and Technology Studies* felmérésénél az egyetemeket a hallgatók teljesítményének vizsgálata helyett elsősorban az oktatók kutatási tevékenysége, publikációik száma és idézettsége alapján rangsorolták, továbbá figyelembe vették, hogy a tudományos publikációk közül melyek tartoztak az adott szakterületen megjelent tanulmányok legtöbbször idézett tíz százalékhöz.

Némi csalódást okoz, hogy a hazai 26 egyetemből mindössze 6 egyetem szerepel a nemzetközi szakmai rangsorban, aminek az oka nem teljesen világos.

Létezik azonban egy hazai szakmai rangsor is [7], amelyet az Emberi Erőforrások Minisztériuma, az Oktatási Hivatal és az Educatio Nonprofit Kft. a Felvi-rangsorok módszertani alapjául szolgáló UnivPress rangsorok gondozója készített:

1. ELTE
2. Budapesti Corvinus Egyetem
3. Szegedi Tudományegyetem
4. Pécsi Tudományegyetem
5. Pázmány Péter Katolikus Egyetem
6. Semmelweis Egyetem
7. Károli Gáspár Református Egyetem
8. Debreceni Egyetem
9. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
10. Pannon Egyetem.

Az egyetemeink hazai és nemzetközi rangsorát összevetve meglehetősen jó eredmény adódik. A hazai toplistán szereplő több egyetem nemzetközi szinten nem értékelhető, ennek ellenére megelőző több igen jó helyezést elért nemzetközi tekintéllyel bíró hazai tudományos műhely! Az is elgondolkodtató, hogy a hazai egyetemek többségéről nem vesznek tudomást a nagy nemzetközi rangsoroló szervezetek!

A világ egyetemeinek rangsorában az első tíz helyet amerikai és brit egyetemek foglalják el, 2003 óta a Harvard Egyetem az első. Ebben az évben a második és a harmadik a szintén nagy hírű Stanford Egyetem és a Massachusetts Institute of Technology (MIT). Úgy tűnik, hogy az amerikai és brit egyetemek változatlanul kiemelkedő teljesítményt nyújtanak a világban és az egyes országokban lezajló, globális vagy regionális gazdasági, politikai és szervezeti változások ellenére.

Nálunk azonban napjainkban egyre több szó esik arról, hogy szükség van a hazai felsőfokú oktatás korszerűsítésére, kancellárok kinevezésével, egyetemek összevonásával (megszüntetésével?), új képzési módok (pl. juhász) bevezetésével stb. Nem világos azonban, hogy a nagy nemzetközi rangsorok alkalmazott indikátoraiban hogyan fognak jelentkezni a magyar felsőoktatásban tervezett nem szokványos változások.



Pécsi Tudományegyetem

Irodalom

1. Szívós Mihály: *Egyetemek rangsorolása mint alapvetési téma a globalizáció, a nemzetköziesedés és az európai egységítés kontextusában*, Magyar Tudomány 2013/7, 837–852 old.
2. <http://cwur.org/>
3. <http://www.shanghai ranking.com/>
4. <http://www.leiden ranking.com/>
5. http://hu.wikipedia.org/wiki/Magyarországi_ egyetemek_ listája
6. <http://eduline.hu/felsooktatás/2014/8/18/ARWU/>
7. http://eduline.hu/felsooktatás/2013/11/26/felsooktatási_rangsora



Harvard Egyetem

Volt egyszer a Csillagászat Baráti Köre

Minden idők legnagyobb taglétszámú hazai csillagászati csoportosulása, a Csillagászat Baráti Köre, a CSBK volt. A TIT keretein belül működő szervezethez 2014-ben kettős évforduló kapcsolódik: 50 esztendője jött létre és 25 éve fejezte be működését.

A Csillagászat Baráti Köre létrehozását az 1963. szeptember 21–22-én Szentendrén megtartott Magyarország AmatőrCsillagászainak I. Országos Találkozásán határozták el. A rendezvényt a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, a TIT Csillagászati és Űrkutatási Választmánya és a település önkormányzata (akkori megnevezéssel: tanácsa) *Zerinváry Szilárd* tudományos szakíró és ismeretterjesztő halálának ötödik évfordulója alkalmából szervezte. Minden idők talán legismertebb és legfontosabb magyar csillagászati kötetének (*A távcső világa*, második kiadás) társszerzőjéről elnevezett emlékérmét is alapítottak azzal a céllal, hogy minden évben a legjobb munkát végző amatőrCsillagászt ezzel jutalmazzák.

A CSBK hivatalos megalakulása az 1964. augusztus 13–14-én immáron Magyar AmatőrCsillagászok II. Országos Találkozásának nevezett seregszemlén történt meg Miskolcon – Magyar AmatőrCsillagászok Baráti Köre néven. A CSBK a hazai amatőrCsillagászok, ismeretterjesztők és csillagászáttal beoltott laikusok önkéntes mozgalmává vált. Tagja lehetett bárki, aki érdeklődött az asztronómia iránt, a tagság formái pedig az évek alatt csiszolódtak. A rendes tagság feltételét az 1966-tól indult közkezdvelt földtudományi-csillagászati folyóirat, a *Föld és Ég* előfizetése jelentette. A pártoló tagok 1971-től az észlelői tájékoztató pro-



A Csillagászat Baráti Körének alakuló ülése Miskolcon (1964)



Kulin György

fillal (újra)indult társulati lapot, a *Meteor* is megkapták.

A CSBK a hazai amatőrmozgalomban részt vevők létszámának expanzióját jelentette: az 1970-es évek közepén a kiadott tagkönyvek sorszáma kis híján elérte a tizenöt ezret. A magyar amatőrCsillagászatot a megálmodó és fő szervező, *Kulin György* (pályafutása során harmadszor) „csúcsra járatta”. Az országos kép a következő volt ekkoriban: nagy műszerekkel felszerelt bemutató csillagvizsgálók, jól működő szakkörök sora és tükröket csiszoló, észlelő amatőrök ezrei országszerte.

A szentendrei, miskolci, győri és az 1966-os szegedi Országos Találkozót követően az eseményt a páros esztendőkből

rendezték meg. Ezek az alkalmak voltak a hazai mozgalom legfontosabb seregszemléi, melyeken a *Zerinváry Szilárd-emlékérem* 1963 és 1986 között összességében 18 alkalommal került kiosztásra. 1988-ban a korábbi társulati szakosztályi titkárról és kör vezetőjei tagról elnevezve *Róka Gedeon-emlékérmét* is alapították.

A Csillagászat Baráti Köre legfőbb döntéshozatali szerve az Országos Vezetőség volt, melyben a korszak amatőrmozgalmának legfontosabb személyiségei játszottak szerepet. A CSBK átszervezéseket és módosításokat is átélte. 1976-ig a tagnyilvántartást központilag intézték, majd ekkortól megyei szintre helyezték. A decentralizálást követően mindezt a TIT megyei Baráti Körű ügyintézői végezték, együtt dolgozva a társulati csillagászati szakosztályi vezetéssel.

A szervezet tagjait az *Uránia Csillagvizsgáló* mint a CSBK országos központja térképek és könyvek kiadásával-árusításával, továbbá egészen egyszerű és helyenként igényesebb optikai elemek gyártásával-árusításával segítette. A korszakra olyannyira jellemző házi távcső-építést szakmai tanácsokkal is segítették.

A rendszerváltozáshoz közeledve a CSBK az 1989. augusztus 17–20-án Salgótarjánban megtartott Magyar Amatőr Csillagvizsgálók I. Országos Találkozója részeként összehívott Csillagászat Baráti Köre rendkívüli találkozózn szűnt meg létezni – máig érezhető űrt hagyva maga után.

REZSABEK NÁNDOR



Róka Gedeon-emlékérem



CSBK tagkönyv

Csillagászat a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatban

A ki a csillagos ég rejtelméi iránt érdeklődik, vagy kérdései merülnek fel csillagászati jelenségekkel kapcsolatban, gyakran keresi fel a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat valamelyik szervezete. Munkatársaink készséggel nyújtanak segítséget. Elirányítják az érdeklődőt egy közeli csillagvizsgálóba, esetleg egy amatőr csillagászhoz, de a TIT-nek vannak saját csillagászati intézményei, és rendszeresen szervez csillagászati ismeretterjesztő előadásokat országsszerte.

A cikk terjedelme nem engedi meg, hogy minderről részletesen beszámoljunk, csupán a legjelentősebbeket vesszük sorra.

TIT Budapesti Planetárium

A planetárium-műszer a 23 méter átmérőjű teremben kupolájára varázsolja a csillagos égbolt megtévesztően valóságú látványát napszaktól és időjárástól függetlenül. Ez a szerkezet ráadásul speciális időgép is, tetszőleges időpont égboltját képes megmutatni,



ráadásul szabadon választott földrajzi helyre. A berendezés adottságait kihasználva számos műsorból választhatnak az érdeklődők korosztályuknak, aktuális tanulmányaiknak vagy érdeklődésüknek megfelelően.

A legkisebbek számára a *Süni és a csillagok*, valamint a *Nap családja* készült. A környezetismeret és földrajz tárgyakkal kapcsolódik az *Élet bolygója a Föld*, valamint a *Földről a csillagokig* című műsor. A gimnáziumi fizika csillagászat fejezetét a *Csillagtűzek* dolgozza fel. De nemcsak a tanulás, hanem tartalmas családi kikapcsolódás helyszíne is lehet a Planetárium. Egy *Bolygóközi társasjáték* során a Naprendszerrel járhatjuk végig, de távolabbi *Úrkalandozásokra* is vállalkozhatunk. Az *Üstököslátogatóban* járó Rosetta űrszonda legfrissebb eredményeiről is tájékozódhatunk. A teljes kupolára vetített műsorok kínálatát két térhatású mozifilm egészíti ki, a *Csodálatos Univerzum* a csillagászat, míg *A világűr meghódítása* az űrkutatás szerelmeseinek nyújt felejthetetlen él-

ményt. A műsorok között az épület kör-folyosóján elhelyezett állandó és időszaki kiállításokat tekinthetnek meg az érdeklődők. December végéig Francis László asztrofotói vannak kiállítva, de nem csupán a képek; minden felvételt részletel ismertetővel látott el az alkotó. A tárlat címe: A kozmosz kincsei.

Cím: Budapest X. ker. Népliget (Hell Miksa sétány)

Honlap: www.planetarium.hu

Tel.: 1 / 263-18-11

e-mail: planetarium@planetarium.hu

TIT Uránia Csillagvizsgáló (Budapest)

Ha a valódi égre vágyik, akkor érdemes egy csillagvizsgálót meglátogatni. A Budapesti Uránia 20 cm átmérőjű lencsés távcsövet a drezdai Gustav Heyde készítette Konkoly Thege Miklós ógyallai földbirtokos magán-csillagvizsgálója számára. Kalandos története után 1947-ben került jelenlegi helyére, a Sánc utcába. A hosszú fókusztávolság (303 cm) révén kifejezetten bolygók és holdkráterek megfigyelésére való műszer, de megfelelő szűrő felszerelésével a napfoltok észlelésére is alkalmassá tehető. A látogatók derült estén meglephetik az égbolt aktuális látványait, az előre bejelentkező csoportok pedig csillagászati előadást is kérhetnek a távcsöves bemutató előtt. Több előadóteremmel rendelkezik (a legnagyobbak 60 férőhelyesek), így számos alkalommal szolgált tudományos konferenciák, sajtótájékoztatók, fesztiválok helyszínül is.

Cím: 1016 Budapest, Sánc u. 3/b.

Honlap: www.urania-budapest.hu

Tel.: 1 / 386-9233

e-mail: urania@t-online.hu

Csillagászati Hónap (Esztergom)

Esztergomban 1963 óta tartanak őszi csillagászati TIT-előadás-sorozatot, az utóbbi években Csillagászati Hónap néven, a Magyar

Tábori életkép Mogyorósbányán



Tudomány Ünnepe rendezvénysorozata keretében.

A 4-5 előadás aktuális csillagászati, űrkutatási eseményekhez kötődik, de előfordulnak a kínálatban tudománytörténeti megemlékezések, expedíciós élménybeszámolók, és az amatőr csillagász észlelésekre buzdító módszertani kurzusok is. Kiemelt hangsúlyt kapnak a hazai kutatások, melyekről első kézből hallhatnak az érdeklődők. A sorozatot a TIT Komárom-Esztergom Megyei Egyesülete a helyi Regiomontanus Csillagászati Klubbal közösen szervezi.

Cím: 2500 Esztergom, Imaház utca 2/a.

Honlap: esztergom.mcse.hu

Tel.: 33 / 313-888

e-mail: esztergom@mcse.hu

Hajmási József-előadás-sorozat (Székesfehérvár)

A Székesfehérvári amatőr csillagász mozgalom legendás alakja, a Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló megalapítója volt Hajmási József. Az ő emléket őrzi a havi rendszerességgel megrendezett előadás-sorozat. A csillagászat és az űrkutatás legújabb eredményeiről tájékozódhatnak itt az érdeklődők. A



Szakmai találkozó résztvevői a székesfehérvári kupolában

TIT Fejér Megyei Egyesülete a Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló üzemeltetésében, illetve az ottani programok szervezésében is részt vesz.

Cím: 8000 Székesfehérvár, III. Béla király tér 1. I. emelet

Honlap: <http://telapo.datatrans.hu>

Tel.: +36(22)311-438

e-mail: tifejer@gmail.com

TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgáló (Szolnok)

A „szolnoki toronyház” legfelső emeletén működik a csillagvizsgáló. Itt több, különböző típusú és méretű távcsövel kémlelhetik az eget az érdeklődők, minden je-



Holdészleléshez készülődő amatőrcsillagászok a szolnoki toronyház tetején

lenséghez az optimális műszert választva. A távcsöves bemutatáson kívül előadásokat, filmvetítéseket is tartanak, a leglelkesebbek bekapcsolódhatnak a Kopernikusz-kör munkájába, ahol az amatőrcsillagászok közös észlelési programokon vesznek részt és megosztják egymással tapasztalataikat.

Cím: 5000 Szolnok, Jubileum tér 5. 23. emelet.

Honlap: www.tit-szolnok.hu

Tel.: 30 / 965-91-17

e-mail: tit-iroda@tit-szolnok.hu

Ég és Föld vonzásában – a természet titkai (Szombathely)

A Vas Megyei Tudományos Ismeretterjesztő Egyesület egy konzorcium tagjaként az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium és Multidiszciplináris Kutatóközpontjával, valamint az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközponttal közösen nem kisebb feladatra vállalkozott, mint a Nyugat-dunántúli és Észak-magyarországi régiókban egy TÁMOP-pályázat keretében a nevelés, köznevelés, oktatás és képzés valamennyi csatornáját és színterét érintve a természettudományos ismeretek népszerűsítését és a hazai tudományos eredmények bemutatását végzi két éven keresztül. A sokszínű programban találunk tudományos előadói körutakat, tanulmányi versenyeket, nyári pályorientációs táborokat, tudományos szakmai konferenciákat, de készülnek kiadványok, honlapok és interaktív oktatási anyagok is.

Cím: 9700 Szombathely, Kőszegi u. 2

Honlap: egesfold.vasitit.hu

Tel.: 94 / 509-500

e-mail: vasitit@t-online.hu

TIT Posztoczky Károly Csillagvizsgáló és Múzeum (Tata)

A Tatai Csillagvizsgálóban őrzik Posztoczky Károly egykori erdőtagyosi obszervatóriumának műszereit. De ez nem egy hagyományos múzeum, ahol cédulákkal ellátott tárgyakat vitrinekben tárják a nagyrédek elé. Itt leülhetünk Posztoczky íróasztalához, mérhetünk a kvadránsal és a Konkoly-féle meteoroszkóppal, derült idő esetén pedig a Reinfelder–Hertel-refraktórral végezhetünk észleléseket. Előzetes egyeztetést követően csoportok számára szí-

vesen tartanak ismeretterjesztő előadást is a csillagudában működő szakkör tagjai. Mindezt ingyen! – egy pályázati támogatásnak köszönhetően. A szakkör tagjai nemcsak a múzeum üzemeltetésében jeleskednek, hanem tevékenyen részt vettek annak létrehozásában is. Rendszeresen összegyűlnek, hogy megvitassák a csillagászat és az űrkutatás legújabb eseményeit, de a rokon tudományok határterületeit is ostromolják, ennek egyik bizonyítéka a múzeumban szintén megtekinthető, saját készítésű Wilson-féle diffúziós ködkamrájuk. Érdemes akár borult időben is meglátogatni az intézményt, mindig találunk számunkra tartalmas elfoglaltságot. Erre utal a múzeum szlogenje is: Csillagászat bármikor.

Cím: Tata, Eötvös J. u. 19.

Honlap: www.titkom.hu/tataicsillagda.html

Tel: 30 / 960-16-41

e-mail: tataicsillagda@gmail.com

TIT Komárom-Esztergom Megyei Egyesület Konkoly Thege Miklós Csillagászati Tagszervezete (Tatabánya)

A Konkoly Thege Miklós Csillagászati Tagszervezet 1992. február 1-jén alakult meg. Tagjai azóta vesznek részt a csillagászati ismeretterjesztésben Komárom-Esztergom megye különböző részein. Minden évben három alkalommal (tavasszal, nyáron és ősszel) szervezik meg a *Föld és Ég megfigyelőtábort* a Mogyorósbánya melletti Kő-hegyen, ahol a városi fényektől távolabb eső helyen kama-tozathatják a szakköri foglalkozásokon tanultakat az amatőrcsillagászok.

Kulin György Csillagászati Diákvetélkedő (Tatabánya)

A közoktatásból kezd kikopni a csillagászat. Míg sok más országban önálló tantárgyként oktatják, hazánkban a földrajz és a fizika tantervben csurran-cseppen egy-két leckényi belőle. Ezt a hiányosságot igyekszik pótolni a Bajai Csillagvizsgáló, a Gothard Asztrofizikai Observatórium, a Magyar Csillagászati Egyesület, a Szegedi Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Tanszéke, valamint a TIT Komárom-Esztergom Megyei Egyesülete, amikor két évente megrendezik a Kulin György Csillagászati Vetélkedőt. Az általános iskolások háromfős csapatokban, a középiskolások egyénileg mérhetik össze tudásukat. A döntő résztvevőit az interneten meghirdetett feladatok megoldásait beküldők közül választják ki. A hónapról hónapra megjelenő feladatok igen változatosak. Akadnak játékos rejtvények, könyvtári kutakodást vagy épp kreativitást igénylők is. A nagyobbak komoly tudományos fejtörőket kapnak. Az elméleti munkán túl minden fordulóban valódi csillagászati megfigyelést is kell végezni a versenyzőknek. A következő Kulin-vetélkedő kiírása 2015 szeptemberében várható.

Cím: 2800 Tatabánya, Kossuth L. u. 106.

Honlap: www.titkom.hu/konkoly.html

Tel.: 34 / 310-326

e-mail: megyetit@chello.hu



Módszertani gyakorlat a Kő-hegyi táborban

TIT Öveges József Ismeretterjesztő és Szakképző Egyesület (Zalaegerszeg)

Évről évre rendeznek csillagászati előadás-sorozatokat a helyi TIT egyesület munkatársai. Nemcsak Zalaegerszegen, hanem a megye más településein is. Az előadásokhoz – derült idő esetén mindig – távcsöves bemutató is jár. Saját rendezvényeiken kívül a Vega Csillagászati Egyesület ismeretterjesztő munkáját is támogatják, a VCSE tagjai pedig szívesen vállalkoznak előadás-ra a TIT rendezvényein.

Cím: 8900 Zalaegerszeg, Disz tér 7.

Honlap: <http://www.titzala.hu>

Tel.: 92 / 510-102

e-mail: titzala@t-online.hu

Számos egyéb országos, vagy éppen nemzetközi programba is bekapcsolódik a TIT ismeretterjesztő előadások szervezésével. Ezek témája sok esetben a csillagászat. Főleg az esti rendezvények kézenfekvő „velejárója” a távcsöves bemutatók szervezése. A *Múzeumok Éjszakáját* vagy a *Kutatók Éjszakáját* sokan már el sem tudják képzelni távcsövezés nélkül. Sok intézményben a *Magyar Tudomány Ünnepe* kapcsán tartanak rendezvényt a hazai eredmények bemutatására. A *Csillagászat Napja* vagy az *Űrhajózás Napja* pedig már nevében definiálja a megrendezendő előadás témáját.

Az alkalmi előadások helyéről és időpontjáról a helyi TIT Egyesületeknél tájékozódhatnak. (A TIT Szövetség tagyesületeinek listája a <http://www.titnet.hu/> tagyesuleteink oldalon megtalálható az interneten.)

Iskolák vagy más közösségek számára szívesen segítenek csillagászati programok, előadások, távcsöves bemutatók, rendhagyó definíciók megszervezésében a TIT csillagászati intézményei.

NYERGES GYULA

Ponori Thewrewk Aurél halálára

Ponori Thewrewk Aurél csillagász, kronológus, az elmúlt évtizedek egyik legjelentősebb hazai ismeretterjesztő szakírója 2014. október 8-án, 94. életévében elhunyt.

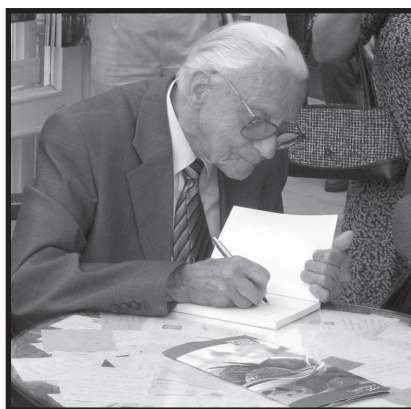
Családja a XIX. század elején Erdélyből, a Hunyad vármegyei Ponorról települt át Magyarországra. A kismemesi család neves tagjai közé tartozott a dédapa, Ponori Thewrewk József (1793–1870) író, régiséggyűjtő, az 1531-ben keletkezett Thewrewk-kódex felfedezője, aki Kazinczy Ferencsel együtt nyelvújítóként is tevékenykedett, továbbá a nagyapa, Török Aurél (1842–1912) orvos, antropológus, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja, valamint a nagyapa két fivére, Ponori Thewrewk Emil (1838–1917), a modern magyar klasszika-filológia megteremtője, a görög-latin költészet kimagasló műfordítója, és Ponori Thewrewk Árpád (1839–1903)



1937-ben távcsöves bemutatót tart Katalin unokahúgának a paloznaki házuk teraszán

főgimnáziumi tanár, irodalomtörténész és kritikus. Családnévükben a *Thewrewk* az erdélyi Ponori Pétertől származik, aki törökországi raboskodásából visszatérve sem hagyta el a török viseletet, és török nőt vett feleségül. Így ragadt rá a *török* név, de mivel akkoriban még nem használtak ékezetes betűket, ezért thewrewknek írták.

Ponori Thewrewk Aurél 1921. május 2-án született Budapesten. Már kisdíáként is érdeklődött a technika és a természettudományok, főként a fizika és a csillagászat iránt. Középiskolai tanulmányait a Budapesti Piarista Gimnáziumban kezdte, majd 1934-ben Nagykánizsára, az



ottani piarista gimnáziumba került bentlakásos tanulóként. Az 1939-ben tett érettségi vizsga után a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem (ma ELTE) Bölcsészeti Karán matematika-fizika szakon tanult tovább. Érdeklődése rendkívül szerteágazó volt, a csillagászaton kívül foglalkozott antropológiával, egyiptológiával és keleti nyelvekkel is. Tanárai közé tartozott a későbbi Nobel-díjas *Békésy György*, *Detre László*, *Fejér Lipót* és *Ortvay Rudolf*.

Ponori Thewrewk Aurél 1943-tól 1948-ig az Egyetem Csillagászati Tanszékén dolgozott gyakornokként. Jó tanulmányi eredményei miatt tandíjmentességet élvezett, de ezekben a nehéz időkben özvegy édesanyjával csak úgy tudott megélni, hogy diákokat korrepetált.

Tanári oklevelét 1944 szeptemberében, néhány héttel katonai behívója megérkezése előtt kapta meg. A Szálasi-rezsim hatalomra jutásakor megszökött alakulatától, de egy amnesztiarendelet következtében megmenekült a szökevényekre kirótt kivégzéstől. Még a világháború vége előtt amerikai fogságba esett. Hadifogságának történetét 2004-ben megjelent *Nyugatosok* című emlékiratában tette közzé – e művében szépírói erényei is megcsillannak. Mire 1946 májusában hazatért, lakását kisajátították, holmiját széthordták. Édesanyjával – aki a Budapestet ért légitámadások elől Paloznakra menekült – sem találkozhatott, mert ő 1946 februárjában meghalt.

A Csillagászati Intézet díjtalan gyakornoki állásából megélni nem lehetett. 1947-ben kapott tanári kinevezést egy iparitanuló-iskolában. Megnősült, házasságából két gyermeke született. Felesége előző házasságából származott gyermekét örökbe fogadva, három gyermek nevelésé-

ről kellett gondoskodniuk. Szakterületén nem talált állást, 1951-től a Geofizikai Mérőműszerek Gyárában dolgozott kutatómérnökként. A csillagászat iránti vonzalmá nem hagyott alább, az időközben megalakult Magyar Csillagászati Egyesületben (MCSE) tevékenykedett. E szervezet alelnöke volt 1949-ig, amikor az Egyesületet politikai okok miatt felszalták. A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat 1947-ben megnyílt Uránia Bemutató Csillagvizsgálójában ismeretterjesztőként tevékenykedett tovább. Az 1950-es évek végén csillagászati és űrkutatási szakkört indított, és csaknem két évtizedig vezette is azt.

1962-től a Tánácsics Könyvkiadó szerkesztőként alkalmazta. Ismeretterjesztő és szakipari kéziratokat gondozott. Ő indította el a *Mi világunk* című ismeretterjesztő könyvsorozatát. E munkája mellett 1963-ban a TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgáló igazgatóhelyettese lett. Ekkortól bontakozott ki igazán tuda-



A gimnazista Ponori Thewrewk Aurél

mánynépszerűsítő tevékenysége. A fővároson kívül szerte az országban sok előadást tartott, számos szakkikket publikált. Csaknem két évtizeden át tartott természettudományi témájú előadásokat a gyulai Eszperantó Nyári Egyetemen. Éveken át volt tagja a Magyar Eszperantó Szövetség elnökségének, továbbá a Hungara Vivo eszperantó folyóirat szerkesztőbizottságának, több külföldi eszperantó konferencián vett részt, és tartott előadást.

Kulin György nyugdíjazása után 1975-től a TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgáló igazgatói posztjára került, majd 1977-



Csillagászok találkozója 1963-ban, Szentendrén

ben az akkor megnyílt Budapesti Planetáriumnak is ő lett az igazgatója. Ez utóbbi intézmény az ország első és mindmáig egyetlen nagyplanetáriumaként meghatározó szerepet tölt be a hazai csillagászati ismeretterjesztésben. E tevékenységet Ponori Thewrewk Aurél alapozta meg. Bár 1981-ben nyugállományba vonult, de még 1998-ig vállalt planetáriumi előadásokat.

Főhivatású csillagász nem lehetett ugyan, de 1983-tól 1996-ig megbízott előadóként csillagásztörténeti kurzust tartott az ELTE Csillagászati Tanszéke felkészésére.

Amikor 1989-ben újjáalakult a Magyar Csillagászati Egyesület, Ponori Thewrewk Aurél lett annak elnöke. 2000-től azonban nem vállalta tovább az elnöki teendőket arra hivatkozva, hogy családjában a felmenői ilyen életkorban általában elhaláloztak. A tisztújító közgyűlésen az MCSE örökös tiszteletbeli elnökévé választották.

A sors kegyeltjeként, az elnöki tisztségben akkor én vehettem át a stafétabotot tőle, ráadásul az MCSE és a TIT által 2002-ben közösen alapított Kulin György-emlékérem első példányát Vizi E. Szilveszterrel, a TIT elnökével együtt én adhattam át neki a hazai amatőr csillagászati mozgalomban nyújtott tevékenységéért, ismeretterjesztő munkásságáért, életművéért – ami, mint utóbb kiderült, akkor még korántsem volt befejezett.

A személyes szálát tovább bontogatva, az 1960-as évek első felének emlékei idéződnek fel bennem: az urániás múltam és a fiatal Aurél bácsi, akinek a szakkörébe járva pallérozódott csillagászati tudásom, és az ismeretterjesztésben is tőle szerezhettem az első tapasztalatokat (és persze Kulin Györgytől). A hetente tartott szakköri foglalkozásokon látszott igazán, hogy Ponori Thewrewk Aurél a csillagászat valamennyi területén otthon volt.

Néhány évtized elteltével pedig „Aurél bácsi”-ről „Aurél”-ra váltottam a személyes megszólításkor: míg én korosodtam,

ő kortalan maradt, ahogy múlt az idő. Ezt nemcsak a fényképek tanúsítják, hanem mindaz a tudományos és szakírói tevékenység, amelyet Ponori Thewrewk Aurél lankadatlanságával végzett az utóbbi három évtizedben. Közel húsz

ismeretterjesztő könyvének többségét 1981-es nyugdíjazása után írta. Ekkortól bontakozott ki igazán csillagásztörténeti és kronológiai kutatói tevékenysége.

Első cikke 1942-ben jelent meg

(Az óegyiptomiak csillagászatáról a Csillagászati Lapokban), első könyvét a Gondolat Kiadó adta ki 1965-ben, Bibliai csodák címen. Csillagászati, kronológiai és bibliai vonatkozású tanulmányait, ismeretterjesztő írásait főként a Természet Világa (korábban Természettudományi Közlöny), a Fizikai Szemle és a Világosság hasábjain tette közzé. Munkája során feltárta a Bibliában említett csillagászati vonatkozásokat, történelmi események időpontját határozta meg az égbolton megfigyelt jelenségek bekövetkezésére alapozva. Foglalkozott a vallásos és a természettudományos világnézet közötti ellentét kérdéseivel is.

Családjának a klasszika-filológiához kötődő hagyományait követve feldolgozta Dante Isteni színjátékának csillagászati vonatkozásait. Az erről szóló könyve, a *Divina Astronomia* 2001-ben jelent meg az MCSE kiadásában.

Halálom és feltámadásom története

1945 kora tavaszán, a II. világháború vége előtt néhány héttel elestem – akkor dívó, eufemisztikus kifejezéssel: hősi halált haltam. Ennek igazolására két bizonyítékkal szolgálhatok.

1. Egy – általam nem ismert – katonabajtársam saját szemével látta, hogy a németországi Nauen mellett elestem. Erről híven beszámolt az akkor Németországban tartózkodó kedves hölgyismerősömnek. A kissé misztikus beállítottságú hölgyet mélyen megrázta a hír, és levélben fordult Magyarországon maradt nőtestvéréhez, aki nála is misztikusabb lelkületű lévén tagja volt egy budapesti spiritiszta körnek. Kérte őt, hogy kíséreljen meg engem a túlvilágról megidézni vagy megidéztetni, és erről számoljon be neki.

2. A következő spiritiszta szeánszon a médiumnak sikerült megidézni engem. Szellemem meg is jelent a kör tagjai előtt, sőt válaszolt is az általuk feltett kérdésekre. A nőtestvér azon melegebben lejegyezte szavaimat és elküldte Németországba. Kedves hölgyismerősöm rám ismert, mert a szeánszon olyan szófordulatokat és beszédmódot alkalmaztam, amelyekkel – szerinte – csak a legszűkebb baráti körömben éltem néha.

A hölgy aztán áttelepült Ausztráliába, és ott évtizedeken át élt abban a szent meggyőződésben, hogy egykori kedves ismerőse – ottani kifejezéssel élve – *dead as a dodo*, vagyis olyan halott, mint a rég kihalt dodo madár.

Jó 55 évvel a halálestet után, valaki mégis – joggal – első személyben írta le ezeket a sorokat. A szerzőt sokan ismerik, és nem tételezhető fel, hogy őt látva-hallva valamennyien és minden esetben vizuális és auditív érzéki csalódás áldozatai lennének. Ezért valószínű, hogy a dodo madárból valamikor fönix lett. Ennek rövid története a következő.

Kedves távolra szakadt hölgyismerősömnek, vagy két évtizeddel halálom után, Canberrában a kezébe jutott az Élet és Tudomány egyik száma, amelyben az egyiptomi piramisok csillagászati és geometriai sajátosságairól írtam. Képzeltető, hogy a szerző nevének megpillantása legalább oly mélyen megrázta, mint halálom szemtanújának húsz évvel ezelőtti jelentése. Nyomban írt az Élet és Tudomány szerkesztőségébe azzal a kérdéssel, hogy a cikk szerzője valóban azonos-e velem.

Hogy rövidre zárjam a történetet: nemsokára kezemen tartottam az egykori spiritiszta szeánsz után kelt levelet, megidézett szellemem ott elhangzott szavaival. Ráismertem saját magamra, de nem tudtam azonosulni az egykor megjelent alakkal. Ez a szellemtestvér nősült volna meg néhány év múlva? Ennek ellentmond az engem ma körülvevő népes, hús-vér leszármazottakból álló család.

Mellékesen: életemben nem jártam a németországi Nauenan.

Ennyit a szemtanúk jelentéseinek megbízhatóságáról és a spiritiszta szeánszokon elhangzottak valóságartalmáról.

PONORI THEWREWK AURÉL
(*A Természet Világa* 2001. januári számából)



Az Egyiptom '88 Expedíció előkészítik a mérésüket

Ezt követően átlagosan két évente látott napvilágot egy-egy újabb könyve, amelyek mindegyikét a Magyar Csillagászati Egyesület adta ki. Ezek közös jellemzői a monografikus igényű tárgyalás, a csillagászat és a kultúrtörténet ötvözése, továbbá az a tény, hogy a könyvek kéziratáért a szerző semmilyen tiszteletdíjban nem részesült. A művek megjelentetésével az volt Ponori Thewrewk Aurél fő célja, hogy közkinccsé tegye azt a hatalmas ismeretanyagot, amelyet gyermekkorától elsajátított, majd saját kutatásaival tovább bővített. *A Hajnali szép csillag* (2003) a Mária-mítoszok csillagászati vonatkozásait ismerteti (mintegy folytatva a *Csillagok a Bibliában* című 1993-as kötetét), *A Nap fia* (2007), *Az Ég Királynője* (2009), a *Bolygóistennő* (2011),



2008-ban Paloznak díszpolgárává választották. Könyveit felajánlotta a község könyvtárának

illetve a *Bolygókirály* (2013) pedig rendre a Nap, a Hold, a Vénusz és a Jupiter csillagászati és kultúrtörténeti szempontú ismertetése.

Ponori Thewrewk Aurél több könyvében népszerűsítette és ismertette a napórák szerkesztését. Ő maga is tervezett és készí-

Hogyan kapott Budapest planetáriumot?

(Részlet az első igazgatóval, Ponori Thewrewk Auréllal készített interjúból)

A TIT 1966-ban már megrendelhetett Jénából egy Universal-VI típusú projekciós nagyplanetárium műszert, amely a maga idejében igen korszerű volt. 1969-ben meg is érkeztek az alkatrészek, de a befogadó épületnek ekkorra még a terve sem készült el. A ládákat egy Pest környéki raktárban helyezték el. Az évek során egyszer megvizsgálták, ép-e még a berendezés. Az egyik ládát felbontották, s megállapították, hogy minden a legnagyobb rendben van. Később kiderült, ebben az egyetlen ládában oxidálódtak csak az alkatrészek, mert a többi légmentesen maradt lezárva.

Hova kerüljön a planetárium? Először a Margitszigetre gondoltak, aztán a Lágymányosra, de ott nem volt megfelelő az altalaj. Kulin György azt szerette volna, ha az Uránia Csillagvizsgáló közelében helyezik el, a Sánc utca túloldalán. Oda azonban víztározó épült. A Gellérthegy oldala alkalmasnak látszott, de azt mondták, túl sok kupola látszik már a pesti oldalról, ezért a planetárium kupolájának rejtve kell maradnia. A kijelölt helyről léggömböt bocsátottak fel, és megnézték, milyen magas lehet a kupola, hogy Pestről már ne látsszék. A mérések alapján a planetárium épületét 8 méterre kellett volna a felszín alá süllyeszteni – a Gellérthegy dolomitjába. Végül a Népligetet szemelték ki. Az épületet tervező mérnökök sajnos nem tanulmányozták kellő alaposan a külföldi példákat, és több fontos helyiséget utólag kellett pótolni. Nem volt például fotólabor, amely a diavetítések miatt szükséges, a később kijelölt helyiségben pedig nem volt vízvezeték. A planetárium műszerének kupolás egysége – a kiszolgáló és irodai szobákkal együtt – 1975-77-ben épült fel.

1975-től én is közreműködtem a munkálatokban, mert a TIT „kikért”: a Táncsics Könyvkiadóban voltam felelős szerkesztő, onnan kerültem az igazgatói méltóságba. Néhány munkatársamat én választottam, elsősorban Schalk Gyulát, aki Amerikában legalább négy nagy planetáriumot alaposan tanulmányozott. Csaba Györggyel és Taracsák Gáborral együtt négyen alkottuk meg és tartottuk később az előadásokat. A műszert a Zeiss szakemberei állították fel és szabályozták be a teremben. A 23 méter belső átmérőjű, csillagos égboltot képviselő kupolának nagyon érdekes felülete van. Ha egy ekkora, sima felületű félgömb alatt beszélünk, a visszhang miatt a közönség semmit sem értene. Ezért az óriási vetítőfelületet alkotó alumíniumlemezekre több millió lyukat fúrtak, mögöttük pedig arasznyi vastag üvegyapót paplant helyeztek el: így a hang nyolcvan százaléka elnyelődik.

A TIT-től 24 munkatársat kértem a planetárium működtetéséhez, és minden állást engedélyeztek! Népes legénységgel dolgoztunk, hiszen a planetárium 400 személyt fogadott be.

1977. augusztus 20-ára tűztük ki a megnyitót, de ezen a napon az állami és pártvezetők nem értek rá, így az ünnepélyes átadásra 17-én került sor. Egy 20 perces műsor keretében zenekísérettel bemutattam a legfontosabb jelenségeket. Előbb az alkony, aztán Budapest körpanorámája tűnt fel, s ahogy sötétedett, egymás után fényltek fel a csillagok. Még egy-egy hullócsillag is átszelte a lassan elforduló égboltot, amíg a reggeli szürkület el nem nyomta a csillagok fényét és föl nem kelt a Nap...

Az interjú készítette: SILBERER VERA

(A Természet Világa 2007. szeptemberi számából)



A Planetárium alapkövetésének ünnepségén



Nagyapja emléktáblájánál

tett napórakat. Az első, amit 1937-ben álmódott meg, Paloznokon látható, majd fél évszázad „kihagyás” után további nyolcat

tervezett, közte a leghíresebbet, amely a Budapesti Planetárium jobb oldali bejárata felett mutatja az időt.

1994-ben a Magyar Televízió portréfilmet készített Ponor Aurélról. Az akkor már több évtizedes ismeretségünk és szakmai kapcsolatunk okán én is bekerültem azok közé, akiket a filmben megkérdeztek róla. Akkor azt mondtam, és ezt a véleményt azóta is fenntartom, hogy engem leginkább az az alázat ragadott meg, amellyel Ponor Aurél a csillagászathoz, illetve tudományos és előadói tevékenységéhez viszonyul. A saját személye mindig a háttérben maradt.

Az égre már életében felkerült: egy magyar felfedezésű kisbolygó a Nemzetközi Csillagászati Unió erre hivatott bizottságának döntése alapján a 45300 Thewrewk nevet viseli.



Karácsonyi családi csoportkép

A Jupiterről szóló könyve megjelenése után többen biztattak, hogy várjuk a folytatást: hátravan még a Szaturnuszról szóló csillagászati-kultúrtörténeti könyv megírása. Ezzel a könyvvel azonban legnagyobb sajnálatunkra, immár örökre adósunk maradt.

SZABADOS LÁSZLÓ

Az MTA támogatja az iskolai tanulást segítő módszerek kutatását



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA TITKÁRSÁGA
KOMMUNIKÁCIÓS FŐOSZTÁLY

A tanórákon alkalmazott eredményes oktatási módszerek elemzésének és új eljárások fejlesztésének előkészítése céljából juthatnak támogatáshoz kutatócsoportok a most meghirdetett pályázaton. A pályázat bármely tudományághoz és tantárgycsoporthoz kapcsolódó szakértői közösség számára nyitott. A 2014-es pályázat nyertesei részletes kutatási koncepció kidolgozására kapnak támogatást, a kutatás megvalósításához szükséges forrásokat pedig egy következő pályázat keretében nyerhetik majd el.

Az iskolai tanórákon a tankönyvek, digitális tananyagok, természettudományos kísérletek mellett számos segédeszköz és a tudás átadásának különböző formái közül választhatnak a pedagógusok. A Magyar Tudományos Akadémia most meghirdetett pályázata egyaránt célozza a hazai pedagógiai hagyományok tudományos vizsgálatát és újabb módszertanok kidolgozását. Az MTA 2014. november 24-i beadási határidővel meghirdetett pályázatán kutatási koncepció kidolgozására nyerhető támogatás. A pályázat egy erre épülő, a nyertesek számára meghirdetett következő, hosszabb futamidejű szakmódszertani pályázat alapját képezi. A nyertes pályázók a most kiírt, nyílt jellegű pályázat keretében a kutatás koncepciójának kidolgozását, a személyi és tárgyi feltételek feltárását, a szükséges feladatok felmérését, valamint az újonnan kidolgozott szakmódszertani program hatástanulmányának elkészítését vállalják. A koncepció kidolgozását követő újabb pályázaton a szakmódszertan

tudományos megalapozását, helyzetfeltárását, valamint az interdiszciplináris dimenziók vizsgálatát szolgáló kutatások megvalósítására, illetve a kifejlesztett módszertani elképzelések gyakorlati alkalmazásának kidolgozására, segédletek (e-tananyag, vizuális eszköztár, tankönyvek, IKT-eszközök) összeállítására, továbbá hatékonyságuk és eredményességük kísérleti helyeken végzett ellenőrzésére nyerhetnek forrást a kutatócsoportok.

A pályázók lehetnek már létező vagy újonnan megalakuló, önállóan vagy konzorciális formában működő, egyetemi, illetve akadémiai kutatócsoportok, amelyek vezetője felsőoktatási intézményben vagy az MTA irányítása alatt álló kutatóközpont, kutatóintézet által foglalkoztatott, főállású oktató, illetve kutató. Elvárás a közoktatásban dolgozó pedagógus bevonása a kutatócsoport munkájába.

A most meghirdetett pályázati keret összege ötvenmillió forint, az egy pályázóra jutó támogatás nem haladja meg az ötmillió forintot.

Az elnyert támogatás a megvalósítandó projekt száz százalékát fedezi, a pályázóknak saját forrást nem szükséges biztosítaniuk.

A várható feladatok ütemezését, eszköz-igényét, személyi feltételeit, illetve a tervezett kutatási koncepció lehetséges hasznosításának módját ismertető pályázatokat az MTA elnöke által felkért kuratórium bírálja el 2014. december elején. A támogatást elnyert munkacsoport a szerződésben rögzített kutatási időszak lejártát követően koncepciót köteles benyújtani, amely alapjául szolgál a gyakorlati megvalósítást célzó majdani pályázatnak.

A pályázati kiírás és adatlap az mta.hu oldalon érhető el.

A pályázattal kapcsolatos további információk: Horányi Krisztina szakreferens, MTA Titkárság Kutatóintézeti Főosztály (tel.: 06-1-411-6105; e-mail: szakmodszertan@titkarsag.mta.hu)

Sajtóinformációk: MTA Titkárság Kommunikációs Főosztály (tel.: 06-1-411-6321, e-mail: sajto@titkarsag.mta.hu; www.mta.hu)

Kémiai diákolimpiák – 2014

Az idén a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát Vietnam rendezte július végén. A sorban negyvennyolcadik versenyen 75 nemzet 293 diákja vett részt, köztük – ahogy mindig – négy magyar is. Az idén immár harmadszor indulhatott magyar csapat a tavaszi Mengyelejev Diákolimpián is, ahova 16 országból 104 versenyző érkezett. Ennek sok bonyodalom után Moszkva adott helyszínt.

A két versenyre ugyanazon felkészítő és válogató sorozaton válogatják ki a diákokat az ELTE Kémiai Intézetének munkatársai. Mégis, az tulajdonképpen csak egybeesés, hogy mindkét versenyre ugyanaz a négy fiatalember jutott el az idén. A kémiából legjobb magyar középiskolások a késő tavasszal tartott kéthetes válogatóra tanulmányi versenyeredményeik alapján jutnak be évről évre. A moszkvai utazás jogát a négy diák még a tavalyi válogatón szerezte meg. Nekik Moszkvából visszatérve ismét sikerült bizonyítani, és bekerülni a Hanoi utazó csapatba. Az eredményeikre büszkéek lehetünk mindannyian:

Diák	Olimpiai érem	Mengyelejev-eredmény	Iskola	kémiatanár
Borsik Gábor	Ezüst	16. helyezett, ezüstérem	ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Villányi Attila
Angyal Péter	Ezüst	19. helyezett, ezüstérem	Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár	Takácsné Kovács Anikó
Forman Ferenc	Ezüst	31. helyezett, bronzérem	ELTE Radnóti Miklós Gimnázium	Berek László, Balázs Katalin
Sütő Péter	Bronz	28. helyezett, ezüstérem	Szent István Gimnázium, Budapest	Borbás Réka

A Mengyelejev Diákolimpia

A Mengyelejev Diákolimpia rendezésébe sajnos idén a politika is beleszólt. A szovjet versenyek folytatásaként rendezett megmérettetésre már szélesebb körből jönnek a résztvevők, de a helyszínek a volt köztársaságok között rotáltak mindig. Az idén Ukrajnán volt a sor, az előre kiűzött helyszín pedig a Krím-félsziget volt. A tél végére már látszott, hogy a konfliktus miatt változtatni kell, de Kijev, a következő jelölt sem lett a végleges megoldás. A résztvevő országok aggodalmai miatt a szakmai koordinációt végző Lomonoszov Egyetem Moszkva melletti üdülőjébe került át a verseny. A szokásosnál kevesebb ország tudott eljönni a szokatlan, május közepi időpontban, és sok mindenben kel-



A hanoi díjkiosztó után (Borsik Gábor, Sütő Péter, Villányi Attila, Magyarfalvi Gábor, Angyal Péter, Forman Ferenc, Torda Eszter – hanoi nagykövet)

lett rögtönözniük a rendezőknek, de szerencsére a diákok nem érezték ebből sokat.

Tartalmát tekintve ez a verseny mindig valamivel nagyobb kihívást jelent – felfogósabbak a feladatok. Az idén talán ez fokozottan igaz volt. Kísérő tanárként északa kellett magyarra fordítanom a példákat. Most volt köztük olyan is, amin

még akkor is törtem a fejem, amikor a diákok délután kijöttek a vizsgáról, és megkaptuk a hivatalos megoldást. A két elméleti versenynapon magyar vonatkozású feladatok is felbukkantak, köztük Winkler Lajos oldott oxigén meghatározása és a C-vitamin kémiája is. A gyakorlati fordulón vizsgált reakciók voltak mindazonáltal a legérdekesebbek. A színiket időről időre külső behatás nélkül ismétlődve megváltoztató reakcióelegyek ritkán kerülnek középiskolások kezébe. A végső eredménytáblán Románia csapata tarolt – tavaly is versenyző diákjaik

szerezték a legtöbb aranyéremet, de a mi érmeink (ezüstök és a legjobb bronzérem) miatt is büszkének kell lennünk.

A moszkvai utazás költségeit teljes mértékben fedezte a Richter Gedeon Nyrt. és az EGIS Nyrt. a Magyar Kémikusok Egyesülete közreműködésével, a versenynek pedig nincs részvételi díja. A „nagy” diákolimpián való részvételt, utazást és a felkészítést természetesen az oktatási kormányzat teljes mértékben biztosítja, akármilyen távolra is kell utazni.

Szerencsére a cégek támogatásából maradt a nehezen közbiszerezhető apróságokra (pl. csapatpóló) is.

Diákolimpia Hanoi

A vietnami verseny 10 napjából a diákok számára a két versenynap volt a fókuszban, de talán ők többet tapasztaltak az ország dinamikus fejlődéséből és egzotikumából a fennmaradó időben, mint a feladatokkal és javításokkal bíbelődő kísérőik. Mindkét csoport számára fontos a kapcsolatépítés, a barátságok építése; a tanárok és a diákok is osztanak meg egymással kémiafeladatokat, sőt egyre több tanár maga is volt olimpián (ahogy Magyarországon). Az olimpiákra már rég rálelték a világ csúcseyetemei is – sok érmes látja egymást pl. Cambridge-ben ismét, ha nem elsőévesként, akkor posztdoktorként.

A versenyt Vietnam szinte az igazi olimpiák rangján kezelte. Több miniszter, és a záró ünnepélyen a miniszterelnök is



Vörösmarty tér (Sütő Péter, Angyal Péter, Magyarfalvi Gábor, Borsik Gábor, Forman Ferenc)

megjelent, számtalan közreműködő segített mindenütt. A legnagyobb benyomást az keltette, és nyilván a legnagyobb költség az lehetett, hogy a Hanoi Tanárképző Egyetem kémiaépülete két vadonatúj emeletet kapott a versenyre, modern természettudományos laborokkal.

A verseny feladatainak elkészítésére is sok energiát fordítottak a vietnamiak, de sajnos sok tekintetben a tavalyi, moszkvai versenyt vették mintának. Éppúgy, ahogy az előző évben, nagyon sok volt a feladat, sem az elméleti, sem a gyakorlati fordulóra nem volt elegendő az öt órás idő. A legjobb versenyzők sem tudták bevégezni a munkát, még úgy sem, hogy a nemzetközi zsűri lerövidítette a feladatsorokat.

A legérdekesebb kérdés talán egy délkelet-ázsiai növényből kivont maláriael-

lenes hatóanyag, az artemizinin kémiajához és reakcióihoz kapcsolódott. Ez a vegyület felbukkant az elméletben is, és a laborban is dolgoztak vele. Minden diák annyi hatóanyagot kapott a munkához, ami a szabadpiacon negyedmillió forintot ért volna.

A legtöbb vitát kiváltó feladat viszont még az országok szokásos erőssorrendjét is felborította, elég sajnálatos módon. Utólag talán sejtjük, mi történhetett: az egyik gyakorlati feladat során egy reakció sebességét tanulmányozták a versenyzők, de ez erősebben függött a hőmérséklettől, mint ahogy azt a szervezők várták. Ezért előnybe kerültek az egyik – a melegebb – emeleten dolgozó diákok. Az oda beosztott országok (az angol ábécé végén) jobb mérési eredményeket kaptak. Mindez csak a díjki-

osztón derült ki, amikor már nem volt korrekt mód a probléma orvoslására. A szokásosan kiemelkedő országok: Kína, Korea, India helyett most Szingapúr, Ukrajna, Vietnam és az Egyesült Államok volt az élen. Az európai országok közül Románia, Lengyelország és Szlovákia szerepelt a magyar csapatnál jobban. Érmeink így is szépen csillognak, és a mezőny első nyegedében végeztünk.

A jövő évre ismét politikai feszültséggel teli vidékre készülnek a kémiai olimpiák. A Mengyelejev-versenyt Jerevánba, a diákolimpiát Bakuba tervezik. Reméljük, hogy Örményország és Azerbajdzsán feszült viszonyában ezek az olimpiák is békét hoznak, akár az ókorban.

MAGYARFALVI GÁBOR

XXIII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

Alternatív építészeti megoldások a szociális gondok megelőzésére Vajdaságban

FEHÉR KRISZTIÁN

Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta, Szerbia

Egy döntő pillanatban, amikor az ember eljutott egy bizonyos fejlettségi szintre, és a barlangok, valamint a hevenyészett kunyhók már nem nyújtottak elegendő biztonságot neki és a családjának, idővel, gyakorlatias lévén, tapasztalatával, kísérletek alapján, egyre fejlettebb otthonot kezdett építeni magának. Az emberi otthonnak, legyen az vasbeton alapú lakótömb, családi ház vagy egyszerű hétvégi nyaraló, bizonyos alapvető funkcionálisitást kell biztosítania (pl. hőellenállás, vízzárás, biztonság, otthonosság érzete).

Vajdaságban a „régiek” rendkívül tartós otthonokat tudtak építeni a természetben található anyagokból. A vályogházak funkcionálisitása nem kifogásolható, amennyiben betartják a szabályokat az építkezésnél. A Vajdaságban nagy számban található olyan házak, amelyeket tulajdonosa-

ik modernizálnak, felújítanak, lakhatóvá tesznek.

A mai világban nagyon gyakran a tékozlás és a vagyonszerzés „alapozza meg” az ember otthonát. Ezzel az ember nemcsak magától von meg bizonyos javakat, hanem a családjától, gyermekeitől is. Hosszú távon tekintve az ember által előidézett gondok, felmérhetetlen károkat okoznak a természetben, és azt hagyják örökölni leszármazottaiknak.

Írásom, alapjában véve, a régi és manapság csaknem elfelejtett építési módszerek újbóli felhasználása mellett foglal állást, továbbá a természetes anyagok használatának fontosságára mutat rá. Néhány évvel ezelőtt talán ne-



A szalmaház stabilitását faszervezet biztosítja

vetséges volt feltételezni, hogy egy család szívesen költözne agyagházba, vagy élvezné az életét préselt szalmabálák között. Ideje, hogy



A szalmaházak nagyon gyorsan felépíthetők



Vakolás

felismerjük a természetes építkezés fontosságát, és újonnan felfedezzük a régi tehetség és az igazságtalanul elhanyagolt természetes anyagok fontosságát, kifogásolhatatlanságát.

A szalmaházak története

A szalma használata régen igen elterjedt volt. Hőszigetelés céljából vert falú házak agyagjába keverve tartósabbá tették azt, és tetőfedésre, kunyhóépítésre is használták. A szalmát, mint természetes anyagot, még a kőkorszakban is hasznosították elődeink.

Szalmabálákból először a XIX. században kezdtek építkezni az Egyesült Államokban. Pontosabban a Nebraska állambeli fehér telepések gondban voltak a fahiány miatt, és ezért azokat az anyagokat voltak kénytelenek használni az építkezéshez, amelyekhez akkoriban hozzáfutottak. Abban az időben találták fel a szalmabálázó gépet is, így a bálák felhasználása lehetővé vált. A bálákat közvetlenül a fagerendák és tartóelemek közé helyezték be, és agyaggal, sárral betapasztva rendkívül egészséges otthonokat teremtettek maguknak. Ez a módszer később Nebraska-módszerként vált ismertté az építészetben. A legérdekesebb az, hogy nem egy akkoriban épült ház még a manapság is lakható, otthonként szolgál a XIX. századbeli telepések leszármazottainak.

Ez az építkezési módszer idővel fejlődött, egészen az 1940-es évekig, amikor a második világháború, valamint a rohamosan növekvő népességszám derékba törte a szalmabálaházak használatát. A hetvenes években, az építészeti kultúra következő robbanásában, ami a GO GREEN irányzatot célozta, a szalmabálaházak újból aktuálisá váltak. Nagy Britanniában, Yorkshire megyében, 1994-ben építették meg az első ilyen házat (Carol Atkinson által), ami a mai napig tartós és lakható. A szalmabálaházak pozitívumai ellenére a világban legfeljebb 1000 ilyen házat építettek fel. A csekély érdeklődést leginkább a nagy építőipari mágnások pénzéhségével, az építőanyagok rohamos fejlődésével, valamint az emberek hanyagságával és tudatlanságával lehet magyarázni.

Mi a szalmaház?

A szalmaház szalmabálákból készült épület. A stabilitását favázszerkezet biztosítja. A szalmabálát mint kitöltő anyagot használják, téglá, építkezési elemek (blokkok), Ytong blokkok, valamint további általánosan ismert anyagok helyett. Ezek szerint a szalma a falak alapvető alkotóeleme. A szalmaházak építése a természetet nem terheli, nem szennyezi. Magas hőtehetetlensége miatt a szalma kiváló szigetelést biztosít télen is, nyáron is. Szalmából építhetők önálló házak, valamint két- és háromszintes épületek – akár közösségi célok-



A vakolás második fázisa

ra is. Megfelelő technológia alkalmazásával élettartamuk azonos a hagyományos építési házakéval, sőt az idő igazolta, hogy akár tartósabbak is lehetnek. A szalmabálaházak környezetbarát épületek, rendkívül gazdaságos és gyors az építésük, könnyebben és olcsóbban fenntarthatók, mint a hagyományos épületek.

A szalmaházaknak kiváló épületfizikai tulajdonságai vannak. Hőszigetelő képességük kitűnő, fajlagos energiafogyasztásuk kevesebb, mint 50 kWh/m²/év, de a passzív házaknál szokásos technikai megoldásokkal ez 15 kWh/m²/év értékre is csökkenthető. Összehasonlításképpen: a jelenleg használatos hagyományos házaknál az energiafogyasztás 150–200 kWh/m²/év között mozog. A jó hőszigetelésnek köszönhetően egy 140 m² területű szalmaház teljes téli fűtésszámlája 250 euró körüli összegből fedezhető.

Az épületek nyáron nem igényelnek hűtést, s az év egésze során kellemes komfortérzést biztosítanak kiegyenlített páratartalommal, egyenletes felületi hőmérséklettel. A természetes anyagok használata pedig lehetővé teszi, hogy az épületben tartózkodóknak ne kelljen káros oldószereket belegelezniük. Az alacsony energiafogyasztás eredményeként a fenntartási költségeket hosszú távon is alacsonyan lehet tartani.

A szalmaház előnyös tulajdonságai:

- Alacsony energiafelhasználás (A, A+ minősítés).
- A levegő páratartalma természetes módon szabályozott, és mindig közelít az optimálishoz.
- Az épület nyáron nem igényel mesterséges hűtést.
- Jó hangszigetelő.
- A felhasznált természetes anyagoknak nincs károsanyag-kibocsátásuk.
- A felhasznált építőanyagok előállítására nagyrészt megújuló energiaforrásokat vesz igénybe.
- A használat során a szokásosnál kisebb a függőség a nagy energiaellátó rendszerektől.
- Más hagyományos építési módokkal azonos élettartama, ha a tervezés, kivitelezés és használatra vonatkozó előírásokat betartják.
- A visszamaradt anyagok megsemmisítése nem károsítja a környezetet.
- A megújuló, gyakran helyi anyagok alkalmazásával alacsony a beépített energia.
- A szalma és fa keletkezése – szemben más építőanyagokéval – nagy mennyiségű negatív CO₂-kibocsátással, azaz CO₂-elnyeléssel jár, így az átlagos szalmaház építése CO₂-semleges.
- A szalmaházak építésénél alapszámok használandók, nem igényel különleges gépezeteket vagy megoldásokat. A befejező munkálatoknál a piacon elterjedt földszperziós vízbázisú falfestékek, további nem irritáló vagy korrózió festékek, mázok és további anyagok használhatók.
- Ezeket az előnyöket akkor élvezheti a végfelhasználó, ha betartják az építésre, valamint a használatra

vonatkozó alapelőírásokat, miként a hagyományos házaknál is.

- A szalmabálaházakat könnyebb megtervezni, nagy szabadságot ad a tervezőknek, stílusban össze lehet kötni a múltat a modernizmussal.

Röviden a szalmaházak struktúrájáról

Tartószerkezet: Statikai számítások alapján a tervező kidolgozza a ház tartórendszerének projektjét. Az ún. létravázat váltott átlós mervítések erősítik. A falak kétsoros vázból állnak, ezek közé kerülnek a szalmabálák. A falak vastagsága a bálák méretétől függ, általában 45–50 cm a vastagsága. A szalma mint építőanyag nem terhelhető nagyobb mértékben, így a tartószerkezetnek kell megfelelnie ezen szükségletnek.

Tetőszerkezet: A legnagyobb gondot mindig az egyedi tervezésű tetőszerkezet és a falak összekötése jellemzi. A tervezése nagyon hasonlít a hagyományos házak tetőszerkezetére, viszont a csatlakozásokra nagyobb figyelmet kell szentelni. A tetőfedési anyagok lehetnek hagyományosak, pl. cserép, viszont könnyen alkalmazhatóak az OSB, valamint az amerikai típusú kátránypapír alapú tegola rendszerek is. Az utóbbi az alacsonyabb súlya miatt jobb megoldásnak bizonyul.

Falszerkezet: A bálázott szalmát a már említett tartószerkezet közé helyezve „téglaként” alkalmazzák. Kívül-belül agyag vagy hagyományos habarcs kerülhet rá, ügyelve, hogy a vastagsága legalább 50 mm legyen. Párazáró festést vagy burkolást nem lehet használni, mivel a szalmának szükséges a „légzés”, azaz nem szabad megengedni a páratartórádást. A cement/mész alapú habarcsnak meg kell felelnie a természetes agyag páraáteresztési fokának (sárgaföldnek is nevezik ezen agyagot, ami vert valamint vályogházak építésénél volt használatos).



Szalmából épülhetnek két- vagy többszintes házak is

A jól kiválasztott habarcsbevonat bizonyítottan úgy viselkedik, mint egy természetes páratartalom-kondicionáló – megteremti az ember jó közérzetéhez szükséges mikroklímát, azaz 50% körüli páratartalmat.

Az alappal, valamint a tetővel összekötő részekben jó szigetelés kell, ez az alapja a tartós otthonnak.

Tűzvédelem: A szalmaház ún. hármastűzvédelmi fokozatba tartozik. Ez azt jelenti, hogy az épület legalább 45 percen át ellenáll a tűznek, sérülés vagy füstszivárgás nélkül. A szalma könnyen éghető anyag, viszont a vakolatba burkolva éppen annyira biztonságos, mint a hagyományos építőanyagok. A biztonságot tovább lehet fokozni erősen hígított (2–3%-os) bórsav-

Termékjellemezők és mértékegységeik	Besorolás	Vizsgálati/értékelési mód
A falszerkezet tűzállósági határértéke	REI 45	MSZ 14800-1:1989
A falszerkezet tűzvédelmi osztálya	B	MSZ EN 13501-2:2008
A vakolóanyag tűzvédelmi osztálya	A2	MSZ EN 13501-1:2007
Födém tűzállósági határértéke	REI 30	MSZ 14800-1:1989
A födém szerkezet tűzvédelmi osztálya	B, C, D	MSZ EN 13501-2:2008

val, amit permetezéssel lehet a szalmabálákra juttatni, beépítés előtt. A bórsavval kapcsolatban ellentmondásosak a tények – egyesek egészségre káros anyagnak tartják, viszont kiterjedten alkalmazzák az ételmiszer-, vegyi, gyógyszer- és kozmetikai iparban is.

További információkat a szerkezet tűzvédelmi tulajdonságairól a magyar A-1/2008 számú ÉME és a hozzá tartozó Alkalmassági Vizsgálati Jegyzőkönyv adja meg (lásd táblázatunkat).

Egyebek: A szalma a faanyagokhoz hasonlóan igen ellenálló a rovarok okozta károknak, mivel csak néhány rovarfaj létezik, amely támadja. A szalma nem tartalmaz táplálékot számukra, továbbá a rágcsálók ritkán fészkelik be magukat a bálákba, mert kompakt természete révén kihívást jelent számukra.

A papír is ég, viszont nehezen lehet egy telefonkönyvet meggyújtani. Ez így van a szalmával is. Préselt közegekben a szalma nem annyira gyúlékony, mert nem léteznek függőleges csatornák, amelyek vezetnék a lángokat, hőt. Az egyetlen gondot az jelenti, ha a habarcs nem fedi a szalmaszálakat, mert akkor azok gyújtózsínorként viselkednek. A legjobb takarást a nyílások körül kell kivitelezni, ebben az esetben nagyon magas a tűzvédelmi szint.

A szalma hőtani jellemzői kifejezetten jók. A préselt szalmabálafalak képesek akkumulálni a hőt, valamint magas hőellenállási együtthatójuk. A monolitikus felépítés a titka a rendkívüli jellemzőknek.

A falak kötőhabarcs nélkül is megállják a helyüket, mivel a bálákat elemekként használják, és a szalmaszálak erős súrlódásos kötésben vannak egymással. Nem szükséges a párazáró réteg használata.

A kétoldalt habarccsal bevont szalmabálafal akár 240 kg/m² terhelést is elbír abban az esetben, ha nem használnak külön tartószerkezetet, amennyiben igen, akkor a terhelhetőség akár a 900 kg-ot is elérheti méterenként. Ebben az esetben középnehéz tetőszerkezet (hagyományos cseréptetővel) számolunk.

Kortárs példák: családi házak, kombinált építkezés, projektek

Különböző példák a modern, valamint a hagyományos típusú házak építéséről. A szalmabála-házak lehetnek földszintesek, de akár egy- vagy kétemeletesek is. A meghatározó tényező a statikailag jól kidolgozott tartószerkezet. Szalmabálaházakat bármilyen környezetben lehet építeni, trópusi, mediterrán vagy akár kontinentális, valamint skandináv környezetben is. A tartósság alapja a jó szigetelés és a páramentesítés.

Helyzet Vajdaságban

Vajdaságban az otthonteremtés, házépítés a legnehezebb korszakát éli. A világot rengető recesszió a lehető legsúlyosabban érintette a középosztályt, nem beszélve a szociális gondokkal küszködőkről. Az elmúlt 20–25 évben Vajdaságban nagy lendületet vett a régi vályog- és vert fálú házak bontása, részben azok állapota, részben az építőiparban megjelenő új trendek miatt. A lakosság banki hiteleket vett fel, földeket, telkeket adott el, hogy modern otthon teremtse, viszont igen kis százalékának sikerült a munkálatokat befejeznie.

Mi ennek az oka? Az okot nem csak a recesszióban kell keresni. A politikai gondok, a volt jugoszláv állam széthullása, kemény évek az embargó alatt – ez mind befolyásolta az anyagi hátteret. Mindezek mellett az emberekben is meg lehet találni a jelenlegi gondok gyökerét.

Rossz minőségű anyagok, magas árak, anyagok hiánya a piacon, rossz elképzelések, még rosszabb befektetések, céltudatlan és alaptalan megalománia („Dögölne meg a szomszéd tehene...”)

Jelenleg a vajdasági lakosság igen kis hányada mondhat magáénak saját otthonát, saját házat. Még akkor is, ha a telkek, házak árai az ingatlanpiacon rendkívül alacsonyak. (Bánátságban régi házakat, telkén épített ingatlanokat akár néhány ezer euróért is lehet vásárolni.) A panellakások nem épülnek akkora sebességgel, hogy biztosítani tudják a lakhatási igényeket. De még ha lenne is elegendő panellakás, vitatott lenne a lakosság készsége, lehetősége, hogy vásároljon.

A régi szállások, elhagyott tanyák, elhanyagolt vert falú házak nem jelentenek biztonságos otthont senkinek. Az építőanyagok ára magas, ha a jó minőségűekről beszélünk. Az olcsóbb anyagok használata egy ideig ellátja a kívánt feladatokat, viszont idővel további költséggel kell a háztartásoknak szembenézniük – és ezzel egy újabb ördögi kör kezdődik.

A lehetséges megoldás, amely viszonylag olcsón kínálja az otthonteremtés lehetőségét az elfeledett vagy elhanyagolt anyagokban lehet megtalálni: szalma, agyag (sárgaföld), kukoricaszár, fa, nád.

Amennyiben összegezzük a jelenleg kétes minőségű anyagok árát a természetben megtalálható, vagy éppen a szomszédságban rejlő szalmabálák árával – nagyon gyorsan egy viszonylag nem kiegyensúlyozott állapotot mérnénk fel. Ebben az esetben nem az ipari anyagok felé billenne a mérleg.

Következtetés

Pályázatom nem abban merül ki, hogy röviden bemutassa egy nem konvencionális építészeti módszert, vagy alternatív építészeti anyagok használatát. A lényeg az, hogy meg kell keresni, hogy megfelelő gon-

dolkodással és gondviseléssel a jelenlegi recessziós időszakban a rákényszerülők is tehetnek valamit életszínvonaluk javulásáért. Köztudott dolog, hogy a pénztelenség és a nyomor a legfőbb hatóerői a családok összeomlásának, és nagyon gyakran további szociális gondokat eredményeznek.

A szociális egyensúly alapvető az emberiségnek. Azokban az országokban, ahol egyensúlyban vannak a családi viszonyok, a bevétel, a tisztelet, a nyugalom és a biztonság közepette sokkal kevesebb konfliktus létezik, mint azokban a környezetekben, ahol apátia, rendszertelenség, szegénység és bizonytalanság lakozik.

Amennyiben a szegény környezetben egy olyan rendszert lehetne kialakítani, amely segítséget nyújt a rászorulóknak – akkor ezen személyeket sok gondtól lehetne mentesíteni. Logikus a feltételezés, hogy ha létezne egy olyan rendszer, amely otthonhoz juttatná a rászorulókat, akkor abban az esetben az energiájukat nem arra feccsérelnék, hogy egyensúlyban tartsák az életüket. Gyakran az esélytelenség, másoktól való függőség, tehetetlenség okozza a családok szétesését. Ebből kiindulva a gyermekek viselkedése aszociálissá válik, matematikus környezetet alakítanak ki maguk körül, elhanyagolják az iskolát. Családjuk és apák menekülésben, alkoholban, drogokban keresik a megoldást. Egy gond többet szül. Egy olyan társadalom, amely több gonddal küszködik, mint jó eredménnyel, igen gyakran nem kívánatos a fejlett környezetben. Az egyetlen hibájuk az, hogy nem létezik „gyógyszer” az álmaik megvalósítására. Az önállóság hiánya gyakran vezet a fent említett állapothoz.

Mi az önállóság valójában? Az otthon. A külön otthon, amelyben fiatal családok önállóan megteremthetik az életüket, nem

befolyásolva az idősebbek bölcs, de nem mindig alkalmazható vagy elfogadható tanácsaival. Egy olyan hely, ahol nem alakul ki konfliktus a több generáció között. Az otthon nyugalma a rejtély kulcsa. Egy otthon megteremtése nagyon nehéz, amennyiben a mai árakkal és modern építőanyagokkal számolunk. Ide tartozik a tervező munkája, a mesterek számlája, energiája... De közben a gyermekeket iskoláztatni, etetni, öltöztetni kell. Banki hitel? 25–30–35 évre? Ki tudja, mit hoz a holnap? Maradjon a páromra a hiteltörlesztés, ha velem valami történik? Rengeteg kérdés és kétely. Halasztások, várakozás. Az idő múlik, a gyermekek nőnek, a családi viszonyok a tűréshatárt súrolják. De miért? Azért, mert nem fán terem 25–30 000 euró egy házra, lakásra, vagy 15–20 000 telekre, kivitelezésre vagy a régi ház rendbe hozására. ♦

Az írás diákpályázatunkon az Önálló kutatások, elméleti összegzések kategóriában II. díjat kapott.

Adatforrások

Mészáros Attila, ügyvezető igazgató, CereDom Kft., Magyarország – köszönöm, hogy engedélyével hozzájárult az általuk megjelentetett adatok és információk használatához a projektben.

A SketchUp terv és a képek: Deviant Technology hozzájárulásával a Creative Commons 3.0 Serbia alatt védve vannak.

A császártöltési Vörös-mocsár

SZOMBATI MIRTILL

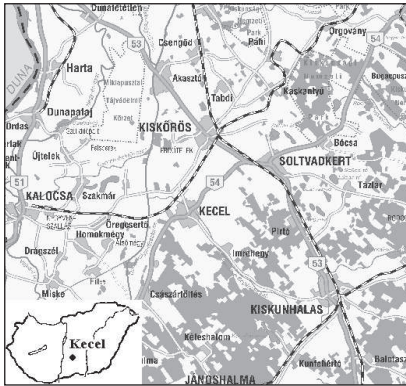
Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola, Baja

A hazánk középső részén, a Nagyalföldön elhelyezkedő Kecel és Császártöltés a Kalocsai-Sárvíz keleti és a Duna-Tisza közti Homokhátság nyugati peremén található. A Dunához való viszonylagos közelségüknek köszönhetően a Dunántúlról érkezett kulturális hatások is megjelennek. Ennek oka, hogy egyes időszakokban a vidék inkább a Dunántúl, mint az Alföld vonzáskörébe tartozott. Különösen érvényes ez történelmünk korábbi időszakaira, amikor a folyók nem választóvonalat, hanem más vízi utakkal együtt összekötötték a tájegységeket és azok lakói között. A település határát nyugatról lezáró Dunavölgyi-főcsatorna és tőzegtérület egy a történelmünk korábbi idő-

szakában létezett Duna-meder, az Órjeg – ma használatos nevén Vörös-mocsár – mocsaras vidékének az emléke.

A Duna-Tisza közti Homokhátság nyugati peremvidéke Császártöltés és Kecel között meredek rézsúval magasodik a Duna-völgy fölé. Egykor az ország mocsarakban egyik leggazdagabb területe volt ez a vidék. A táj arculatát a mélyben rejtőző, néhol 3–5 méter rétegvastagságú tőzeg bányászata átalakította. A kitermelés következtében kialakult, változatos vizes élőhelyek fajokban gazdag élővilágot tartanak fent. A Csala csárda közelében induló Vörös-mocsár tanösvény a tőzegtavak közötti töltéseken vezet keresztül, és az itteni változatos élővilágot mutatja be.

Már általános iskolás koromtól – kezdetben szüleimmel, később barátaimmal – kirándulok szülőhelyem környékén, járom a vidéket. Közben számtalan alkalommal figyeltem fel a táj értékeire és szépségeire, amelyeket meg szeretnék óvni: az itt élő állatokat és egyben a növényeket is! Érdeklődésem talán a Vörös-mocsár keltette fel leginkább: munkámban szeretném bemutatni területét, vázolni kialakulását, élővilágát és a természetvédelmi területet. Mindezek mellett szövegek az itteni, évtizedek óta működő tőzegtápanya környezeti hatásairól, jelenlegi hasznosításáról és jövőbeli szerepéről. Mindezzel szeretném felhívni a korombeli fiatal generáció figyelmét arra, hogy milyen fontos



Kecel fekvése Magyarországon és Bács-Kiskun megyében

érték környezetünk tisztasága, a céltudatos környezetvédelem és a természet szépsége. Napjainkban egyre inkább megfigyelhető, hogy az emberek tiszta levegőre vágnak, és a korábban tapasztaltaknál jobban megbecsülik a természet értékeit. Van, akinek a természet az, ami a világból hiányzik, és szeretné, ha a még megmaradt természetes környezetben minél több időt tölthetne el, és a gyermekeit is a természet szeretetére akarja nevelni.

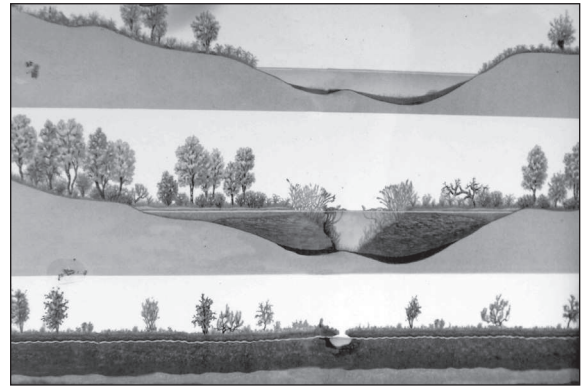
Kecel és vidéke, valamint a Vörös-mocsár kialakulása

Császártöltés és Kecel a Duna–Tisza köze nyugati felén három történeti-néprajzi táj: a Kiskunság, a Bácska, és a Kalocsai Sárköz találkozásánál az 54-es főút mellett fekszik. A tatár és a török pusztítás során a település elnéptelenedett. Patachich Gábor kalocsai érsek 1734-ben újratelepítette, lakosságának száma napjainkban 9000 lélek körüli.

A Vörös-mocsár (és a Kalocsai Sárköz) területén a földtörténet pleisztocén (jégkorszak) időszakának elejétől jelentek meg az Ős-Duna folyóágai. A Kalocsa és Mohács közötti süllyedék újholocén kori erőteljes tektonikus mélyülése nyomán dunai ártérre vált a terület. A lassú fejlődésű Duna-ágakban tömött, iszapos-agyagos üledékek rakódtak le. A jégkorszak után a lefűződött folyóágakban gyorsuló feltöltődés indult meg. Ennek során a víz tükrét ellepte a növényzet, összezsugorította a vízfelületet, majd idővel az egész víztükör eltűnt. A hatalmas tömegű elhalt növényi maradvány felhalmozódott, lassan tőzeggé alakult. Császártöltés határában a löszpart alatt kezdődik a Vörös-mocsár, amely észak felé Kecel mellett húzódik, és halad még tovább. A terület feltöltődésével több méter vastag tőzegtelepek képződtek.

A tőzeg teljesen és részben elbomlott lápi növényekből áll. Ezek a növények

rendkívül sokfélék. A tőzegképződés alapvető feltétele a bőséges nedvesség, a talaj levegőhiánya és elégtelen szervesanyag-tartalma, amely megakadályozza a közönséges lágy szárú növényzet kifejlődését. A tőzegesedési folyamat mindaddig tart, amíg a növényzet elhalt szárrészeivel el nem éri a víz szintjét. A vízszint magasságáig a tőzegréteg mintegy konzerválódva megmaradt, a vízből előbukkanó felszín pedig oxidálódott, és ennek következtében alakult ki a jelenlegi fedű, az el nem bomlott szerves anyagot tartalmazó lápföld. A tőzeg-lápföld homokos agyag, illetve tőzeges iszap alaptalajon fejlődött ki. A 20–50 centiméter gyökérmaradványos lápföld növényi tápanyagokkal dúsítva alkalmas a ho-



A képeken jól látszódik a feltöltődés folyamata

dott üzeme működött itt. A kitermelés során keletkezett több száz hektárnyi nyílt vízfelület, valamint az azt övező növényvilág napjainkban a madaraknak, a halaknak és sok más állatnak élőhelyül szolgál.

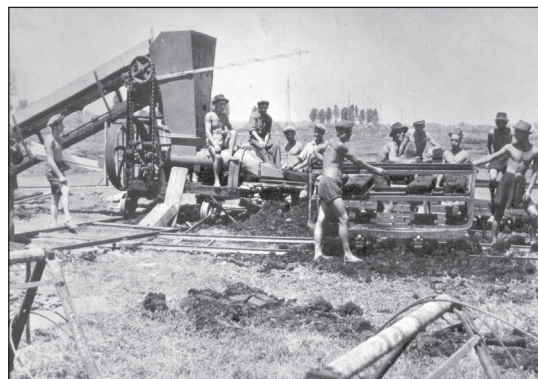
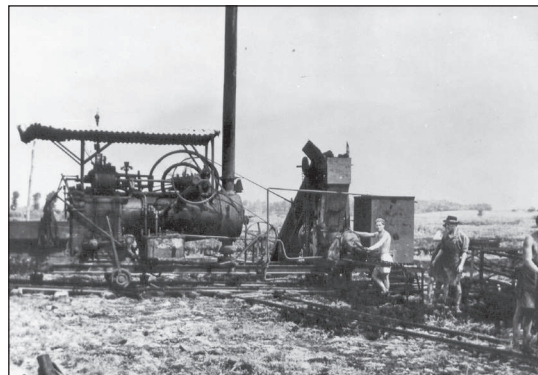
Tőzégkitermelés

A tőzeg minőségét a nedvességtartalom, a vízfelszívás, a rostos szerkezet és a hamutartalom (szervesanyag-tartalom) határozza meg. Kezdetben a kotrórs termelést alkalmazták, amelyben exkaválással – kivájással – történt a kitermelés. Ehhez kapcsolták még a tőzegkombájnos kiközelítést. A kitermelt tőzeget a kijelölt depónia helyekre szállították, és ott az anyagot depórendező (kazlázó) géppel bemérhető formába rendezték. Az így kitermelt, kiközelített és depóniába rendezett tőzeget közúti járművekkel szállították el. A második termelési technológia az exkaválással, speciális mocsárjáró kotrógépek alkalmazásával történt. A kitermelt anyagot átrakással, kitermeléssel nagyobb depóniákba rendezték. Melléjük faanyagok felhasználásával a jobb megközelítést lehetővé tevő utakat építettek. Ezekről az anyaglerakó helyekről közúti gépjárművekkel szállították el a végterméket. Az évtizedek során kitermelt tőzeg lényegesen csökkentette a későbbiekben kitermelhető tőzegvagyon nagyságát.

Néhány mozaik a mocsár élővilágából

A Kalocsai–Sárköz keleti peremét jelentő Vörös-mocsár eredeti képe a XIX. század során és a XX. század első harmadában a kor igényei szerint elvégzett ármentesítő és vízszabályozó munkák során jelentősen megváltozott. A kiterjedt tőzegbányászat nyomán változó viszonyok szintén hozzájárultak az élőhely napjainkra jellemző állat- és növényvilágának kialakulásához.

A tőzeg kitermelésére szolgáló gépsor részlete évtizedekkel ezelőtt



A kitermelt anyag feldolgozása

mokos talajok javítására. Az iszapos ve-gyes tőzeg szervesanyag-tartalma alacsonyabb, mint a tiszta tőzegé, ezért tőzeges lápföldnek nevezték.

A Vörös-mocsárban a tőzeg kitermelése már a XX. század elején megkezdődött, de csak az 1950-es évektől vált igazán jelentőssé. Az ország legnagyobb, erre szakoso-



Szárítás

Tavasztól nyár elejéig figyelhetünk fel jártunkban-keltünkben a mocsár útjain a nünükék legelterjedtebb magyarországi fájára, a *közönséges nünükére* (*Meloë proscarabaeus*). Az élőhelyül a napsütötte, meleg és száraz erdőszegélyeket, valamint a délre néző lejtőket választó rovarnak a kora tavaszi, rövid fűben mozgó példányai könnyedén észrevehetők. Méreteit tekintve a nőstény jelentősen nagyobb a hímnél: előbbinek különösen peterakás időszakában duzzad hatalmasra az egyébként igencsak tágulékony potroha. A rovarnak nincs hártvány szárnya, a rövid, pikkelyszerű szárnyfedők láthatóvá teszik potroh-szelvényeit.

A februári napsütés már képes előcsalni az egyik legismertebb európai nappali lepkét, a *nappali pávaszemet* (*Inachis io*). Vörösbarna vagy vöröses alapszínű szárnyainak mindegyikén egy-egy tarka pávaszemfolt látható, így más fajjal nem téveszthető össze. A szemfoltok segíthetik a túlélésben: a szárnyak hirtelen széttárásakor a rá

leselkedő kisebb madarak megijednek, és a lepke el tud menekülni. A Vörös-mocsárban csakúgy, mint az ország többi vidékén júniustól októberig két nemzedék fejlődik. Ennek megfelelően kifejlett lepkével bármikor találkozhatunk. A rovar a telet imágó alakban odvak, farakások, padlások és pincék védett zugaiba bújva vészeli át.

A hátulsó szárnyainak külső oldalán látható fehér színű mintázat és az elülső szárnyak kismértékben változó kiszögelyesedése alapján régen C-betűs szöglencnek, napjainkban *C-betűs lep-*



A tőzegkitermelés nyomán kialakított tavak sokféle célra használhatók: halak célirányos telepítésével és tartásával főleg horgászat céljait szolgáló kirándulópark lehet az egyik lehetőség

kének nevezett rovar már az első vörösfényes februári napon előbújhat téli rejtekeről. A tarkalepkék családjába tartozó lepke Európában az északi sarkkörtől délre egészen Észak-Afrikáig honos. Kecel környékén, a mocsár területén évente változó egyedszámmal fordul elő.

A *tavi béka* vagy *kacagó béka* (*Pelophylax rudibondus*) a kétélűek osztályába tartozó védett állatfaj. Jól úszik, napjait a vízben tölti, ha hosszabb-rövidebb időre kijön a vízből, akkor is a part közelében marad, és élvezi – ameddig még lehet – az őszi nap sugarait. Étlapján leginkább szitakötők vagy más rovarok, pókok és földigiliszták szerepelnek.

Bízom benne, hogy a tőzegkitermelés mértéke nem károsítja a meglévő környezetvédelmi területet, élővilágot. A keletkezett tavak élőhelyet, búvóhelyet, védelmet nyújtanak az ide települt, vízhez kötött élőlényeknek és a szárazföldön élő állatoknak, növényeknek. Bízom abban, sikerült dolgozatomban bemutatnom e tájat és felvillantani különleges élővilágát. Érdemes ide látogatni és felfedezni a természet kincseit és adottságait

Az írás diákpályázatunk Önálló kutatások, elméleti összegzések kategóriájába beérkezett pályamű.

Irodalom

N. A. Kacsinszki: A talaj keletkezése és élete. Szikra Kiadó, Budapest, 1950

Jócsik Lajos: Hazánk tőzegeinek mezőgazdasági felhasználása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1955

A császártöltési és a homokméggyi tőzegelőfordulás földtani kutatása, Budapest, 1971

Tisztelt Előfizetőink!

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat 1841-ben jött létre a tudományos ismeretek népszerűsítésére, a magyar társadalom tudásszintjének emelésére. Ennek szolgálatában indította el a Társulat sok évtizede ismeretterjesztő folyóiratait, melyek nélkülözhetetlenné váltak az utóbbi fél évszázad iskolai oktatásában, a tudományos igényű, korszerű ismeretközlésben. A természettudományi és társadalomtudományi tudás terjesztése céljából mindent megteszünk annak érdekében, hogy lapjaink minél szélesebb közönséghez és minél kedvezőbb áron jussanak el. Ezt szolgálja 2015. évi akciónk, melynek keretén belül a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat által kiadott lapok – az Élet és Tudomány, a Természet Világa és a Valóság – együtt kedvezményesen fizethetők elő. Célunk, hogy Előfizetőink minél kisebb ráfordítással jussanak hozzá a tudomány legújabb

eredményeihez, több lap együttes előfizetése csökkenti az Önök eddigi költségeit. A következő előfizetői csomagokat ajánljuk:

Élet és Tudomány, Természet Világa és Valóság együttes előfizetés:

Egy évre: 31 200 Ft helyett 21 840 Ft
Fél évre: 15 600 Ft helyett 10 920 Ft

Élet és Tudomány és Természet Világa együttes előfizetés:

Egy évre: 22 800 Ft helyett 17 100 Ft
Fél évre: 11 400 Ft helyett 8580 Ft

Élet és Tudomány és Valóság együttes előfizetés:

Egy évre: 24 000 Ft helyett 18 000 Ft
Fél évre: 12 000 Ft helyett 9060 Ft

Természet Világa és Valóság együttes előfizetés:

Egy évre: 15 600 Ft helyett 10 500 Ft
Fél évre: 7800 Ft helyett 5280 Ft

Akciónk a 2015. évre szóló, egyéves és féléves előfizetésekre érvényes!

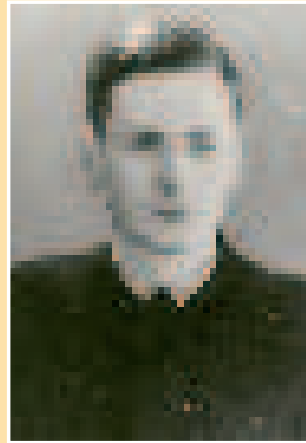
A TIT-lapok előfizethetők a Magyar Posta Zrt.-nél:

- személyesen a postahelyeken és a kézbesítőnél
- zöldszámon: 06-80-444-444
- e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu
- faxon: 06-1-303-3440
- levélben: MP Zrt. Hírlap Üzletág, Budapest 1008.

Gábos Zoltán fényképalbumából



Az elemi iskola negyedik osztálya Bánffyhunyon, 1934-ben.
Az első sorban balról a második Gábos Zoltán



Érettségiző diákként 1943-ban



Feleségével, Mártával,
egy kiránduláson



A kolozsvári Református Kollégium 1943-ban végzett diákjainak
15 éves érettségi találkozója. A hátsó sorban jobbról a harmadik



Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat által szervezett balatonvilágosi
konferencián, 1966 szeptemberében. Balról jobbra: Telbisz Ferenc,
Toró Tibor, Nguyen Van Hien, Bozóky György, Gábos Zoltán



Madéfalván, a székely vértanúk emlékoszlopánál,
Nagy Antal és Tél Tamás társaságában (2004)



Vizi E. Szilvesztertől, az Akadémia elnökétől átveszi
az Arany János-életműdíjat (2005)



FACEBOOK.COM/SCOLARKLUB

SCOLAR.HU

