

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

146. évf. 11. sz.

2015. NOVEMBER

ÁRA: 690 Ft

Előfizetőknek: 600 Ft



■ AZ ÉV EMLŐSE: AZ ÜRGE

■ MIT VESZÜNK A SZÍVÜNKRE?

■ DIÁKOLIMPIÁK – 2015

■ 25 ÉVES A TUDOMÁNYOS ÚJSÁGÍRÓK KLUBJA

■ FELHŐ ALAPÚ GENOMIKA

■ KŐLEÁNY A LEJTŐN

■ VATIKÁN CSILLAGÁSZJA

Ürgevilág



A juhokkal rendszeresen legeltetett gyepek kiválóan alkalmasak az ürgék számára is



Ingyen munkásoknak is nevezhetnénk a legelő birkanyáját, hiszen az ürgék számára tökéletes magasságú gyepet hagynak vissza



Az ürgének még táplálkozás közben is feszülten figyelnie kell környezetét, hogy nem fenyegeti-e veszély



Kerecsensólyom pásztázza a vadászterületét ürge-zsákmányt keresve



A mezei görény általában éjszaka aktív, de ha kölykei vannak, nappal is gyakran kutat táplálék után és járatába is követi az ürgéket



A parlagi sasok a középhegységi erdőkből mára visszaköltöztek eredeti élőhelyeikre, a síkvidékekre, ahol természetes táplálékuk, az ürge is él

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR

TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KOZLÖNY
146. ÉVFOLYAMA



2015. 11. sz. NOVEMBER

Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi-díjas folyóirat

ÚJ SZÉCHENYI TERV

nca

OTKA



Szellemi Tulajdon
Nemzeti Hivatala

Nemzeti
Tehetség Program

Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala,
az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok
(OTKA, PUB I-114505) támogatásával.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



A kiadvány a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával készült.

Főszerkesztő:
STAAR GYULA

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

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomtatás:
iPress Center Hungary Zrt.

Felelős vezető:
Lakatos Imre
vezérigazgató

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.

Telefon: 327-8995

e-mail: eltud@eletstudomany.hu

Előfizethető:

Magyar Posta Zrt. Hírlap üzletág
06-80-444-444

hirlapelofizetes@posta.hu

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

Előfizetési díj:
fél évre 3600 Ft, egy évre 7200 Ft

TARTALOM

| | |
|--|-----|
| Kalotás Zsolt: Kedves kis rágcslónk: az ürge | 482 |
| Krasznahorkay Attila: Híd a látható világunk és a sötét anyag között. Egy új részecske, ami kapcsolatot teremthet..... | 486 |
| Staar Gyula: Richter Nándortól búcsúzunk | 490 |
| Kern Anikó: A vegetáció megfigyelése az űrből..... | 491 |
| Kugler Szilvia–Horváth László–Weidinger Tamás: Felelős-e a légköri nitrogén a balatoni tápanyagdúsulásért?..... | 495 |
| Hollósy Ferenc: Felhő alapú genomika | 500 |
| <i>E számunk szerzői</i> | 504 |
| Közkincsé teszik a tudományt. 25 éves a Tudományos Újságírók Klubja. Beszélgetés Vizi E. Szilveszterrel, Freund Tamással, Falus Andrással, Patkós Andrással és Dürr Jánossal (Kittel Ágnes interjúja) | 505 |
| Mit veszünk a szívünkre? Rafael Beatrix pszichológussal beszélget Farkas Csaba | 509 |
| HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSÉGEK | 511 |
| Kubassek János: Érden az egész világ. Balázs Dénes – 3276 nap | 514 |
| Dálya Gergely–Hanyecz Ottó–Szabó Róbert: Kisbolygóvadászat Kepler-űrtávcsővel..... | 515 |
| Az El Niño tovább erősödik (Marton Annamária összeállítása)..... | 516 |
| A TIT Kalmár László Matematika Verseny meghirdetése | 518 |
| ORVOSSZEMMEL (Matos Lajos rovata)..... | 519 |
| Ladányi László: Kőleány a szurdok fölött..... | 520 |
| Abonyi Iván: Az atombomba története (OLVASÓNAPLÓ)..... | 522 |
| Szili István: Három könyv – kapcsolódó témákkal..... | 524 |
| Beszélgetés a Vatikáni Obszervatórium új igazgatójával (Összeállította: Bencze Gyula) | 525 |
| Ladányi Tamás: Perseida meteorosó..... | 526 |
| FOLYÓIRATSZEMLE | 527 |

Címképünk: Perseida meteorosó (*Ladányi Tamás* felvétele)

Borítólapunk második oldalán: Űrgevilág (*Kalotás Zsolt* felvételei)

Borítólapunk harmadik oldalán: A Nemzetközi Fizikai Diákolimpia helyszíne,
az indiai Mumbai (*Vankó Péter* felvételei)

Mellékletünk: Magyar fiatalok a diákolimpiákon. *Vankó Péter:* Öt érem Mumbaiban,
a diákolimpián; Beszámoló a 22. Közép-Európai Informatikai Diákolimpiáról; *Bálint Dóra–Trócsányi András:* Beszámoló a XII. IGU Nemzetközi Földrajzi Diákolim-
piáról; *Pelikán József:* Beszámoló az 56. Nemzetközi Matematikai Diákolimpiáról;
Magyarfalvi Gábor: Diákolimpiák a Kaukázusban. XXIV. Természet–Tudomány Diák-
pályázat írásai: *Oláh Erika:* Párizs szeme; *Molnár Bence:* A Kun-Fehér-tó.

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

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

Főszerkesztő: STAAR GYULA

Szerkesztők:

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

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Titkárságvezető:
HORVÁTH KRISZTINA

KALOTÁS ZSOLT

Kedves kis rágcsálónk: az ürge

Az utóbbi években nálunk is megszokottá vált, hogy szakmai szervezetek kiválasztanak évente egy élőlényt az év fájának, hogy veszélyeztetettségére a média segítségével ráirányítsák a közfigyelmet. Ezeket a kiemelt fajokat legtöbbször nem fenyegeti a kipusztulás veszélye, mégis rászorulnak az emberi odafigyelésre, sőt a segítségünkre is. Úgy gondolom, ezeknek a kampányoknak a legnagyobb haszna mégsem az, hogy segítenek valamelyest az év fájának, hanem az, hogy felhívják a figyelmet az élővilág, a környezetünkben élő gombák, növények és állatok sérülékenységére és fontosságára.

A Földművelésügyi Minisztérium természetvédelemért (is) felelős államtitkársága által működtetett Vadonleső Program a szakmai szervezetekkel egyeztetve és a civil javaslatokat is messzemenően figyelembe véve, második ízben hirdette meg *Az év emlőse* programot. Amíg 2014-ben a keleti sün volt a középpontban, 2015-ben az ürget választották az év emlősenek. A faj széles társadalmi megismertetése érdekében szakmai programokat, előadásokat, fotókiállításokat, vers- és glosszairó versenyt, rajzpályázatot hirdettek meg, és a Magyar Tudomány Napja alkalmából rendezett novemberi konferenciának egyik fő témájául is a hazai ürgepopulációk megőrzésének kérdését választották.

Az ürge nálunk közismert kis állat, amit több tény is igazol. Ha kicsit körültekintünk, meglepődve látjuk, hogy számtalan földrajzi névben és még ennél is több határész nevében szerepel ennek a kedves kis rágcsálónak a neve, mert nagyon sok település határában otthonos, sőt tömeges volt egykor. Nem lehet kétséges, hogy ezért van szerte az országban több Ürge-hegy, Ürge-domb, Ürge-völgy, Ürgemező, és községeinkben még számtalan Ürgés, Ürge-dűlő, Ürgés-pallag, Ürge-rét elnevezésű határész. Az ürge gyakran főszereplője a verseknek, a meséknek, de még a városi szlengben is gyakran emlegetik, persze ez esetben nem a helyes kis állatra célozva.

Ürgénk, vagy ahogyan ma hivatalosan nevezik, a közönséges ürge (*Spermophilus citellus*) hengeres testalkatú, 20–24 cm nagyságú kisemlős, amelynek a farka aránylag rövid, csupán 6–7 cm-es. Fülkagylói egészen aprók, alig látszanak ki a bundából. Szőrzetében a barnás és a sárgás árnyalatok



A fiatal ürgek önállóvá válásukig összetartanak és gyakran mutatkoznak együtt

dominálnak, az áll alatt pedig fehéres színű a bundája. A szem körüli szőrzet mindig világosabb, ezért úgy tűnik, mintha az állatoknak fehér szemgyűrűje lenne. Az idősebb példányok hátoldalán halvány gyöngyszerű mintázatot is felfedezhetünk. Fogazatuk jellegzetes rágcsáló fogazat. Az állatoknak folyamatosan használniuk, koptatniuk kell állandóan növekvő fogaikat, hogy azok ne akadályozzák őket a táplálkozásban. A hímek és a nőstények között alig van méretbeli különbség, viszont a testtömeget tekintve óriási eltérés lehet a téli álomból ébredő lesoványodott, és a nyár végi, őszi, azaz a téli nyugalomra készülő felhízott állatok között.

Az ürge kelet- és délkelet-európai elterjedésű, a rövidfűvű sztyeppek jellegzetes kisemlőse, és legnyugatibb populációi a Kárpát-medencében élnek. Évtizedekkel ezelőtt még Németországban és Lengyelországban is honos volt, de ezekből az államokból mára teljesen kipusztult. Kelet felé tekintve pedig azt láthatjuk, hogy Ukrajna és Oroszország sztyeppéin még stabil állományai vannak, dél felé haladva pedig Szerbiában, Romániában, Bulgáriában a pusztai környezetben sok helyen megtalálható, és még Törökország európai területén is előfordul. Alapvetően síkvidéki fajnak tartják, de Macedóniában még 2200 méter tengerszint feletti magasságig is felhal.

Hazánkban ma már csak egymástól elszigetelt állományai találhatóak ott, ahol nagyobb kiterjedésű rendszeresen legeltetett gyepterületek vannak az Alföldön és a Duna-túlon, valamint az Északi-középhegység nyílt legelőkkel tagolt völgyeiben. Érdekes módon, még a Bakony 300 méternél alacsonyabb kőkibúvásokkal tarkított, legeltetett kopárjain is előfordul. A nem túl kötött, de nem is túl laza szerkezetű talajokon telepszik meg a legszívesebben. A homokos vályog- és löszön képződött talajokat kedveli. Szikes talajokon csak ott találunk ürgekolóniákat, ahol a talajvíz 1,5 méter alatt van, és a futóhomokos területeken se keressük az ürgeket. Nem viselik el ugyanis azt, hogy kotorekaikat időszakosan ellepi a talajvíz, vagy azt, hogy járataik rendszeresen beomlanak a laza talaj miatt. És nem települnek be a belvizektől veszélyeztetett földekre és az árterekre sem, mert az időszakos vagy akár rendszertelen elöntések, áradások is végzetesek számukra. Ha vannak is ürgekolóniák magas talajvízzel vagy belvízzel, áradással fenyegetett területeken, azok mindig a kiemelkedő halmokon alakulnak ki, ahol az elöntés veszélye nem fenyeget. Az ürge hosszú távon azokon a területeken képes megélni, ahol nincs talajművelés, mert a szántás, és a talaj felső rétegét érintő talajmunkák szétrombolják felszín-

hez közeli járatait és egyik percről a másikra megsemmisítik az állatok elérhető táplálékbazisát. Ha az ürgék által lakott gyeperet feltörök, az mint ürgeéllőhely egyik percről a másikra megszűnik létezni. Nagy valószínűséggel az intenzív mezőgazdaság térnyerése, a nagytáblás gazdálkodás és a monokultúrás termesztési módok alkalmazása miatt következhetett be, hogy ma a hazai ürgeállományunk az egykorinak a töredéke, és az is, hogy ma már csak egymástól távol eső élőhelyeken, szigetszerűen találhatjuk meg ezt az érdekes életmódú kisemlősünket, hiszen a mezőgazdaság teljesen feldarabolta egykori élőhelyeit, megszüntette a populációk közötti kapcsolatokat. Ez utóbbi azért nagy baj, mert az ökológiai folyosók hiánya a faj genetikai beszűkülésének veszélyét is magában hordozza.

Augusztusban az ürgék igyekeznek minél több táplálékot elfogyasztani, és ilyenkor akár normális testtömegük másfélszeresére is meghízhatnak. (A nyári időszakban a kifejlett egyedek testtömege 200–300 g körüli.) Erre azért van nagy szükség, mert az ürge egyike a kevés téli álmat alvó, vadon élő emlőseinknek. Bár kolóniákban élő, társas állatnak számítanak, mégsem telelnek csoportosan, mindig magányosan vonulnak téli álmra. A téli nyugalomra készülő állatok lehúzódnak kotorékjaik legmélyén kialakított, száraz fűvel kibélelt alvókamrájukba, a járatok kijáratait belülről eltömik, hogy a ragadozóktól védve legyenek. Itt azután hibernálnak, testhőmérsékletük

alatt meglehetősen nagy az ürgeállomány mortalitása. Azok a példányok, amelyek nem voltak képesek elegendő tartalékszirt felhalmozni szervezetükben, nem élnek meg a tavaszt. A pusztulás főképpen a fiatal állatokat érinti. Növeli a téli pusztulás mértékét a csapadékos tél és tavasz is, mert az átmedvesedett kotorékokban telelők könnyen megbetegszenek, elpusztulnak. A tavasz közeledtével az állatok egyre gyakrabban ébrednek fel, majd az időjárástól függően már március első felében kibonthatják kotorékjaikat. Mindig a hímek ébrednek korábban, a nőstények csak március végén, április elején jelennek meg. Az állatok tavaszi aktivizálódása a járatok kitarításával kezdődik. Az ürgék járatai általában 8 cm átmérőjű, henger alakú alagutak, amelyet az állatok erős karmos lábaik és fogazatuk segítségével mélyítenek a talajba. A kiásott talajt alagútjuk falába dolgozzák, egy részét viszont – egyes megfigyelések szerint (*Éhik, in Brehm 1994*) – a pófacsakójukba gyűjtve a környéken széthordják, elterítik. Az bizonyos, hogy az ürgelyukak kijáratainál nem minden esetben találunk a kotorékból kitermelt talajkupacokat, földhányásokat. Az ürge föld alatti járatai 1–1,5 méter mélyre is lehatolnak, hosszuk pedig elérheti a 8 métert is. Az ürgekotorékok mindig rendelkeznek legalább egy merőlegesen a talajba hatoló bejáratral, és a járatrendszerhez enyhe szögben csatlakozó néhány kijáratral. A több kijárat és bejárat nyilván a ragadozók elleni védelem, a menekülés lehető-

nagyobb. Bár az ürgék telepesen, azaz kolóniákba tömörülve élnek, minden egyednek külön kotorékja van, ahol fajtársait nem tűri meg, és amelyet keményen védelmez velük szemben. Egy dologban azonban mindig együttműködés tapasztalható a kolóniákban élő állatok között. Ha a felszínen tartózkodók közül valamelyik veszélyt érez, fütttyel figyelmezteti társait, amelyek a vészjelzésre azonnal eltűnnek kotorékjaikban.

Az április a szaporodás kezdetének hónapja. A legerősebb hímek kemény küzdelmeket folytatnak a nőstények kegyeért. A győztes jutalma, hogy génjeit továbbörökítheti. Úgy tűnik azonban, hogy a nőstények több hímrel is párosodhatnak, így a hímek többségének lehetősége nyílik arra, hogy utódai legyenek. A párzást követően a nőstények kialakítják járataikban a szülőkamrákat, ahol száraz fűszálakból elkészítik az ellőfészket. A fűszálakat általában kotorékjaik környékéről gyűjtik össze. Az ürgék vemhességi ideje a tapasztalatok szerint 26–28 nap, ami azt jelenti, hogy a kölykök rendszerint május elején, közepén születnek meg. Az utódszám rendszerint 3–8 között változik. A kicsik megszületésekor még csupaszok és vakok. Gyorsan növekednek, de még hosszú ideig anyjukra vannak utalva, és csak 28–30 napos koruk körül merészkednek ki először a kotorékból.

Az ürge alapvetően növényevő állat, táplálékának zömét magvak, zöld növényi részek (levelek, hajtások, rügyek), bogyók, termések, tápanyagban dús rizómák, hagymák, gyökérdarabok alkotják, de az alkalomszerűen az élébe kerülő, könnyen megszerezhető állati eredetű táplálékot; az egyenesszárnyúakat, a bogarakat és a pókokat is szívesen elfogyasztja. Egyes megfigyelések alapján a talajon épült madárfészkek aljak sincsenek biztonságban tőlük, sőt *Éhik Gyula* bizonyos ragadozó hajlamot is említ, mely szerint ritkán még kisebb gerinceseket is elfog és elfogyaszt. Vízszükségletét általában táplálékának víztartalma biztosítja, de ha nem, akkor a reggeli harmat vagy a kotorékjában lecsapódó vízből pótolja a hiányzó mennyiséget.

Az ürgéink a táplálékpíramis alsó szintjén helyezkednek el, ezért nagyon sok ragadozótól kell tartaniuk életük során. Nappal, amikor kijönnek kotorékjaikból táplálkozni, sok ragadozó támadásának vannak kitéve. Van két ritka, fokozottan védett, és hazánkban is rendszeresen költő ragadozó madarunk, amelyek táplálékában a múltban jelentős szerepet töltött be az ürge, és manapság is szívesen élnek ürgeidétán, ha ezt megtehetik. Zsákmányszerzési technikájuk kifejezetten a talajfelszínen élő kisemlősök elfogására teszi alkalmassá őket. Az egyik faj az 50 forintosunkon is megjelenített, de egyébként a magyarság



Az ürge táplálékkeresés közben is óvatos, hiszen a felszínen igen sok veszély fenyegeti

5 °C-ra hűl. A téli álmuk azonban nem folyamatos. Időnként felébrednek, félig éber állapotba kerülnek, alvókamrájukból átmásznak a külön erre a célra kialakított kisebb kamrájukba, ahol ürítenek, majd folytatják a hibernációt. A téli álmok időszaka

ségeinek növelése érdekében szükséges. A nőstények járataikban szülőkamrát, teletkamrát és az ürülék elhelyezésére szolgáló „wc-t” is készítenek. A hímek kotorékjai rövidebbek és egyszerűbb felépítésűek, viszont a járatok átmérője egy kicsit mindig

ősi mondáiból is jól ismert turul, azaz a kerecsensólyom (*Falco cherrug*), a másik pedig az ugyancsak tipikusan pusztai környezetben élő parlagi sas (*Aquila heliaca*). Nem véletlen, hogy e két veszélyeztetett madarunk védelmi akcióterveiben az élőhelyek javításának egyik sarkalatos része az, hogy nagy, életképes ürgeállományok fenntartásával, ürgetelepítésekkel kell helyhez kötni a költő párokat, mert a táplálékhiány pozitív hatással van költésükre. Szegény ürgeinket azonban nem csak a kerecsensólyom és a parlagi sas veszélyezteti. Jőszerűen minden nagyobb hazai ragadozó madár étlapján szerepelnek. Úgy gondolom, hogy az ürgek állományának apasztásában – létszámukból adódóan – elsősorban az egerészólyveké (*Buteo buteo*) a vezető szerep. Az ölyvek bármilyen ügyetlen vadásznak is tűnnek, a tapasztalatlan fiatalokat az ürgekotorékok kijáratánál várakozva könnyedén el tudják kapni. Hasonló módon szerzi zsákmányát az ország keleti részében ma még ritka, de már stabil fészkelőnek számító pusztai ölyv (*Buteo rufinus*) is. Sokkal ügyesebb vadász a héja (*Accipiter gentilis*), pedig ez a rámenős predátor alapvetően a madarak elfogásában mutat fel nagy gyakorlatot. Ha egy héja rálel egy ürgekolonniára, egészen addig odajár vadászni, amíg az ürgek téli álomra nem vonulnak. A héják sikerének titka, hogy az ürgek sokkal nehezebben veszik észre azokat a ragadozó madarakat, amelyek úgy vadásznak, hogy alacsonyan, a talajszint felett siklanak, majd egyszerűen felkapják a kiszemelt zsákmányt. Az ürgeknek esélyük sincs, ha a héja kipécézte őket. A fiatal ürgeket még a vörös vércsék (*Falco tinnunculus*) is képesek elfogni, de azért a vércsére nem gondolunk úgy, mint jelentős ürgeállomány-apsztókra. A fent említetteken túl ürgeinknek nem árt figyelnie a barna réti-héjára (*Circus aeruginosus*), valamint még két, ma már sajnos meglehetősen ritkának számító ragadozó madárra; a békászó sasra (*Aquila pomarina*), és a pusztai sasra (*A. nipalensis*). Utóbbiak ugyanis szintén nagyon eredményesek a talajon élő kismélsők vadászatában.

Az utóbbi évtizedekben néhány gémfélékhez tartozó madarunknak, a szürke géznek (*Ardea cinerea*) és a nagy kócsagnak (*Egretta alba*) megváltozott a zsákmányszerző szokása. Ma már nemcsak a vizes élőhelyeken keresik betevő falatjaikat, hanem nagyon gyakran látogatják a mezőgazdasági területeket, tarlókat, réteket, ahol kismélsőkre és rovarokra vadásznak, ezért az ürgeknek most már velük is számolniuk kell. Régebbi madártani feljegyzések alapján még a tűzok (*Otis tarda*) is elkaphatja a kisebb ürgeket, ha élőhelyük azonos (*Éhik, in Brehm 1994*). Hasonló cselekedetekre a gyepeken rendszeresen bogarászó

fehér gólya (*Ciconia ciconia*) is képes. És ne feledkezzünk meg azokról az időnként ragadozó életmódot folytató madárfajokról sem, amelyek – ha szerét ejthetik – bizony elkapják az ürget is. Ilyen madarunk a dolmányos varjú (*Corvus cornix*) és a szarka (*Pica pica*).

Az éjszaka aktív ragadozó emlőseinktől a pihenő ürgek éjjeli lesznek nyugtalanok. Legjelentősebb természetes ellenségük kétségtelenül a mezei görény (*Mustela ermannii*), amely gond nélkül képes követni őket a járataikba, és ösztöneitől vezérelve annyit pusztít el belőlük, amennyit csak talál. Nagyon érdekes, hogy az ürgek és a mezei görénynek az elterjedése hazánkban nagyon szépen lefedi egymást, azaz a ragadozó jól láthatóan alkalmazkodik fő zsákmányállathoz. A menyétfélék közül még a közönséges menyét (*M. nivalis*) és a házi görény (*M. putorius*) érdemel említést, mint olyan fajok, amelyeknek táplálékában az ürgek rendszeresen előfordulnak. Ha predációról beszélünk, nem szabad megfeledkeznünk a nyílt területek csúcsragadozójáról, a vörös rókáról (*Vulpes vulpes*) sem. A róka a nap minden szakában képes ürgeket zsákmányolni. Ha nem sikerül nappal elkapnia a felszínre jövő figyelmetlen példányokat, akkor éjjelente gyakran megpróbálkozik a kotorékok kiásásával is, és bizony néha sikerrel is jár. Ha az ürgekolonniák közel vannak a falu széléhez, akkor bizony az elbitangolt kutyák és a határban kóborló házi macskák is veszélyt jelenthetnek az ürgeállományra. Le kell ugyanakkor szögezni, hogy nagyon ritkán fordulhat elő olyan helyzet, hogy kizárólag a természetben fellelhető ragadozók hatására számológ fel egy jól prosperáló, erős ürgeállomány. Az viszont nem zárható ki, hogy a különböző fertőző betegségek akár egy egész kolónia pusztulását is okozhatják. Már többször is felmerült ennek a gyanúja, amikor rövid idő alatt szinte minden látható ok nélkül tűntek el az ürgek egy egyébként optimálisnak látszó élőhelyről, de célzott vizsgálatok nélkül nem sikerült az eredendő okokat kideríteni.

A kiválóan minősülő élőhelyeken hektáronként akár 100–200 példány ürge is

élhet. Ez a magas egyedsűrűség már eleve erős állományt jelez, de arra is utalhat, hogy nagyon jó éve van az ürgeknek, hiszen a fajra jellemző, hogy évről évre változik, hullámzik a populáció nagysága. Sajnálatos módon ma még keveset tudunk arról, hogy ürgeink állományváltozásait milyen törvényszerűségek befolyásolják. Nyilvánvaló, hogy mint minden tömegszaporodásra hajlamos rágcsálónál, az ürgek-nél is tapasztalható, hogy az állományváltozásoknak van egy természetes ritmusa. Úgy gondoljuk, hogy létezik egy rövidebb 6–7 éves ciklus, valamint egy hosszabb, 15–18 éves is. A populációdinamikát befolyásolhatják olyan külső tényezők is mint az időjárás alakulása, az élőhelyek táplálékhiánya, vagy a ragadozók által kifejtett predációs nyomás, de legnagyobb korlátozó faktor az emberi tevékenység, ezen belül pedig az élőhelyen folyó hasznosítási formák.



Az ürgek gyakran a pofazacskójukban gyűjtik össze a magvakat, hogy azokat biztonságos helyen, kotorékjukban fogyaszthassák el

Manninger Gusztáv Adolf (1996) arról ír, hogy a múlt század 60-as és 70-es éveiben az ürgek még súlyos károkat okoztak néhány helyen a gabonában, a kukoricában, a napraforgóban és a cukorrépában. *Lo-vassy (1927)* szerint a múlt század elején még nagyon sok helyen kampányszerűen védekeztek ellene, és nemcsak kiöntéssel

és hurokcsapdával, hanem még a járatok szénkénnel történő elgázosításával is. Az elpusztított ürgék levágott és leadott farkáért „vérdíj” járt, így az ügyesebb ürgevadászok nem elhanyagolható keresetre tehetek szert. *Éhik* beszámol arról is, hogy a második világháború előtt Kiskunhalas környékén nemcsak vízzel, hanem még folyó homokkal is öntötték az ürgeket, és nemcsak azért, mert kártételei ellen kívántak így védekezni, hanem kifejezett ételmezési céllal, mivel az ürge húsát előrébbvalónak tartották a csirkehúsnál. Nem csak a roma lakosság foglalkozott ürgeöntéssel. Több helyen a szegényebb családok is ürgehússal egészítették ki szűkös és egyhangú táplálékukat. A múlt század hetvenes éveiben a növényvédelmi kódex még a veszélyes károsítók közé sorolta a fajt, ami azt jelentette, hogy az ellene való védekezés minden gazdálkodónak kötelessége volt. De nagyon hamar megváltozott a helyzet, mert a kis- és középparcellás extenzív gazdálkodási módok a mezőgazdaság kollektivizálását követően jelentősen visszaszorultak, jóformán eltűntek, a nagy egybefüggő gyepek jelentős részét a gazdaságok feltörték, a hagyományos legeltetési állattartás országsszerte háttérbe szorult, és ezek a változások nem kedveztek az ürgeknek. A kedvezőtlen állományalakulási tendenciák miatt az ürget Magyarországon 1982 óta jogszabály védi, és mivel természetvédelmi helyzete folyamatosan romlott, 2012-ben átkerült a fokozottan védett fajok közé, és természetvédelmi értéke 250 000 Ft-ra emelkedett.

Válságossá vált helyzete miatt az ürget az IUCN (Nemzetközi Természetvédelmi Unió) Vörös Könyve a sebezhető fajok közé sorolja. A faj szerepel a Berni Egyezmény II. függelékében is, az Európai Unió Élőhelyvédelmi Irányelvében pedig jelölő faj, amely értelmében minden tagországban, ahol még előfordul, védelmi területet kellett kijelölni a populációk fenntartása érdekében.

De milyen lehetőségeink vannak ürgeállományunk megőrzésére, esetleg erősítésére, hiszen a jogi védelem önmagában még semmit sem old meg. A legsürgetőbb az lenne, ha mielőbb sikerülne kidolgozni a Natura 2000-es ürgeélőhelyek természetvédelmi kezelési terveit. A legfontosabb, hogy ezeket a füves élőhelyeket rendszeresen legeltessék, hogy a növényzet még időszakszerűen se növekedjen 10–15 cm-nél nagyobbra. Ha nem sikerül minden ürge területre legelő állatokat (elsősorban juhokat) vinni, akkor időlegesen biztosítani kell a növedék kaszálását, de tudnunk kell, hogy a kaszálás semmiképpen nem helyettesíti a legeltetést. Az állatok legelés közben válogatnak, és olyan fajösszetételű vegetációt hagynak maguk után, ami az ürgek számára optimális. A kaszálással hasznosított területeken a gyepek faji összetétele nem kívánt irányban



Az ürgek táplálkozás közben gyakran felegyenesednek, hogy jobban átlássák környezetüket (A szerző felvételei)

változik. Csökken a gyepevegetáció faji sokfélesége, megnövekszik az egyes fűfélék aránya, ami az ürgek számára nem kedvező. Arról nem is beszélve, hogy a kaszálás számos egyéb veszélyt is rejt egyes gerinctelen állatok, és a talajon költő madárfajok számára. A legeltetés folyamatos biztosítása manapság – amikor az állami termőföld privatizációja zajlik, illetve akkor, amikor a lejárt bérleti szerződések területén oly sok anomáliát tapasztalunk – meglehetősen sok gondot jelent a természetvédelmi feladatok ellátásáért felelős nemzeti park igazgatóságoknak. Most úgy tűnik, hogy az ürgek hosszabb távon csupán a füves leszállópályával rendelkező repülőtereken, valamint az állami tulajdonban és természetvédelmi kezelésben levő védett természeti területeken érezhetik magukat biztonságban. A repülőterek kifutópályáit a legeltetéssel egész évben rendben tartják, és ha szükséges, kaszálással akadályozzák, hogy a gyepevegetáció magasabb legyen. Persze itt is vannak gondok, mert ha az ürgekotorékok száma a kifutópályán túlságosan megnő, az már zavarja a repülőtér biztonságos működését, ugyanis az állatok járataiból kitűrt talajkupacok kockázatosabbá teszik a kis sportrepülőgépek fel- és leszállását. Ilyen esetekben a repülőterek üzemeltetői a természetvédelmi hatóság segítségét kérik, ami a legtöbb esetben az állomány egy részének befogását, kimenté-

set és áttelepítését jelenti egy, az ürgek számára megfelelő új élőhelyre. Ezek az ürge-áttelepítési akciók nemcsak az ilyen „veszélyhelyzetek” feloldására alkalmasak, hanem arra is, hogy ismét benépesítsük ürgekkel azokat élőhelyeket, ahonnan a faj valamilyen ok miatt már kipusztult. Az Európai Unió finanszírozásában folyó „A veszélyeztetett parlagi sas- és kerecsensólyom-populációk zsákánybázisának biztosítása a Kárpát-medencében” című nemzetközi LIFE+ programban az ürge áttelepítéseknek kiemelt szerepe van.

De mit tehet a tenni vágyó hétköznapi ember ürgeink érdekében? Erre roppant egyszerű választ ad a Vadonleső program: Mivel az ürgepopulációk nemcsak védett természeti területeinken és a Natura 2000 területeken vannak, hanem ezeken kívül is, ezért jelenleg ezeknek a sokszor a szakemberek számára ismeretlen populációknak a számbavétele a legsürgetőbb, hogy szükség esetén meg lehessen védeni őket. A Vadonleső program internetes felületén (www.vadonleso.hu) megtalálható adatbázisba bárki feltöltheti ürgekkel kapcsolatos megfigyeléseit. Ezek az adatok bekerülnek a Természetvédelmi Információs Rendszerbe (TIR), amely a természetvédelemért felelős szakemberek számára nagy segítség a veszélyeztetett fajok védelmének terén. De, ha csak anynyi haszna lesz az év emlőse kampánynak, hogy a civil ürgevédők segítségével megrajzolhatjuk a faj hazai elterjedési térképét, már úgy is sokat tettünk az ürgekért. ☺

Irodalom

- Bihari Z., – Csorba G., – Heltai M. szerk. (2007): Magyarország emlőseinek atlasza. Kossuth Kiadó, Budapest, p. 360.
- Éhik Gy.*: A közönséges ürge (*Citellus citellus*). in.: *Brehm, A. (1994): Az állatok világa.* 6. kötet. Reprint kiadás, Kassák Kiadó, Budapest pp. 295-300. (fordította, a hazai viszonyokra alkalmazta, és szerkesztette: *Dr. Éhik Gyula*)
- Manninger G. A.*: Ürge (*Citellus citellus* Linné) in.: *Jermy T., – Balázs, K. (1966): A növényvédelmi állattan kézikönyve* 6. in.: Akadémiai Kiadó, pp. 229-230.
- Lovassy S. (1927): Magyarország gerinces állatai és gazdasági vonatkozásai.* Királyi Magyar Természetudományi Társulat, p. 895.

KRASZNAHORKAY ATTILA

Híd a látható világunk és a sötét anyag között

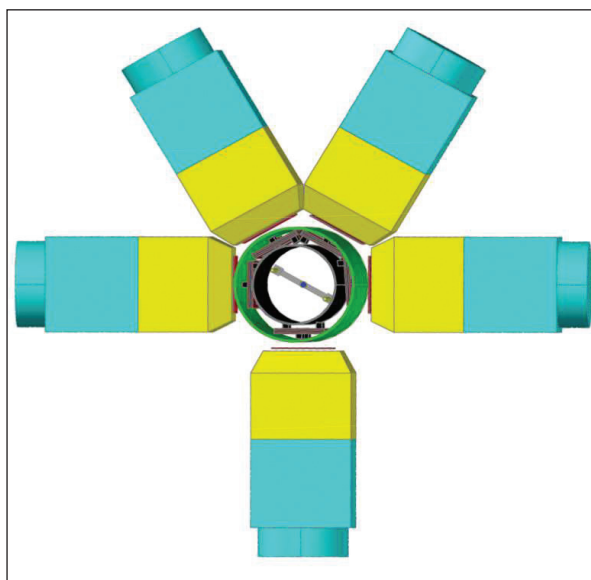
Egy új részecske, ami kapcsolatot teremthet

Felfedezni a fizikát azt jelenti, hogy lehozzuk az eget a földre. Az ég jelenségei és törvényszerűségei már az ősidők óta megragadták az emberek képzeletét, mert szabályosaknak, szépek látszottak, míg a földiek kaotikusnak. Óriási előrelépést jelentett ezen a téren a Newton-törvények megfogalmazása, és az általános gravitáció törvényének felismerése, amikből következik, hogy a bolygók mozgását a Nap körül ugyanazok a törvények írják le, mint egy alma leesését a fáról.

Az elmúlt évszázadokban fokozatosan erősödött bennünk a hit, hogy a bolygóknak, csillagoknak, galaxisoknak nemcsak a mozgását, hanem a születését, fejlődését és elmúlását leíró törvényeket is megismerhetjük. Az atomok, később az atommagok, majd az azt alkotó protonok és neutronok szerkezetének megismerése nagyban hozzájárult a csillagászok által megfigyelt jelenségek értelmezéséhez. Az elemek keletkezésének, megfigyelt gyakoriságának pontos értelmezésére egy új tudományág született: a nukleáris asztrofizika.

A technika fejlődése lehetővé tette a távoli csillagrendszerek megfigyelését is, és azok fényének vizsgálatával (a színekvonalak Doppler-eltolódásának mérésével) annak megállapítását, hogy a távoli csillagrendszerek a távolságukkal arányos sebességgel távolodnak tőlünk. A jelenség értelmezésére dolgozták ki az ősrobbanás elméletét. Eszerint az Univerzumunk 13,79 milliárd évvel ezelőtt szinte pontszerű állapotból indult.

A világ legnagyobb részecskegyorsítójának, a CERN-ben (Genf) épített Nagy hadronütköztetőnek (LHC) egyik fő feladata az ősrobbanás pillanatában fellépő jelenségek tanulmányozása földi körülmények között. De nemcsak az ősrobbanás pillanatának megértése ad munkát mostanában a fizikusoknak, hanem a jelenlegi Világegyetem felépítésének és mozgásának megértése is. Ha csak a megfigyelhető anyagot vesszük számításba, Newton



1. ábra. Az e^+e^- pár spektrométer sematikus rajza. A protonnyaláb az ábrára merőlegesen érkezik, és hozzá létre a magreakciókat az ábra közepén elhelyezkedő céltárgyban, amit két folt jelöl. A céltárgyat vékony Al fóliára párologtattuk, amit plexi rudak között feszítettünk ki. A vákuumot lezáró szén-szál csövet fekete kör jelöli, ami köré helyeztük el az MWPC detektorokat. A detektorok gázterét egy vékony falú, zölddel jelölt műanyag cső zárja le. Az 1 mm vastag ΔE detektorokat pirossal, az E detektorokat sárgával, míg a hozzájuk tartozó fényvezetőket kézzel jelöltem

törvényei és a gravitáció erőtvénye csak akkor adja vissza a csillagok keringési sebességét a galaxisokban, ha azokban a megfigyelhető anyag mennyiségénél jóval több anyag van.

A sötét anyag és a sötét energia

A megfigyelhető anyag mennyiségét a fénykibocsátása alapján állapítjuk meg, a keringési sebességek értelmezéséhez szükséges anyag viszont nem bocsát ki fényt. Ezért a sötét anyag elnevezést kapta és csak a tömeget vonzó hatását észleljük [1].

Az újabb mérések szerint a tőlünk igen nagy távolságra lévő csillagrendszerek sebessége meghaladja az ősrobbanás elmélete által várható értéket és az eltérés annál nagyobb, minél távolabb van tőlünk a csillagrendszer. A jelenség értelmezésére vezették be az ún. sötét energiát, amely „gravitációs tasztítása” révén növelheti a csillagok sebességét. Jelenlegi becsléseink alapján a sötét anyagnak és a sötét energiának tulajdonítható a Világegyetem tömegének 95%-a. Mibenlétükről jelenleg szinte semmit sem tudunk. A Földön végezhető kísérleteink csak a látható anyagra korlátozódnak, és ez a Világegyetem tömegének mindössze 5%-át teszi ki.

Miféle részecskék alkotják a sötét anyagot? Van-e valamilyen kapcsolat a látható világunk és a „sötét világ” között? E kérdések megválaszolása jelenleg egyre több fizikust foglalkoztat. A sötét anyag fizikájának megértése napjainkra a fizika egyik legégetőbb problémájává vált. Az Elsevier kiadó folyóiratot is indított „A sötét Univerzum fizikája” címmel, amely mára már az egyik legtöbbet hivatkozott fizikai folyóirattá vált. A kutatások egyik iránya a könnyű részecskékből álló sötét anyag keresése, amivel kapcsolatban számos gyorsítónál folynak kísérletek, és az EU (FP7) (ENSAR No.: 262010) és OTKA (K106035) támogatással mi is ilyen kuta-

tásba kapcsolódhattunk be. Egy új, kistömegű ún. mértékbozon hatásait kutatjuk nagyenergiás atommag-állapotok bomlásának vizsgálatával. Ez a bozon lenne hivatott megteremteni a kapcsolatot a látható világunk és a sötét anyag között úgy, hogy nagyon gyengén ugyan, de kölcsönhatásban állhat mind a látható, mind a sötét anyaggal.

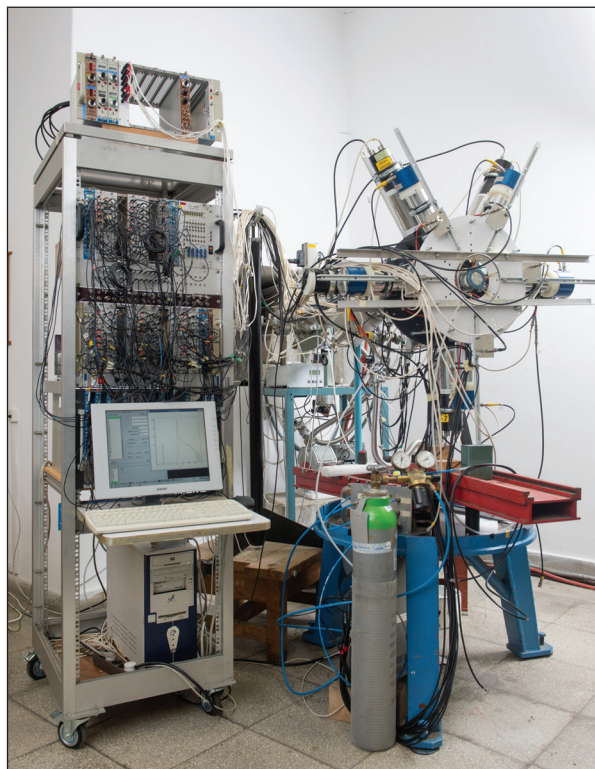
Elméleti előrejelzések a részecske tömegére

Jelenleg már nagy mennyiségű elméleti előrejelzés áll rendelkezésünkre. A részecske tömegét azonban ezek csak gyengén korlátozzák, ezért a kísérleti vizsgálatokat nagyon széles energiatartományban, 10 MeV-től- 1 GeV-ig kezdték el. Tűt keresünk a szénakazalban? Igaz, hogy már az energiatartomány jelentős részét ki is zárták, de még mindig sok kísérletet terveznek a világ nagy laboratóriumaiban a keresett részecske kimutatására [2]. Lehetséges-e, hogy a fenti kapcsolatot megteremtő részecske tömege elegendően kicsi ahhoz, hogy atommag átmenetekben is előállíthassuk? Jelenleg ezt a lehetőséget sem kísérleti adatok, sem elméleti becslések nem zárják ki, sőt inkább támogatják. Ez volt az indítéka annak, hogy a debreceni Atomkiban kutatási programot indítottunk a fenti részecske keresésére.

Egy kis laborban néhány elszánt kollégával szűkös anyagi körülmények között tudunk-e meggyőző kísérleti adatokat szerezni erre a részecskére? Igen nagy kihívást jelentett ez számunkra. A külföldön végzett kísérletekben emberek ezrei vesznek részt, és csúcstechnológiájú berendezéseket használnak, nem pedig általuk készített eszközöket. Csak szemléltetésképpen, a gyorsítónk és a detektorunk csak 1:100 méretarányos makettje lehetne a CERN-ben lévő eszközökének. Dávid és Góliát. És mégis, Fokke de Boer holland kollégánk biztatására, aki sajnos már nincs közöttünk, elkezdtük a kísérleteket, és joggal bizakodhatunk abban, hogy az erőfeszítéseinket siker koronázza.

Az új részecske keresése

Kísérletünk alapelve valójában egyszerű. Egy kis tömegű, semleges, rövid élettartamú részecske elektron-pozitron párra történő bomlását vizsgáljuk nagyenergiás atommagátmenetben [3]. Nyugvó részecske esetén, az energia és az impulzus megmaradása miatt, az elbomló részecskéből keletkező e^- elektron és e^+ pozitron pontosan egymással ellen-



2. ábra. A teljes spektrométer fényképe a gázrendszerrel, a detektorok jeleit feldolgozó elektronikával és az adatgyűjtő rendszerrel

tés irányban fog kirepülni. Viszont ha az elbomló részecske mozog, akkor a sebességek összeadásának megfelelően a kilépő részecskék közötti szög is megváltozik. Minél nagyobb sebességgel mozog a részecske, annál kisebb szögben fog az e^-e^+ pár egymáshoz képest mozogni. Így az elektron és pozitron mozgásirányai által bezárt szögben (a szögkorrelációjukban) egy adott szögnél éles maximum várható. Ez alapján, ha a részecske jól meghatározott energiájú magátmenetben keletkezett, a tömege egyértelműen meghatározható.

A magállapotok gerjesztésére az MTA Atommagkutató Intézetében, az Atomkiban, Debrecenben, gyorsítóval létrehozható magreakciókat használtunk. Az elméleti előrejelzések szerinti részecske nagyon rövid idő alatt elektron-pozitron párra (e^-e^+) bomlik. Kísérleteink célja a feltételezett, nagy sebességgel mozgó részecske elektron-pozitron bomlásának megfigyelése volt.

Kísérletünkben a ${}^7\text{Li}$ céltárgyon történő protonbefogással a ${}^8\text{Be}$ atommag magasan fekvő energiaszintjeit gerjesztettük. Különbön éppen ez volt az első, protonok gyorsítása során megfigyelt magreakció, még 1930-ban. Akkor a ${}^8\text{Be}$ atommag két α részecskére történő szétesését figyelték meg. Az Atomkiban a protonokat egy házi készítésű Van

de Graaff-gyorsítóval állítottuk elő. Az e^-e^+ pár szögkorrelációjának mérésére pedig egy olyan új, nagy hatásfokú, jó szögfelbontású detektorrendszert építettünk, amelyet korábban még senki sem használt. Az általunk megfigyelt részecske keletkezésének valószínűsége kb. 10 milliárdszor (10^{10}) kisebb, mint az α részecskék keletkezésének valószínűsége. A ${}^8\text{Be}$ 10 000 α -részecskére való bomlására csupán egyetlen, elektromágneses átmenet (γ -sugárzás) történik, és egymillió elektromágneses átmenetre csupán egyetlen új részecske elektron-pozitron bomlása jut. Az új részecske kimutatását tovább nehezíti, hogy nagyenergiás elektromágneses átmenetekben, a kvantum-elektrodinamika értelmében

a teljesen üres térből (a vákuumból) is keletkezhetnek e^-e^+ párok. Ezek jelentős háttérrel adnak a méréseinkhez, mivel a fenti belső párkeltésnek nevezett folyamat valószínűsége a γ -átmenet valószínűségének kb. az 1 ezred része. Az így keletkező e^-e^+ párok szögkorrelációja azonban pontosan ismert, és a két részecske által bezárt szög függvényében jó közelítéssel exponenciálisan csökken. Így jól megkülönböztethető az új részecske bomlásokor várható éles csúcstól.

Az e^-e^+ szögkorreláció mérése

Az említett nagyon ritka események detektálására az elektront és a pozitront egy időben észlelő, ún. e^-e^+ koincidencia-spektrométert építettünk az Atomkiban. A detektorok és spektrométerek építésének itt már nagy hagyományai vannak. Elektron-spektrométerek építésében az intézet különösen jelentős nemzetközi elismertségnek örvend. Az Atomki a kis intézetek közé tartozik, ezért ha a nemzetközi mezőnyben meg akarjuk állni a helyünket, akkor egyedi berendezéseket kellett és kell jelenleg is fejlesztenünk.

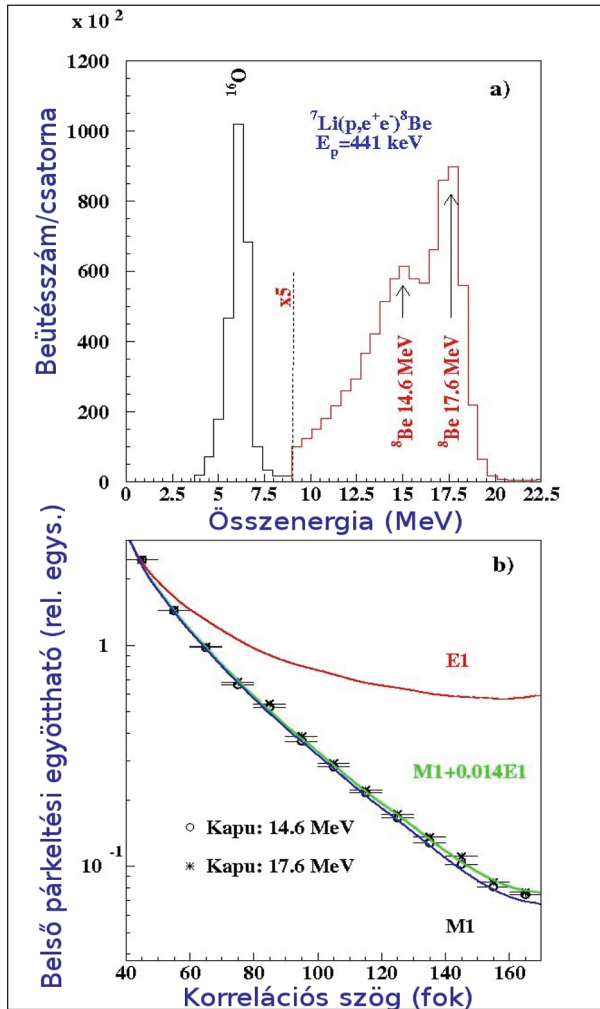
Amikor 1976-ban a Magspektroszkópiai Osztályra kerültem, éppen akkor fejlődött be egy szupravezető mágnesekkel mű-

kód elektron-spektrométer (SMS) építése. A diplomamunkámat már ezzel a spektrométerrel készítettem. Ezt a berendezést később belső párkeltési mérésekre is felhasználtuk. A jelen feladatra azonban az SMS már nem volt megfelelő. Olyan nagyenergiás, 18 MeV-es e^+e^- párokat nagy hatásfokkal detektáló spektrométerre volt szükség, amellyel az e^+e^- párok szöge is néhány fok pontossággal meghatározható. A spektrométer tervezésében és építésében jelentős segítséget kaptunk nemcsak az intézet tagjaitól, hanem holland és német kollégáinktól is.

A spektrométer 5 db sokszálas proporciónális számlálóból (MWPC), valamint vékony (ΔE) és vastag (E), úgynevezett plazsztik szcintillációs detektorokból áll. A gáztöltésű proporciónális számlálók a detektálandó e^- és e^+ becsapódási helyének meghatározására, a vékony és vastag szcintillátorok pedig a részecskék azonosítására és energiájuk meghatározására szolgálnak. A spektrométer sematikus ábráját és fényképét az 1. és 2. ábrán láthatjuk.

A spektrométer hasonló a mások által korábban épített berendezéshez, de mi jóval nagyobb méretű detektorokat használunk, olyan közel helyezve a céltárgyhoz azokat, amennyire csak lehet, és a pontos szögmérést MWPC detektorokkal végezzük, nem pedig csak a szcintillátorokkal. Ilyen módon a spektrométer hatásfokát kb. ezerszeresére sikerült növelnünk. Ezeket a detektorokat a nyálábírányra merőlegesen, 0° , 60° , 120° , 180° és 270° -os szögekbe helyeztük el. A szögeket úgy választottuk ki, hogy a spektrométer hatásfoka az e^+e^- párkorrelációs szög függvényében körülbelül egyenletes legyen.

A 3. ábrán az e^+e^- párok összenergia-spektrumát mutatom be (a), amit a ^8Be 17,6 MeV-es gerjesztett állapotának bomlása után mértünk. Ez az állapot rezonanciaszerűen gerjeszthető a bombázó protonok energiájának függvényében. A rezonancia energiája $E_p = 441$ keV, a szélessége pedig 10,7 keV. A spektrumban látható 17,6 MeV-es átmenet a ^8Be alapállapotára, míg a 14,6 MeV-es a nagyon rövid élettartamú, két α -részecskére bomló, és ezért igen széles első gerjesztett állapotára megy. A spektrum elején látható intenzív ^{16}O vonal a $^{19}\text{F}(p,\alpha)^{16}\text{O}$ magreakcióval gerjesztődik az ebben az esetben használt LiF céltárgyban. Az ábra alsó részében (b) a 17,6 MeV-es és a 14,6 MeV-es átmenetek szöggörrelációját tüntettem fel. Az M1-gyel és E1-gyel jelölt kihúzott görbék



3. ábra. A ^8Be 17.6 MeV-es gerjesztett állapotának bomlásából mért e^+e^- energiaösszeg-spektrum (a), illetve az átmenetekkel kapuzott szöggörreláció (b) és a különböző szimulációk kapott szöggörrelációi. Az elektromos és mágneses dipólus átmenet feltételezésével számított görbét folytonos vonallal, míg az M1+1,4% kevert átmenetre számított görbét szaggatott vonallal tüntettem fel

a mágneses, illetve elektromos dipólus átmeneteket feltételezve végzett szimulációk eredményei.

A szimuláció a mérés során történtek Monte-Carlo módszerrel való számítógépes lejártszása. Ezt a CERN-ben kifejlesztett GEANT programmal végeztük. A spektrométer minden részét, a céltárgy környezetében az utolsó csavarig, gondosan beépítettük a szimulációba, hogy megkaphassuk a spektrométer választ mind az e^+e^- párokra, mind az intenzív γ -sugárzásokra. A belső párkeltési folyamat mellett a γ -sugárzások okozta háttérrel, a külső párkeltést és az e^- illetve e^+ sokszorosos szóródásokat is figyelembe vettük, hogy minél pontosabban megértsük a detektorok és a spektrométer válaszfüggvényeit.

Amint az a 3. ábrán látható, a ko-

rábbi mérési eredményekkel összhangban, 110° felett csak egy kicsi eltérést kaptunk a kísérleti értékek és az M1 átmenetre szimulált értékek között. Pedig ennek az átmenetnek ismereteink szerint tiszta M1 átmenetnek kellene lennie. Ha azonban figyelembe vesszük a direkt proton befogással keletkező gyenge, nemrezonáns E1 multipolaritású háttér hatását is azzal, hogy az M1 szöggörrelációhoz csupán 1,4%-ban keverünk E1 szöggörrelációt is, akkor a kísérleti eredményeinket már pontosan értelmezni tudjuk. Tehát ez esetben nem volt szükség a kísérleti adataink értelmezéséhez semmilyen új részecske bevezetésére. A folytonos háttér hozzákeveredésének mértéke a rezonancia befogás járuléka-hoz természetesen függ mind a rezonancia szélességétől, mind a céltárgy vastagságától, ami a rezonancia további kiszélesedését okozza.

Az új részecske kimutatása

E kísérlet után megvizsgáltuk egy magasabb, 18,15 MeV-nél megfigyelt, szintén jól ismert gerjesztett állapotból származó e^+e^- párok szöggörrelációját is. Ez az állapot szintén rezonanciaszerűen gerjeszthető 1,040 MeV-es protonokkal, de a rezonancia sokkal szélesebb (138 keV), mint az előző rezonancia volt.

Ezért a nemrezonáns E1 háttérből jóval nagyobb keveredés várható. Ezt a korábbi, 75° – 130° tartományban végzett, az irodalomban publikált kísérleti eredmények meg is erősítették.

A jelen kísérletben a szögtartományunkat kiterjesztettük egészen 170° -ig, és az ezerszeres hatásfok eredményeként a mérés statisztikus hibáját is jelentősen csökkentettük. Az $E^* = 18,15$ MeV-es rezonancián mért kísérleti szöggörrelációinkat a 4. ábrán láthatjuk. Fontos megjegyezni, hogy az eloszlásokat közel szimmetrikus energiaeloszlású e^+e^- párra gyűjtöttük ki:

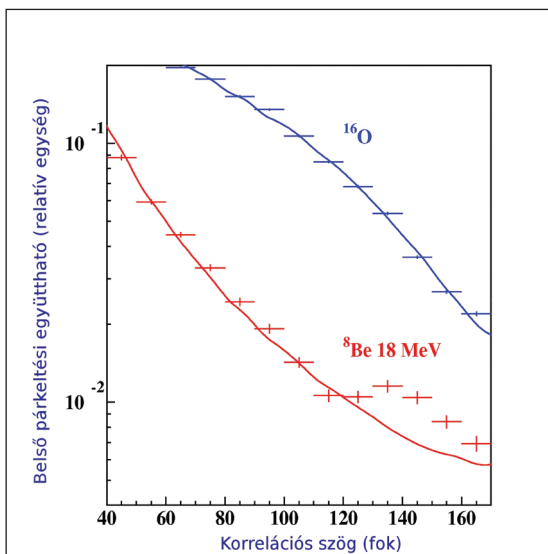
$$-0.5 < \frac{E_{e^-} - E_{e^+}}{E_{e^-} + E_{e^+}} < 0.5$$

ahol E_e az elektron, míg az E_{e^+} a pozitron energiáját jelöli.

A 6,05 MeV-es E0 (elektromos monopólus) átmenet itt is az ^{16}O -ból származik. Amint a 3. ábrán látható, a sugárzás szögkorrelációját a szimulációinkkal megfelelően értelmezni tudtuk. A ^8Be 18,15 MeV-es átmenetének szögkorrelációja azonban a szimulációinkkal nem volt értelmezhető.

Mi okozhatja az eltérést? Az e^-e^+ párokkal szimultán mért nagyenergiás γ -spektrum nem mutatott semmilyen 11 MeV fölötti, a céltárgyból esetleg származó szennyező csúcst, amit a szimulációinkban nem vettünk figyelembe, és ami esetleg az eltérést okozhatná. Megvizsgáltuk, a γ -spektrumban nem látható, esetleges E0 átmenet hatását is. Hogy a kísérleti adatainkat jobban értelmezni tudjuk, megpróbáltunk az illesztések során az M1+E1 keverékhez még E0-at is adni, de az illeszkedés jósága nem változott. Mivel a különböző multipolaritásokhoz tartozó szögkorrelációk mindegyike lassan változik a korrelációs szög függvényében, a kevert átmenetben sem várhattunk olyan csúcserű viselkedést a szög függvényében, mint amelyet a kísérleti eredményünk mutat.

Megvizsgáltuk még az esetleges interferenciajelenségek hatását is. A 18,15 MeV-es γ -átmenet szögeloszlására az irodalomban [4] igen nagy előre-hátra aszimmetriát kaptak (8:1), és azt a 18,15 MeV-es M1 multipolaritású rezonanciabefogás és a direkt befogás E1 komponensének interferenciájával magyarázták. Ismeretes, hogy a γ -sugárzások anizotróp szögeloszlása befolyásolhatja az e^-e^+ pár szögkorrelációját is. Ha azonban a detektorainkat a nyálábra merőlegesen helyezük el, mint ahogy azt a jelen kísérletben tettük, akkor a fenti hatás minimalizálható. Az előre-hátra aszimmetriát a magreakciót létrehozó proton energiájának függvényében vizsgálva, abban a rezonanciánál jóval szélesebb csúcst kaptak $E_p = 1,1$ MeV-nél, 70 keV-vel a rezonancia fölött, és az aszimmetria alig csökken egészen $E_p = 1,2$ MeV-ig. Ilyen módon az előre-hátra aszimmetria energiafüggése különbözik a 18,15 MeV-es rezonancia alakjától, ami 1,14 MeV-nél már kb. a maximumának a negyedére csökken.



4. ábra. A ^8Be 18,15 MeV-es gerjesztett állapotának bomlásából, illetve a céltárgyban keletkező egyéb szennyező sugárzásokra mért elektron-pozitron szögkorrelációk. A megfelelő szimulációk eredményeit folytonos vonalakkal tüntettem fel

Hogy a 18,15 MeV-es e^-e^+ pár szögkorrelációjában megfigyelt anomália eredetét kiderítsük (az kapcsolatos-e a fenti interferenciával), a szögkorrelációs méréseinket még további három bombázó energiánál is elvégeztük. Eredményeinket az 5. ábrán mutatom be.

A különböző bombázó energiáknál mért szögkorrelációkat, a jobb áttekinthetőség kedvéért, különböző faktorokkal szoroztam meg, amiket az ábrán feltüntettem. A kihúzott görbe a belső párkeltés által okozott háttérrel jelöli M1 + 23 % E1 multipolaritásra számítva.

Mivel a maximális anomáliát 1,04 MeV-es bombázó energia esetén a 18,15 MeV-es rezonancián kaptuk, és 1,15 MeV-nél már nem láttunk semmilyen anomáliát, kísérletileg bebizonyítottuk, hogy a szögkorrelációban megfigyelt anomália nem kapcsolatos az M1/E1 interferenciával. Nem magyarázható egyéb γ -sugárzással kiváltott háttérrel sem, hiszen a rezonancia mellett mérve, ahol a γ -háttér csaknem ugyanakkora, mint a rezonancia esetén, az anomália eltűnik. Ilyen módon, a jelenlegi tudásunk szerint az anomália nem lehet magfizikai eredetű.

A szögkorrelációban $\Theta = 140^\circ$ -nál megfigyelt anomália szignifikanciája igen nagy, annak valószínűsége, hogy az anomáliát csak a háttér fluktuációja okozza, mindössze $5,6 \times 10^{-12}$.

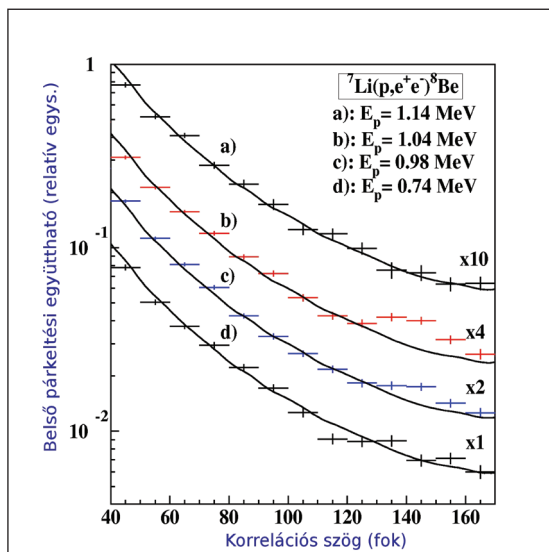
Egy új részecske (bozon, mivel egy $1^+ 0^+$ átmenetben keletkezett) keletkezését és elbomlását feltételezve szintén végeztünk szimulációkat, és az eredményeket súlyozottan hozzáadtam a normál belső párkeltésre kapott szögkorrelációhoz. A szögkorrelációra kapott mérési eredményeink érzékenységét a feltételezett bozon tömegére a 6. ábrán mutatom be.

Figyelembe véve, hogy egy 18,15 MeV-es M1 átmenet belső párkeltési együtthatója $3,9 \times 10^{-3}$, a bozon/ γ elágazási arányra a kísérleti adatok illesztéséből $5,8 \times 10^{-6}$ értéket kaptunk. Ugyanezt az elágazási arányt használtam az 5. ábrán más tömegekre (± 1 MeV) bemutatott elméleti görbék kiszámítására is.

Szimulációink értelmében, a feltételezett bozon hatása aszimmetrikus energiaeloszlású párok esetén:

$$0.5 < \frac{|E_{e^-} - E_{e^+}|}{E_{e^-} + E_{e^+}} < 1.0,$$

elhanyagolható kell, hogy legyen. A 6. ábrán az üres körökkel ilyen aszimmetrikus párokra az általunk kísérletileg meghatározott szögkorrelációt mutatom



5. ábra. A ^8Be 18 MeV-es átmenetéhez tartozó e^-e^+ párok szögkorrelációja különböző proton bombázó energiákkal történt gerjesztések esetén. Az ábrára felírt energiákat korrigáltunk a céltárgyban történt energiavesztéssel. A folytonos görbe a szimuláció eredményét jelöli

be. Ezek az adatok nem mutatnak anomális viselkedést. Ez a tény szintén támogatja az új részecske keletkezésére és bomlására tett feltételezésünket.



Richter Nándortól búcsúzunk

Október 8-án, 84 éves korában elhunyt egy ember, aki sokat tett a Természet Világa folyóiratért.

A megrendültség előhívja a közös emlékeket. A Rotary Club Budapest elnökeként kivívta, hogy a Kárpát-medence hátrányos helyzetű iskoláiba is eljusson a Természet Világa, a természettudományos kultúra. Meggyőzte ennek hasznosságáról testvérszervezetüket, a Rotary Club Babylont (New York) is, így támogatásukkal évekig száznál több magyar tannyelvű iskola megkapta folyóiratunkat. A két Club összefogása lehetővé tette, hogy a Természet Világa diákpályázatának legjobb felkészítő tanárai közül évente egy magyarországi és egy határainkon túli pedagógus Rotary-ösztöndíjban részesüljön.

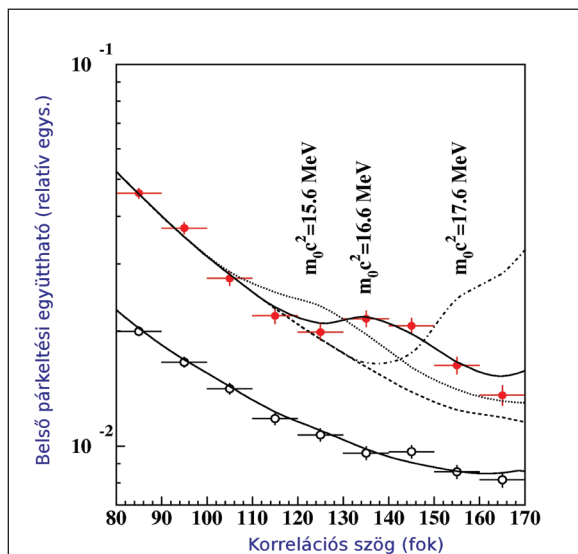
Richter Nándor segítségére mindig számíthatunk, különösen, ha tanárokról, fiatalokról, diákokról volt szó. A vonzalom érthető: édesapja neves magyar-latin szakos tanár volt Szabadkán. A Rotary Club Budapest elnökeként is ez volt a mottója: „Jótekonysággal a tanult ifjúságért!” Feleségével, Verával mindig eljött diákpályázatunk díjátadó ünnepségére, öröm volt számukra az értelmes fiatalok szemébe nézni.

Az ELTE-n szerzett matematika-fizika szakos tanári oklevelet, a BME-n villamosmérnököt. Hét évig dolgozott középiskolai tanárként, majd évtizedekig az iparban tevékenykedett vezető beosztásokban az orvosi elektronikus készülékek fejlesztésével, gyártásával és rendszerbe állításával foglalkozva (Országos Mérésügyi Hivatal, Medicor Művek, Medicor-Micromed, Országos Kórház- és Orvostechinikai Intézet). Vállalati kiküldöttként évekig dolgozott Braziliában, átfogó egészségügyi-műszaki program kialakításán a Dél-afrikai Köztársaságban. Szakértelme elismeréseként az orvostechinikai szakmai világszövetségek munkájában alelnökként és elnökként (IFMBE) is részt vehetett.

Tagja volt a Magyar Mérnök Akadémiának, az Európai Mérnökegyesületek Szövetsége az Eur. Ing. címet adományozta neki.

Richter Nándor igyekezett jobbá tenni a világunkat. Nagyon hiányzik majd az életünkéből.

Staar Gyula



6. ábra. A ${}^8\text{Be}$ 18.15 MeV-es átmenetéhez tartozó, a rezonancián mért e^-e^+ párok szimmetrikus (sötét pontok hibákkal), illetve aszimmetrikus (üres körök hibákkal) energiaeloszlással kapuzott szögkorrelációja, összehasonlítva a különböző energiájú részecskét feltételező szimulációk eredményeivel

Az új részecske tömegének meghatározását a kísérleti adataink és a szimulált eloszlások χ^2 módszerrel történő összevetésével végeztük. Az analízis eredményeként a részecske tömegére $m_0c^2 = 16,70 \pm 0,35$ MeV-et kaptunk. A nyaláb helyének és a detektorok hitelesítésének bizonytalansága miatt a szisztematikus hibát pedig 0,5 MeV-re becsültük.

A vizsgált két gerjesztett állapotok ($E_x=17,6$ MeV és 18,15 MeV) esetén csak az úgynevezett izospin (T) különbözik egymástól. Az izospin kvantumszámot az erős kölcsönhatás töltésfüggetlenségének jellemzésére vezették be. Ilyen módon a proton és a neutron ugyanazon részecskének, két különböző izospinű ($T=1/2$, és $T=-1/2$) állapota. A 17,6 MeV-es nívó esetén $T=1$, míg a 18,15 MeV-es nívó esetén $T=0$. Az alapállapot izospinjé szintén $T=0$. Az anomáliát csak a $T=0 \rightarrow T=0$ átmenet esetén figyeltük meg. Így a keletkezett részecske izospinjé is $T=0$, azaz izoskalár részecske kell, hogy legyen. Ez azt jelenti, hogy egyformán csatolódik a protonokhoz és a neutronokhoz is.

Összefoglalás

Kísérletileg megvizsgáltuk a ${}^8\text{Be}$ atommag 18,15 MeV-es állapotának legerjesztődésekor keletkező e^-e^+ párok szögkorrelációját, és abban 140° környékén a belső párkeltési elméleti értékektől csúcserű eltérést találtunk. Legjobb tudásunk szerint ez jelenleg semmilyen magfizikai effektussal nem

magyarázható. A kísérleti és az elméleti értékek eltérése jelentős, és az csak egy új részecske bevezetésével magyarázható, aminek tömege $16,7 \pm 0,35$ (statistikus hiba) $\pm 0,5$ (szisztematikus hiba) MeV. A részecske bomlásakor keletkező e^-e^+ párok keletkezési valószínűsége a γ -átmenet valószínűségéhez képest (elágazási arány) $5,8 \times 10^{-6}$ -nak adódott.

Becsléseink szerint, a fenti elágazási arány alapján a részecske csatolási állandója a látható anyaghoz, az elektromágneses csatolási állandóhoz képest a 10^{-7} -es tartományba esik, ami jó egyezésben van a legújabb elméleti előrejelzésekkel.

Eredményeinkről több nemzetközi konferencián is nagy érdeklődést kiváltó előadást tartottam, és az idevonatkozó publikációnkat a Physical Review Letters-hez, a legrangosabb fizikai folyóirathoz küldtük be publikálásra [5]. Ha az eredményeinket más laborokban végzett kísérletek eredményei is megerősítik [amiket már terveznek mind az USA-ban (Jefferson Labor), mind Oroszországban (Budker Intézet, Novoszibirszk)] és az eredményük 1–2 éven belül várható, akkor egy új részecske, egy új mértékbozon felfedezéséről beszélhetünk, ami megnyithatja az utat egy új világ felé, a sötét anyag megismerése felé. Δ

A bemutatott kutatást az OTKA K106035 számú pályázata támogatta.

Irodalom

- [1] Trócsányi Zoltán, A Természet Világa 2013/1 különszáma, 21.
- [2] Dark Forces at Accelerators. DARK 2012. Frascati (Rome), Italy, Laboratory Nazionali di Frascati, INFN, 16-19 Oct., 2012. Frascati Physics 56 (2013); <http://inspirehep.net/record/1234292>.
- [3] A. Krasznahorkay et al., az [1]-es irodalom 86-97. oldal.
- [4] D. Zahnow et al., Z. Phys. A351, 29 (1995).
- [5] A. Krasznahorkay, M. Csatlós, L. Csige, Z. Gácsi, J. Gulyás, M. Hunyadi, A. Krasznahorkay Jr., I. Kuti, B.M. Nyakó, L. Stuhl, J. Timár, T.J. Kettel, T. Tornyi, Zs. Vajta, arXiv:1504.01527

KERN ANIKÓ

A vegetáció megfigyelése az űrből

A szárazföldi bioszféra és ezen belül a vegetáció meghatározó szerepet tölt be az élelmezés és nyersanyag-ellátás terén, továbbá alapvető szabályozó funkciót lát el az éghajlati rendszerben. A jelenleg zajló globális léptékű változások következtében a vegetáció monitorozása az elmúlt évtizedekben kiemelt kutatási területté vált.

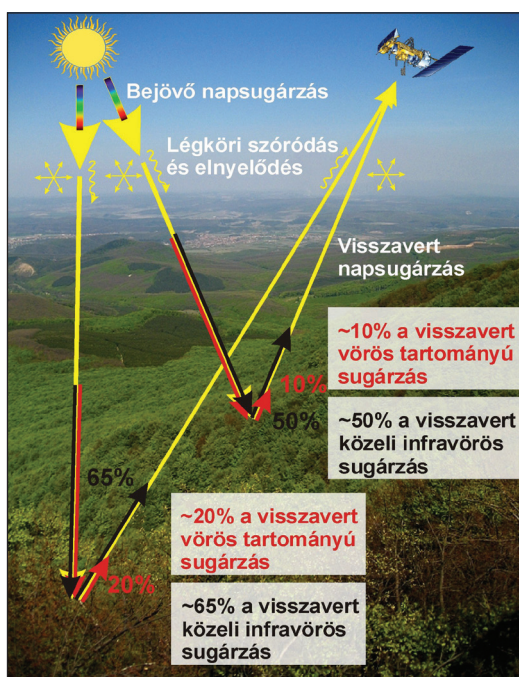
A növényzet állapotának és produktívitásának folyamatos vizsgálatára a legkiválóbb eszköz a műholdas távérzékelés (1. ábra). A műholdas adatok alapvető információt szolgáltatnak a nagy területeket borító növényzet állapotáról, fejlettségéről és a mezőgazdasági termésmennyiségéről. Ennek köszönhetően az időjárás és rajta keresztül az éghajlat növényzetre gyakorolt hatása műholdak segítségével is vizsgálható.

Földünk első műholdját, a Szputnyik-1-et 1957 őszén bocsátották fel az egykori Szovjetunióból, s ezzel megkezdődött a Föld légkörének és felszínének tanulmányozása egy új és különleges helyről: a világűrben. Ezt követően a világ vezető gazdaságai egyre több műholdat állítottak Föld körüli pályára, melyek szenzorai az adott kor technikai és műszaki fejlettségét tükrözték. Hamarosan felismerték a műholdas távérzékelés további lehetőségeit, és a meteorológiai céllal felbocsátott mérőműszereket ellátták a vegetáció megfigyeléséhez szükséges mérési csatornákkal is. A növénytakaró fejlettségének és produktívitásának vizsgálatához az 1980-as évek elejétől kezdve állnak rendelkezésre műholdas adatok.

A vegetáció műholdas távérzékelésének alapja a felszín által visszavert nap-sugárzás űrbázisú platformon történő mérése. Az így nyert adatokból a mérési csatornák kombinálásával különböző vegetációs indexeket hozhatunk létre, amelyekből a növényzet állapotára, produktívására és fenológiai ciklusára jellemző információt nyerhetünk. Ezek közül az egyik legismertebb az ún. NDVI (*Normalizált Vegetációs Index*), amely a vegetációra jellemző, a látható és közeli infravörös tartományban megfigyelhető eltérő sugárzás-visszaverésen alapul. Mivel a felhőmentes légkörön áthaladó sugárzás két fő hullámhosszfüggő fizikai folyamat (gázmolekulák és aeroszol részecskék általi szórás és elnyelés) gyengítésé-



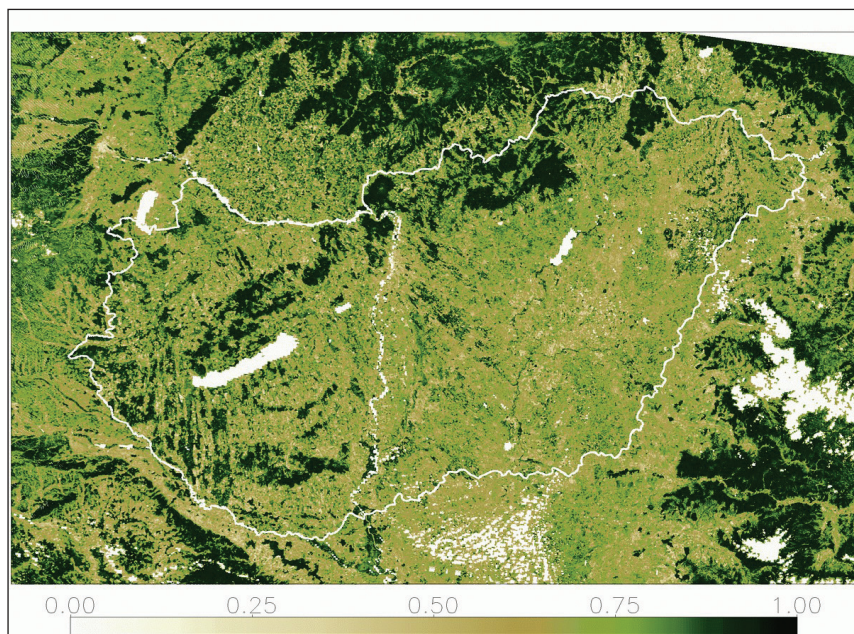
1. ábra. Európa műholdtávlatból 2015. július 1-jén (az ELTE vevőállomása által vett Aqua/MODIS műholdkép a Google Earth szoftverrel megjelenítve)



2. ábra. A vegetáció műholdas megfigyelésének sematikus ábrája, ahol két különböző állapotú növényzet sugárzás-visszaverése közötti különbséget figyelhetjük meg a vörös, illetve a közeli-infravörös tartományban

nek van kitéve (2. ábra), ezért az NDVI vegetációs indexet a légkör sugárzasmódosító hatásának leválasztásával célszerű előállítani. Az így kapott NDVI-adatsorok a hosszabb időskálán bekövetkezett, nagyobb térségre vonatkozó változások tanulmányozásához az elérhető egyik legjobb adatforrásnak számítanak. A vegetációs indexek jól alkalmazhatók a szélsőséges időjárás események vegetációra gyakorolt hatásának vizsgálatához is.

Sok kutatót foglalkoztató kérdés, hogy a globális átlagban növekvő felszíni hőmérséklet hatására bekövetkező biotikus változások vajon detektálhatók-e műholdas mérések alapján? Ezen változásoknak leginkább az ún. vegetációs időszakban van nagy jelentősége, amikor a növényzet számára a növekedés lehetővé válik. A korábbi vizsgálatok egyértelműen kimutatták az északi félteke mérsékelt övére a meghosszabbodott vegetációs időszakot (Myneni et al., 1997)



3. ábra. NDVI-mező Magyarország térségére (Terra/MODIS, 2015. június 6., ELTE vevőállomás)

gos analizését is. A saját származtatású mennyiségek legnagyobb előnye azok azonnali elérhetőségében rejlik.

Magyarország vegetációja az elmúlt 15 évben (2000–2014)

A 2000-től elérhető MODIS-adatok mostanra már tekintélyes hosszúságú adatsort alkotnak ahhoz, hogy hosszabb időszakra vonatkozóan végezzünk elemzést a Kárpát-medencére az időjárás és a növényzet kapcsolatáról, feltérképezve az időszak alatt bekövetkezett változásokat és azok okait.

De hogyan is kell elképzelni egy vegetációs index alapú térképet a Kárpát-medencére? A 3. ábrán példaként láthatunk egy aktuális (2015. június 6., Terra/MODIS) 250 méteres horizontális felbontású NDVI-mezőt. A vegetációt ~0,3 és 1 közötti NDVI-értékek jellemzik, ahol a nagyobb értékek (vagyis a képen a sötétebb színek) dúsabb, potenciálisan nagyobb produktivitású növényzetet jelölnek. A képen fehér szín jelzi a felhőket és a nyílt vízfelületeket, hiszen az NDVI-mezők előállítására értelemszerűen a földfelszínre korlátozódik. Ennek megfelelően az NDVI származtatásának elengedhetetlen lépése a már említett légköri sugárzásmódosító hatások leválasztásán túl a felhőzet felismerése és elkülönítése.

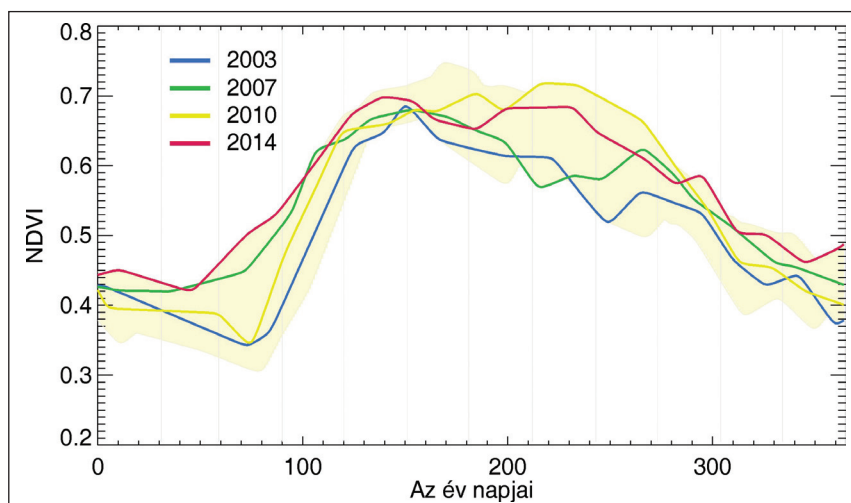
Az időben egymást követő felhőmentes adatokból lehetőség nyílik vegetációs in-

és az NDVI növekedését (Tucker et al., 2001; Zhou et al., 2001). Ezen eredmények összhangban vannak a felszíni hőmérséklet emelkedésével, amely erősen meghatározza a növényzet növekedését, illetve megfelelnek annak a feltételezésnek, miszerint a megnövekedett légköri szén-dioxid mennyisége a növényzet gyorsabb növekedéséhez vezethet. Más kutatások (pl. Piao et al., 2008) árnyaltabb képet adnak a folyamatokról, miszerint a növekedési időszak kitolódása miatt módosul a növényzet légzése is, amely a fotoszintézis általi szén-dioxid-megkötéssel ellentétes irányú folyamat. Ezek a korábbi eredmények jól tükrözik a problémákör bonyolultságát, és további vizsgálatokra ösztönöznek.

Az amerikai NASA EOS elnevezésű űrbázisú földmegfigyelő rendszerének két jelentős képviselője a Terra és az Aqua műhold. Ezek az ún. kvázipoláris napszinkron pályán, megközelítőleg 705 km magasan a földfelszín felett keringő műholdak egy adott területről napi kétszeri mérést biztosítanak. A fedélzetükön elhelyezett szenzorok közül az egyik legfigyelemreméltóbb az ún. MODIS-szenzor. A 36 spektrális mérési csatornával kialakított sugárzásmérő műszer méréseit a látható, a közeli-infravörös és az infravörös tartományokban, mintegy 2330 km széles terület folyamatos lefedésével végzi, 250, 500 és 1000 méteres felbontással. A belőlük származtatott adatok 2000 óta érhetők el különböző tér- és időbeli felbontásban.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Űrkutató Csoportja 2002-ben telepítette műholdvevő-állomását Budapes-

ten (Ferencz et al., 2003). Az egyéb meteorológiai műholdak adatainak vételén túl az állomást az amerikai Terra és Aqua műholdak MODIS-adatainak közvetlen vétele teszi különlegessé és a térségben egyedülállóvá immár több mint 10 éve (Timár et al., 2006). Az állomás által vett MODIS-adatok a valós idejű feldolgo-

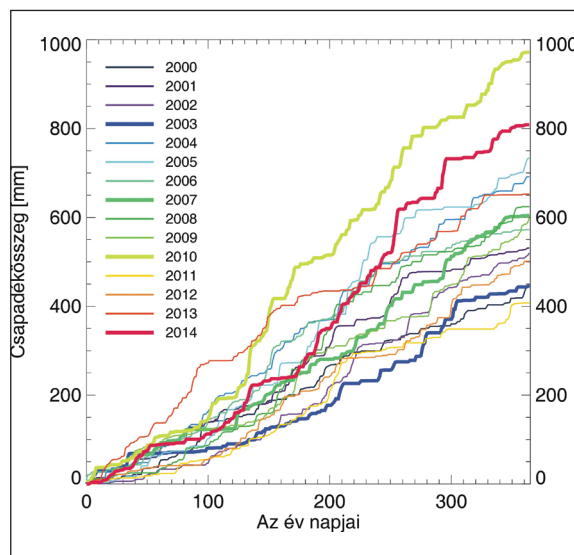


4. ábra. Magyarország teljes növényzetének átlagos NDVI-menetei négy különböző időjárású évben. A drapp sáv a 2000–2014 alatt bejárt tartományt jelöli

zás mellett a hosszabb adatsorokon alapuló alkalmazásokra is lehetőséget nyújtanak (Kern et al., 2014). Ezek közül az egyik legfontosabb a saját származtatású NDVI-adatsorok vizsgálata. Ide tartozik a vegetációs indexeken alapuló termésbecslés is, amely egyaránt jelenti a terméshozam előrejelzését és annak utóla-

dex idősorok meghatározására is. Az időbeli menetek a növényzet éves fejlődése jól tükrözi a meteorológiai paraméterek alakulását. A Magyarországra vonatkozó NDVI-értékek területi átlagolásával előálló időbeli menetek közül négy érdekesebb, különböző időjárású évre vonatkozót ábrázol a 4. ábra. Az ország teljes területét

re történő átlagolás természetesen elfedi a regionális különbségeket, ugyanakkor



5. ábra. Az évenkénti kumulatív csapadékmennyiség alakulása a 2000–2014-es időszakban Magyarország teljes területére átlagolva

egyszerűen használható, robusztus eredményeket szolgáltat, amelyek előkészítik a kisebb területekre vonatkozó vizsgálatokat. A vegetáció felfutását mind a négy év során meghatározta a kora tavaszi csapadék és hőmérséklet, jelentős különbségeket eredményezve.

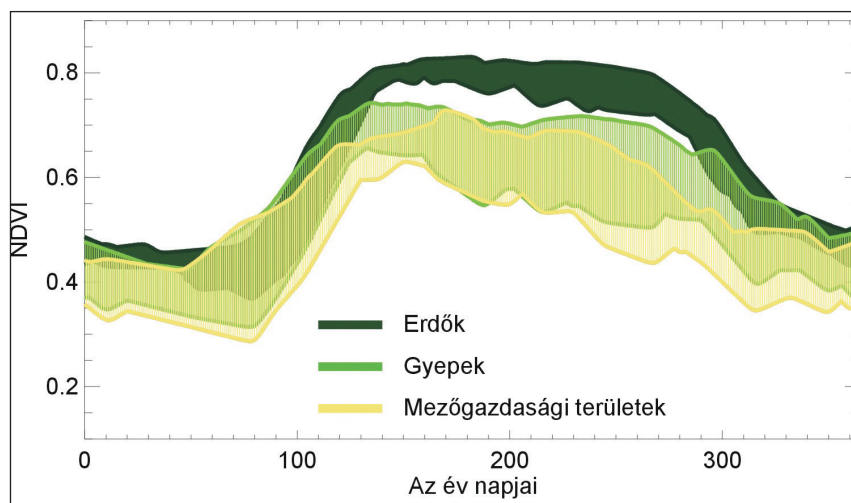
A 2003-as év Európa-szerte hírhedté vált a nyári hőhullámairól és az azokat kísérő csapadékihiányról, hazánk térségében is jelentős aszályhelyzetet eredményezve. Ennek eredményeként a vegetációt június végétől folyamatos és drasztikus hanyatlás jellemezte, amellyel az NDVI a 15 év alatt előforduló értékekből képzett tartomány (a 4. ábrán drapp színnel jelölve) alsó határához került közel. A Kárpát-medencét 2007 júliusában érintő hőhullám ugyancsak hirtelen csökkenést eredményezett a növényzet fejlettségében. Az említett két év jellegzetességeitől eltérő módon a 2010-es évet országosan jelentős csapadéktöbblet jellemezte (5. ábra). Ennek pozitív hatása a viszonylag hűvösebb hónapok miatt csak a nyár második felében vált érezhetővé, így a július-szeptemberi hónapokban okozott kiemelkedően magas NDVI-értéket. 2014-ben a tavaszi hónapok szintén az átlagnál melegebbek voltak, a 2007-es évhez hasonlóan a fenológiai ciklus korai indulásához vezetve. Ezt követően az ideális mennyiségű és időbeli eloszlású csapadék és a kevésbé forró nyár alakította tovább a vegetáció fejlettségét, amelynek eredményeként a vegetációs időszak 2014-ben a 15 év alatt előforduló leghosszabb lett.

Joggal merülhet fel a kérdés, vajon mennyire tér el egymástól, illetve a teljes növényzetre vonatkozó átlagtól a külön-

böző növénytípusok éves menete. A főbb növénytípusok megkülönböztetésével készült a 6. ábra, amely a mezőgazdasági, a gyepek és az erdős területekre külön átlagolt, 2000–2014 közötti országos NDVI-menetek 15 év alatt bejárt tartományát szemlélteti. A 6. ábrát megfigyelve láthatjuk, hogy az egyes növénytípusok közötti különbségek jelentősek. A lágyszárú növényekhez képest a mélyebb gyökérszerű erdők nyilvánvalóan kevésbé vannak kitéve az időjárás változékonyságának, ezért a 15 év alatt bejárt tartomány határozottan keskenyebb. Megfigyelhető a mezőgazdasági növények esetén a gabonára vonatkozó aratás júniusi/júliusi időpontja is, amely után a fő meghatározó túlnyomórészt az őszi aratású kukorica.

Érdekes és könnyen áttekinthető kép tárulkozik elénk, ha a főbb növénytípusokra vonatkozó évenkénti NDVI-meneteket egy-egy sávként ábrázoljuk, ahol a sávon belüli pozíció az év adott napját jelenti, színe pedig az NDVI értékét jelöli (7. ábra). A vegetációs index így bemutatott menetei-

Erdekes és könnyen áttekinthető kép tárulkozik elénk, ha a főbb növénytípusokra vonatkozó évenkénti NDVI-meneteket egy-egy sávként ábrázoljuk, ahol a sávon belüli pozíció az év adott napját jelenti, színe pedig az NDVI értékét jelöli (7. ábra). A vegetációs index így bemutatott menetei-

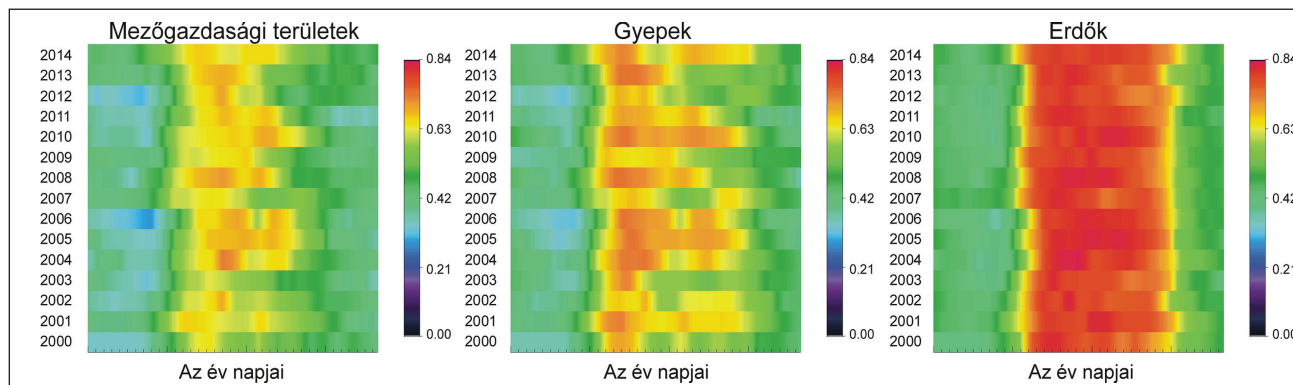


6. ábra. Az erdőkre, gyepekre és mezőgazdasági területekre vonatkozó vegetációs index meneteinek tartománya a 2000–2014-es időszakban Magyarországon

nek évek közötti változékonysága szembevetendő. Jól látható az adott növénytípusra vonatkozó vegetációs időszak évről évre változó kezdete és vége. Kirajolódnak a különböző értékű maximumok vagy akár az extrém időjárási helyzetek okozta változások is. Ez utóbbiak közül a már említett 2003-as vagy 2007-es nyári hőhul-

lám és szárazság hatására bekövetkező csökkenés is kivethető, amelynek jelei még az erdők esetén is felismerhetők. Megfigyelhetjük továbbá azt is, hogy az erdők fenológiai ciklusa mennyire határozott fel-futású, szemben például a mezőgazdasági növényekkel, amelyeket sekélyebb gyökérszete miatt sokkal jobban érint az időjárás változékonysága. Ugyanerre vezethető vissza az is, hogy a gyepek területek esetén gyakran rajzolódik ki „kétpúpú”, vagyis két maximummal jellemezhető éves menet, amely szintén az időjárás alakulását és a gyepek kisebb aszálytűrő képességét tükrözi. Felismerhető továbbá az időszak legcsapadékosabb 2010-es éve a sorban következő 2014-es és 2005-ös évvel együtt, és az erőteljes nyári aszályval sújtott 2012-es év is. A legszárazabb 2011-es év kisebb eltérést hozott, amely részben a nyári hónapok viszonylag alacsonyabb hőmérsékletének tulajdonítható.

De vajon a műholdas adatok alapján számszerűsíthető-e valahogy a vegetáció állapotának változásában az időjárás hatása? A kérdés megválaszolásához érdemes a napi szintű, Magyarországot lefedő hőmérséklet- és csapadékadatokból, illetve vegetációs index adataiból országos szintű havi átlagokat képezni. A 15 évet lefedő havi szintű adatokat vizsgálva egyértelműen kirajzolódik a kapcsolat a vegetációs periódus alatti átlaghőmérséklet, illetve csapadékösszeg és az átlagos NDVI-értékek között.



7. ábra. A mezőgazdasági területekre, gyepekre és erdőkre vonatkozó éves NDVI vegetációs index menetei a 2000–2014-es időszakban Magyarországon (ahol a vízszintes skálán az év napjai láthatók 1–365 között, a különböző NDVI-értékeket pedig a különböző színek jelölik)

mindhárom esetben a gyepekre és a mezőgazdasági területekre adódott, hiszen a mélyebb gyökérzetű fákból álló erdők kevésbé vannak kitéve az időjárás változékonyságának, mint a sekély gyökérzetű lágyszárú növények.

Érdekes kérdés az is, hogy vajon milyen fáziskülönbséggel reagál a vegetáció az időjárásban bekövetkező változékonyságokra. Ennek kimutatására jó eszköz az átlagtól való eltérést szemléltető ún. anomáliamezők meghatározása. A származtatott anomáliamezőket alapul véve, az eredmények a csapadék hatására létrejövő vegetációs változások esetén kb. egy hónapos fáziskésérről tanúskodnak, vagyis közelítőleg ennyi idő után mutatkozik meg a csapadék hiánya vagy többlete a növényzet állapotában. Ez a talajok vízzel való feltöltődéséről, illetve a talajnedvesség csökkenésének dinamikájáról árul el fontos részleteket. De nemcsak egyetlen hónapnyi csapadékösszeg a meghatározó a vegetációs további fejlődésében, hanem viszonylag erős kapcsolat áll fenn három egymást követő hónapra vonatkozóan is. Ezek közül a június–július–augusztus időszakra vonatkozó csapadékösszeg határozza meg leginkább a vegetációs indexnek az időszak utolsó hónapjára vonatkozó értékeit. Ez az eredmény arra utal, hogy a szárazságra hajlamos időszakban a csapadék összetett módon befolyásolja az augusztusi állapotot.

Bár minden növényfajnak egyedi tulajdonsága, hogy milyen környezeti hatások és genetikai adottságok befolyásolják a vegetációs ciklus elindulását és befejeződését, ennek ellenére robusztus választ feltételezve vizsgálható műholdas adatok alapján a fenológiai időszak kezdete és vége is. Ezek alapján az országosan átlagolt meneteket vizsgálva, a vegetációs periódus indulásában a legdominánsabb környezeti faktor-

nak a márciusi minimum-hőmérséklet bizonyult (a csapadék szerepe nem jelentős). Ennek segítségével a márciusi minimum-hőmérséklet anomáliát ismerve megjósolható a növényzet fejlődésére vonatkozó felfutás ideje, amennyiben nem tolódik el jelentős mértékben a vegetációs időszak az éghajlatváltozás következtében. Az eredmények szerint a vegetációs periódus végét leginkább az októberi minimum-hőmérséklet befolyásolja. Az eredmények összhangban vannak az elvárásokkal, de kiemelő, hogy a számszerű kapcsolat létezése kvantitatív vizsgálatok céljából is felhasználhatóvá teszi az eredményeket.

Összefoglalva a bemutatott eredményeket elmondható, hogy a távérzékelési adatok nagy lehetőségeket rejtenek a Kárpát-medence növényzetének vizsgálatára. Ezen lehetőségek ma még jórészt kiaknázatlanok. Az országos léptékű vizsgálatok – amelyek létjogosultsága csak országunk viszonylag kis területe miatt indokolt – módszertani alapot nyújtanak a kisebb régiókra vonatkozó vizsgálatokhoz. Munkám során például a gyepek kapcsán az alföldi szikes legelőket együtt vizsgáltam a nyugatmagyarországi dús kaszálókkal. Ennek ellenére az eredmények informatívak, és a terepi, kisebb térségekre fókuszáló vizsgálatoktól függetlenül értékes, térben kiterjedt információt nyújtanak a hazai növényzet alapvető tulajdonságairól. A regionális vizsgálatok további érdekes összefüggéseket tárhatnak fel a környezeti változók és a növényzet fejlődése vonatkozásában.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA PD-111920 számú pályázata támogatta.

Köszönettel tartozom kollégáimnak, az ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék

űrkutató csoport munkatársainak az ELTE vevőállomás létrehozásáért és folyamatos fenntartásáért.

Irodalom

- Ferencz, Cs., Lichtenberger, J., Bognár, P., Molnár, G., Steinbach, P., Timár, G., 2003. Satellite receiving station at the Eötvös Loránd University, in Hungary. *Geodézia és Kartográfia*, 55, 30-33.
- Kern, A., Bognár, P., Pásztor, Sz., Timár, G., Lichtenberger, J., Ferencz, Cs., Steinbach, P., Ferencz, O., 2014. Közvetlen vételi MODIS adatok alkalmazásai Magyarország térségére. *RS & GIS - Távérzékelési, fotogrammetriai, térképészeti és térinformatikai szakfolyóirat*, IV/1, 5-13.
- Myneni, R.B., Keeling, C.D., Tucker, C.J., Asrar G, Nemani R.R., 1997. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991. *Nature*, 386, 698-702.
- Piao, S., Ciais, P., Friedlingstein, P., Peylin, P., Reichstein, M., Luysaert, S., Margolis, H., Fang, J., Barr, A., Chen, A., Grelle, A., Hollinger, D.Y., Laurila, T., Lindroth, A., Richardson, A.D. Vesala, T., 2008. Net carbon dioxide losses of northern ecosystems in response to autumn warming. *Nature*, 451, 49-53.
- Timár, G., Ferencz, Cs., Lichtenberger, J., Kern, A., Molnár, G., Székely, B., Pásztor, Sz., 2006. MODIS-adatvételezés az ELTE műholdvevő állomásán. *Geodézia és Kartográfia*, 58, 11-14.
- Tucker, C.J., Slayback, D.A., Pinzon, J.E., Los, S.O., Myneni, R. B., Taylor, M.G., 2001. Higher northern latitude normalized difference vegetation index and growing season trends from 1982 to 1999. *Int. J. Biometeorol.*, 45, 184-190.
- Zhou, L., Tucker, C.J., Kaufmann, R.K., Slayback, D., Shabanov, N.V., Myneni, R.B., 2001. Variations in northern vegetation activity inferred from satellite data of vegetation index during 1981 to 1999. *J. Geophys. Res.*, 106, 20069-20083.

KUGLER SZILVIA–HORVÁTH LÁSZLÓ–WEIDINGER TAMÁS

Felelős-e a légköri nitrogén a balatoni tápanyagdúsulásért?

A Balaton érő tápanyagdúsulás (nitrogén, foszfor) és az ezt követő vízminőség-romlás, algásodás miatt szükség volt a jelenség vizsgálatára és megelőzésére. Ennek első lépése a szennyező források hatásának számszerűsítése. A vízfolyásokból, szennyvizekből, városias területek bemosódásából és egyéb közvetlen bemosódásokból 1975 és 1987 között évente átlagosan 2400 tonna nitrogéntartalommal kifejezett nitrogénvegyület érkezett a tóba. 1988 és 2004 között a vízfolyások terhelése felére csökkent, a szennyvizek hatása jelentéktelenné vált, ennek következtében az éves terhelés 1400 tonna N alá csökkent. De mi a helyzet a légköri forrásokkal? A nitrogénvegyületek ugyanis nedves és száraz ülepedéssel eljutnak a tóba, további terhelést okozva. Vizsgálatainkból megállapítottuk, hogy 2001 és 2004 között a légköri ülepedés átlagosan 440 t N év⁻¹ volt. Ez a mennyiség a korábbi (70–80-as) évek összes terhelésének kb. 20%-át tette volna ki, a 2001–2004-es években, amikor a nem légkörből származó nitrogén mennyisége 780 tonna/év volt, ezt az értéket már felülmúlta, a nitrogénvegyületek legfontosabb forrása tehát a légkör lett. Szerencsére az összes terhelés mértéke – a megelőzés hatására – mára a kritikus szint alá csökkent, tehát a Balaton esetében napjainkban nem beszélhetünk eutrofizációról. A vizsgálatokból az is kiderült, hogy a légkör nem csak forrása a nitrogénnek; túlzott tápanyagdúsulás esetén a tóból ammónia szabadulhat fel, a többlet N-terhelést csökkentve. Ez is alátámasztja azt a korábbi megállapítást, hogy a Balaton eutrofizációját elsősorban a foszfor limitálja.

A légkör-Balaton közti nitrogénforgalom ismeretének igénye az eutrofizáció kapcsán merült fel. Az „eutrofikus” szó jelentése tápanyaggal jól ellátott, azaz a vizek természetes vagy mesterséges forrásokból többlet tápanyaghoz jutnak, ami környezetterhelést jelent. Az eutrofizáció, mely az állóvizek természetes előregedési folyamataként is jelentkezik, az 1960-as években a fejlett iparral és mezőgazdasággal rendelkező társadalmakban került előtérbe. Az eutrofizáció általában az alga (fitoplankton) túlzott mértékű elszaporodásával jelentkezik, ami az állóvizeket és a lassú-pangó vízfolyásokat zöld színűvé változtatja. A köznyelv „algavirágzásként” ismeri e jelenséget, mely elsősorban a két legfontosabb növényi tápanyag, a nitrogén és a foszfor külső terhelésének növekedésével kapcsolatban észlelhető. Az állóvizek tápanyagterhelése alapvetően a különböző szennyező és természetes vízfolyásokból és a légkörből származik.

Az eutrofizáció első jelei már az 1930-as években jelentkeztek a Balatonnál, de az antropogén tevékenység csak az 1970-es években kezdte komolyan befolyásolni a tó növény- és állatvilágát. A tó a megnövekedett tápanyagterhelés miatt az 1970-es években folyamatosan eutrofikussá-hidrotrofikussá vált (Herodek and Istvanovics, 1986); a jelenség különösen a Keszthelyi-öböl térségében jelentkezett, ahol pl. megfigyelték a kékalgák elszaporodását a nyári hónapokban. A tóban az erős toxikus algavirágzás mellett súlyos halpusztulás következett be 1975-ben (Herodek, 1977). Ez idő tájt indultak meg a



1. ábra. Az OMSZ Siófoki Viharjelző Observatóriuma

Balaton eutrofizációjával kapcsolatos első intenzív kutatások. A 2000-es évek elején ismét fontossá vált a tavat érő tápanyagterhelés forrásainak felmérése, melynek többek között a légköri nitrogénterhelés mértékének meghatározása volt a célja.

Vizsgálataink célja

Kutatásaink célkitűzései között szerepelt, hogy az eddig részletesen, vagy egyáltalán

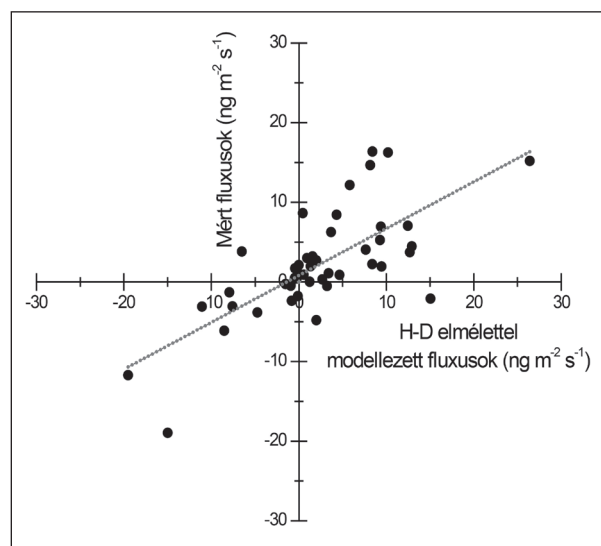
nem vizsgált nitrogénvegyületekre is meghatározzuk az éves kicserélődés mértékét a Balaton és a légkör között a 2001–2004 közötti időszakban. Meghatároztuk a nitrogéntartalmú gázok közül az ammónia és a salétromsav-gőz kicserélődését az ún. kompenzációs-pont modell segítségével. A modellt az ún. gradiens módszerrel végzett mérések eredményeinek felhasználásával validáltuk, melyhez az adatokat egy 2002-es siófoki nyári mérési kampány során gyűjtöttünk. Továbbá megbecsültük az

aeroszol részecskék (ammónium, nitrát) száraz ülepedését az adott méreteloszláshoz tartozó ülepedési sebességük felhasználásával, továbbá a nitrogénvegyületek nedves ülepedését a csapadékvízben mért koncentrációjuk alapján. Őszszegzés után ezek a mennyiségek adják a tó és a légkör közti nitrogénforgalom mértékét.

Mérési és mintavételi helyszínek

A mintavételeket és a meteorológiai méréseket az OMSZ Siófoki Viharjelző Observatóriumának területén végeztük 2002 márciusa és 2003 februárja között.

A nyomgázok mintavétele általában egy szinten történt az obszervatórium



2. ábra. A Hales–Drewes-elmélettel modellezett fluxusok összehasonlítása a gradiens módszerrel mért fluxusokkal

tornyán, 12,3 m magasságban.

A nyomgázok kicserélődésének mérését, mely a modell validációjához szükséges, szintén a 2002-es nyári expedíciós mérés során végeztük 3 órás mintavételi idővel, a vízfelszín felett 2,8 m magasságban is. Az expedíciós mérések idején a gázhalmazállapotú nitrogénvegyületek (ammónia, salétromsav) légkör-víz közti kicserélődését (nettó fluxusát) a gradiens módszer segítségével határoztuk meg. Az **1. ábra** a mérések helyszínét mutatja.

A mérések háromfokozatú szűrős mintavételevel történtek. Ez a módszer alkalmas a levegő szilárd alkotóinak (aeroszol fázisú nitrát és ammónium), valamint a gáz halmazállapotú nyomanyagok (ammónia, salétromsav) egyidejű mintavételére.

A siófoki egy éves mérési időszakon kívül a nitrogénvegyületek koncentrá-

cióit két magyarországi háttérszennyezettség-mérő állomás adataiból interpoláltuk. A helyszíni mintavételt követő mérések az OMSZ Levegőkörnyezet-ellenző Osztályának laboratóriumában történtek.

Gázok (NH₃ és HNO₃) légkör-víz közti kicserélődésének modellezése

A nyomgázok felszín-légkör közti fluxusának számítását az ún. kompenzációs-pont modellel végeztük, melynek elve a következő. Az adott gáz fluxusát megkaphatjuk a z_{ref} szinten mért, illetve a z_0 szintre számított koncentráció különbségből és az ülepedési sebesség szorzatából. A z_0 szinthez tartozó koncentráció vagy más néven kompenzációs-pont koncentráció, melyet a tó vízének kémiai és fizikai tulajdonságai szabnak meg a Henry-törvény alapján. Az ülepedési sebességet elektrotechnikai analógiára ellenállások összegének reciprokával jellemezhetjük. Az elmélet szerint két pont közötti áramot (fluxust) a fennálló koncentrációkülönbség és az erdő ellenállás (reciprok vezetetés) hányadosaként kapjuk meg. Az ülepedési sebességet (V_0) az ülepedést gátló ellenállások eredőjének ($R=R_a+R_b+R_c=1/V_0$) reciproka adja meg különböző felszínek esetén, ahol R_a az aerodinamikai ellenállás, R_b a határreteg ellenállása, R_c a felszíni ellenállás.

Az egyes rétegekre vonatkozó ellenállásokat két különböző módszerrel határoztuk meg. Egyrészt a klasszikus Monin–Obukhov-féle hasonlósági elméletet alkalmazva (későbbiekben ellenállás modell), másrészt az ún. FLake tó-modellt is alkalmaztuk a Balatonra. Az aerodinamikai ellenállást (R_a) a turbulens diffúziós együttható alapján határoztuk meg. A kvázi-lamináris határreteg ellenállás (R_b) az aktív felszín feletti vékony réteg ellenállása, melyet a *Kramm et al.* (1996) féle parametrizáció alapján származtattunk. Az R felszíni ellenállások parametrizációját *Erisman et al.* (1994) szerint egyaránt nullának vehetjük ammóniára és salétromsav gőzre is vízfelszínnek felett.

Az ammónia kicserélődésének modellezése

Az ammónia vízfelszín-légkör közti ún. kompenzációs-pont, más néven egyensúlyi koncentrációját ki lehet számolni az egyszerű Henry-törvény alkalmazásával. Több kísérleti tény viszont arra mutat, hogy a légköri szén-dioxid a vízben oldódva befolyásolhatja az ammónia oldhatóságát. Korábbi vizsgálatok szerint az ammónia oldhatósága csökken (illékonyasága megnő) a CO₂ hatására, melyre *Lau and Charlson* (1977) mutatott rá először. Az oldhatóság csökkenése valószínűleg a szén-dioxid és az ammónia vízfázisú kémiai reakciójával képződő karbaminsav hatásának tulajdonítható, mely a vízből a légkörbe távozik, ezáltal a víz számára ammónia veszteséget okoz (*Hales and Drewes*, 1979). Korábbi balatoni mérések is megerősítették ezt a hatást (*Horváth*, 1982). Ennek figyelembe vételével a kompenzációs-pont koncentráció meghatározásakor a Henry-törvény módosított alakot vesz fel, melyben szerepel a légköri szén-dioxid-koncentráció, a víz pH-jából számított hidrogénion koncentráció, vízhőmérséklettől függő konstansok, és a szén-dioxid Henry-állandója is.

A vízben oldott szén-dioxid hatásáról azonban megoszlanak a vélemények, ezt az elméletet később más kutatások, laboratóriumi vizsgálatok alapján cáfolták (*Ayers et al.*, 1985; *Dasgupta and Dong*, 1986). A kérdés tehát a mai napig nyitott, emiatt számításainknál mindkét módszert felhasználtuk és a fenti két módszer alapján modellezett kicserélődés értékeket összehasonlítottuk a mért fluxusokkal, ami egyben a modell validálását is szolgálta.

A modell validálása

A modellt a gradiens módszerrel alapuló kicserélődés (ammónia, salétromsav) mérésekkel validáltuk. Ez a módszer a koncentráció és a meteorológiai paraméterek profiljának, vagyis gradiensének egyidejű mérésén alapul. A fluxust a szenzibilis hőáramra vonatkozó turbulens diffúziós együtthatóból és a nyomgáz koncentrációjának két szinten mért különbségéből, pontosabban gradienséből határoztuk meg. A turbulens diffúziós együttható megadásához szükségünk volt a különböző rétegződéshez tartozó úgynevezett univerzális függvények bevezetésére. Az univerzális függvény vonatkozhat hőre vagy impulzusra. Ezeket a hőmérsékleti-, illetve szélgradiens ismeretében számítottuk. A számítások

során az ellenállás modellhez a *Businger et al.* (1971), míg a FLake modellnél a *Dyer* (1974) féle parametrizációt használtuk. A turbulens diffúziós együttható ismeretében, ha ismerjük a koncentráció gradienst, e két mennyiség szorzataként megkaphatjuk a nyomanyag áramát (fluxusát), mely ammónia esetében kétirányú lehet, salétromsav esetében csak ülepedés történhet.

A gradiens módszernél a felszíni homogenitásra vonatkozó követelményeknek teljesülniük kell, mely szerint a mérőponthoz érkező légtömegnek nyomanyag-kicserélődés szempontjából egyensúlyban kell állni a légkör és felszín között. Ez a követelmény általában akkor teljesül, ha a felszín homogénnek tekinthető a felső mérési szint (12,3 m) kb. 100-szorosának megfelelő távolságban, szélirányban. Ez a követelmény a víz felől fújó szelek esetén érvényesül, a part felől fújó szelek esetén a mérési eredményeket nem vettük figyelembe.

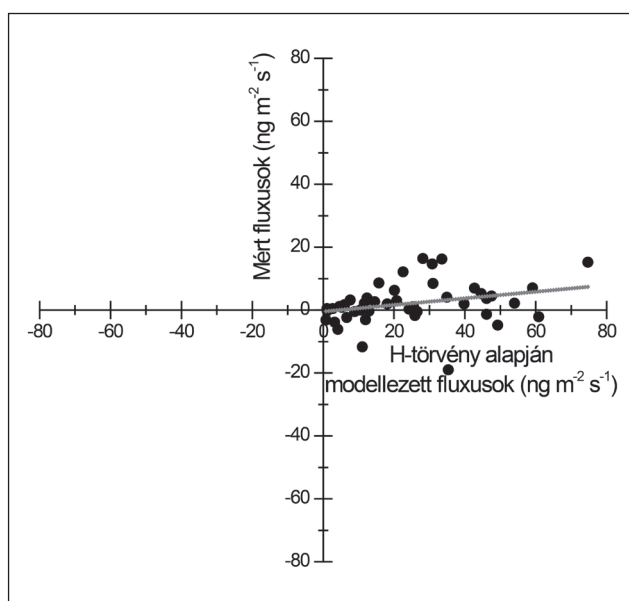
A 2001–2004 közötti évekre alkalmazott modell validálása céljából összehasonlítottuk a mért és a modellezett, azaz a gradiens módszerrel mért és a kompenzációs-pont modellel számított fluxusokat a 2002-es nyári siófoki mérési kampány alatti időszakokra. A modellezett fluxus számításánál az ammónia kompenzációs-pont (egyensúlyi) koncentrációjának meghatározását egyrészt a klasszikus Henry-törvény szerint, másrészt a már említett *Hales and Drewes* (1979) elmélete alapján számítottuk, mely figyelembe veszi a szén-dioxid hatását az ammónia oldhatóságára. A mért és a két kicserélődés-elmélet alapján modellezett fluxusok összehasonlítását a 2. és 3. ábrán láthatjuk.

Az ábrák jól mutatják, hogy a Henry-törvény alkalmazásával meglehetősen eltérő eredményeket kaptunk a mérésekhez képest. A Balaton esetében a Hales–Drewes-elmélettel meghatározott kompenzációs-pont koncentráció jól használható a fluxusok számításához, mivel a gradiens módszerrel mért átlagos fluxussal ($2,11 \text{ ng m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) is jól egyezik a számított $2,21 \text{ ng m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ érték és a korreláció is erős, szignifikáns kapcsolatra utal. Ezzel szemben, ha a kompen-

zációs-pont koncentrációt a Henry-törvénnyel számítjuk, az így kapott fluxusok átlagosan egynagyságrenddel nagyobb értéket adnak, és a korrelációk együtthatójuk alapján sincs szignifikáns kapcsolat közöttük.

Az ammónia kicserélődése; a kompenzációs-pont modellel meghatározott kicserélődés

Mivel a helyszíni koncentrációmérések csak egy évig folytak, a többi időszakra két háttér légszennyezettség-mérő állomás (Farkasfa, K-pusztá) interpolált átlagértékeit használtuk a modellezés-



3. ábra. A Henry-törvénnyel modellezett fluxusok összehasonlítása a gradiens módszerrel mért fluxusokkal

hez. Az összehasonlítási időszakban a mért és az interpolált havi átlagértékek között szignifikáns kapcsolatot találtunk ($r=0,90$; $p=0,01$).

Az ammónia légköri koncentrációján és a kompenzációs-ponton kívül a modell másik két bemenő paramétere az aerodinamikai és a határreteg ellenállás. Ezeket az ellenállásokat a FLake modellel (Mironov et al., 2010; Vörös et al., 2010), illetve az Monin–Obukhov-féle hasonlósági elméletet használó ellenállás modellel határoztuk meg. A FLake és az ellenállás modell gyakorlatilag azonos eredményre vezetett.

Amikor a tó befagyott, az ammónia kicserélődését nem számítottuk. Szélirány-korrekciót is végeztünk a fluxus számításakor, mivel a part, illetve a tó irányából fújó szél esetében más-más szélességek, illetve léghőmérsékletek jellemzőek, ezek jelentősen befolyásolják

az ammónia számított kicserélődését. A kompenzációs-pont modellel minden órára meghatároztuk a fluxusokat, melyekből havi és éves átlagértékeket számítottunk, elvégezve a fent említett szűréseket. Az éves kicserélődés mértéke a Táblázatban látható.

A salétromsav száraz ülepedésének modellezése

A salétromsav gőz ülepedésének modellezése is a fenti elveken alapul. Ebben a modellben egyetlen különbség az ammónia kompenzációs-pont modellel képest, hogy a kompenzációs-pont nulla lesz. A salétromsav gőz a vízből nem kerül a légkörbe, mivel a víz pH-ja 8,5 körül van. Ilyen pH esetén a salétromsav disszociációja teljes, azaz HNO_3 molekula nem fordul elő a vízben. Így a salétromsav gőz árama csak a légkörből a víz felé irányulhat, azaz csak ülepedhet. Az egyes rétegekre vonatkozó ellenállásokat az ammóniához hasonlóan számítottuk.

A modell validálása gradiens módszerrel és kompenzációs-pont modellel kapott értékek összehasonlítása alapján

Az ammóniához hasonlóan a salétromsav gőz esetében is a modellt a gradiens módszerrel mért fluxusokkal validáltuk. A nyári expedíció során, az ammóniához hasonlóan, 3 órás időszakokra határoztuk meg a fluxusokat gradiens módszerrel. A mért és modellezett fluxusok értékeit a nyári expedícióra a 4. ábra mutatja.

A kompenzációs-pont modellel számított és a gradiens módszerrel mért salétromsav kicserélődés közötti korreláció $r=0,68$, ami a $p=0,01$ -es valószínűségi szinten szignifikáns kapcsolatot jelent.

A salétromsav ülepedése; a kompenzációs-pont modellel meghatározott ülepedés

A salétromsav gőz száraz ülepedési modellje az ammónia kompenzációs-pont modellelhez hasonló. Itt az egyetlen különbség az, hogy a salétromsav gőz kompenzációs-pont koncentrációja pontosan nulla lesz, mivel a salétromsav vizes oldatban a Balatonra jellemző pH-tartományon belül 100%-osan ionjaira disszociál.

A koncentrációkat az ammóniához hasonlóan az éves helyszíni méréseken ki-

vüli időszakban és a farkasfai és K-pusztai háttér-légszennyezettség mérő állomások mérési adatai alapján interpolált koncentrációkkal vettük figyelembe (a mért és számított értékek közti korreláció $r=0,78$, ami a $p=0,01$ -es valószínűségi szinten szignifikáns kapcsolatra utal). Az éves ülepedés mértéke a *Táblázatban* látható.

Az aeroszol részecskék száraz ülepedése

Az aeroszol részecskék száraz ülepedésének meghatározását egy egyszerű „inferential” (származtatási) módszerrel végeztük, melynek során az ülepedést a mért légköri koncentrációk és az irodalomból származtatott (méretfüggő) száraz ülepedési sebességek szorzataként kaptuk meg. Adott mérettartományba tartozó részecskék ülepedése a mérettartományba tartozó részecskék ülepedési sebessége és tömegkoncentrációja szorzataként kapható meg. Mivel a részecskék ülepedése egyirányú, azaz felfelé irányuló fluxus, más néven emisszió nem képzelhető el, az ülepedési modell egyszerűbb, mint a gázok esetében. Elméletileg az ülepedést a teljes mérettartomány integrálja adja, a gyakorlatban azonban a részecskék nagyság szerinti eloszlásából egy átlagos részecskeméretet számítanak. Az adott átlagos részecskeméretre tartozik egy száraz ülepedési sebesség érték (*Kugler and Horváth, 2004*). Ennek az ülepedési sebességnek és a részecskék teljes mérettartományára vonatkozó koncentráció értéknek a szorzata adja meg a száraz ülepedés mértékét. A száraz ülepedés mértékének kiszámításához szükséges közepes részecskeméretet a Balaton közelében végzett mérésekből (*Mészáros et al., 1997*) származtattuk.

Az ülepedési sebesség becsléskor egy természetes vízfelszínre vonatkozó tanulmány (*Slinn and Slinn, 1980*) eredményeit használtuk, mely szerint az ülepedési sebesség, ellentétben a száraz felszínektől, erősen függ a részecske természetétől (annak higroszkopikus, hidrofíl vagy hidrofób voltától). Számításainkhoz említett szerzők higroszkopikus részecskékre vonatkozó elméletileg meghatározott értékeivel számoltunk 5 ms^{-1} átlagos szélsősebesség és 99% felszín közeli relatív nedvesség esetére. A számítások során felhasznált ülepedési sebességeket évszakos átlaggal vettük figyelembe.

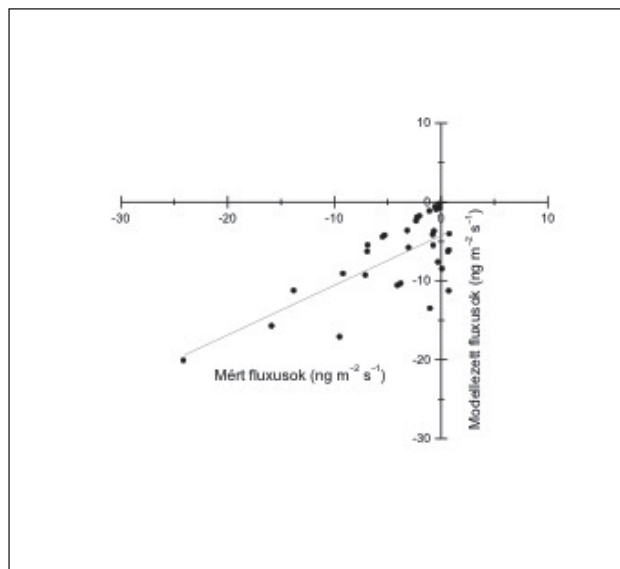
Az aeroszol részecskék légköri koncentrációja és száraz ülepedése

A nitrogéntartalmú aeroszol részecskék közül az ammónium és a nitrát éves fluxusát határoztuk meg a 4 évre vonatkozóan.

A gázokhoz hasonlóképpen itt is csak 2002. március és 2003. február közötti időszakban történtek napi átlagos koncentráció-mérések Siófokon. A helyszíni mintavételezések hiányában a K-pusztán illetve Farkasfán végzett mérések átlagát használtuk. A korreláció mértéke nitrát esetében $r=0,91$, ammóniumra pedig $r=0,96$, azaz mindkét kapcsolat a $p=0,01$ -es szignifikancia szinten szignifikáns. Fenti statisztikai vizsgálatok alapján interpolálhatjuk a K-pusztai és farkasfai adatokat Siófokra a hiányzó időszakban. A 2001 és 2004 közötti teljes nitrát- és ammónium-ülepedés éves mértékét a *Táblázat* tartalmazza.

A nedves ülepedés meghatározása

A nedves ülepedés mérése nemzetközi és hazai viszonylatokban is évtizedek óta egyszerű rutinmérésnek tekinthető. A nitrogénvegyületek nedves ülepedését a csapadékvíz kémiai összetételéből és a csapadék mennyiségéből kapjuk meg. A nedves ülepedést a kérdéses ion (nitrát vagy ammónium) csapadékvízben mért koncentrációja és a hozzá tartozó csapadékmennyiség szorzata adja.



4. ábra. Az ülepedési modellel számított salétromsav gőz fluxusok összehasonlítása a gradiens módszerrel mért fluxusokkal

Az ülepedés előjele definíció szerint negatív. A havi csapadékvíz gyűjtését az OMSZ Siófoki Viharjelző Observatóriumának kertjében végeztük automata (csak csapadékhullás alatt nyitott) mintavevővel. A csapadékmennyiség mellett a nitrogéntartalmú ionok koncentrációit az OMSZ Levegőkörnyezet-elemző Osztálya mérte. Összesítve a két nitrogéntartalmú ion nedves ülepedését a *Táblázatban* láthatjuk.

Következtetések

Vizsgálataink célja a Balatonra érő teljes nitrogénterhelés meghatározása volt a 2001 és 2004 közötti időszakra vonatkozóan, különösen azon komponensek (gázok, részecskék száraz ülepedése) pontosabb tanulmányozása alapján, amelyek eddig (mérések hiányában) csak becsléssel lettek figyelembe véve. Ezen vizsgálatok eredményei azonban napjainkra is érvényesek, mivel sem a redukált, sem az oxidált nitrogénvegyületek háttérkoncentrációja nem változott lényegesen azóta (*Móring and Horváth, 2014*).

A nitrogén a legfontosabb tápanyagok közé tartozik, amelyek a Balaton eutrofizációjának meghatározó elemei. Mivel a különböző forrásokból származó terhelés közül a légköri terhelés az egyik legjelentősebb forrás, ezért vállalkoztunk egy pontosabb mérleg elkészítésére. Annak ellenére, hogy állóvizeink esetében a limitáló tényező általában a foszfor, a Balatonnál a tó tápanyagellátásában, és a vízminőség állapotának befolyásolásában a légköri nitrogénterhelésnek is alapvető szerepe van.

2001 és 2004 között a Balaton felszínére vonatkozó teljes nitrogénmérleg az *Táblázat* szerint alakul.

A nitrogénvegyületek Balaton és a légkör közti kicserélődésének vizsgálata alapján a tavat 2001–2004 között átlagosan 440 t N év^{-1} nitrogénterhelés érte.

Egyik legfontosabb eredménye vizsgálatunknak, hogy a Balaton esetében nincs szükség további bonyolult mérésekre és modellezésekre, ha a légkör-víz közti nitrogénmérlegre vagyunk kíváncsiak. Elegendő egyszerű csapadékkémiai

vizsgálatokat végezni. A nitrogénterhelésben ugyanis elsősorban a nedves ülepedés dominál, annak mintegy 96%-át teszi ki, ellentétben az alacsony és magas vegetációval borított felszínekkel, ahol a száraz ülepedés mértéke jóval meghaladja a nedvesét Magyarországon (*Kugler et al., 2008*). Ennek fő oka nyilvánvalóan a vízi és szárazföldi felszín karakterisztikái (érdesség) közti különbség. Ezen

| Kicserélődési forma | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | Átlag |
|--|--|-------|-------|-------|-------|
| | (mg N m ⁻² év ⁻¹) | | | | |
| NH ₃ gáz fluxus | 43,2 | 9,27 | 20,4 | 147 | 54,9 |
| HNO ₃ gőz száraz ülepedés | -39,5 | -38,3 | -39,9 | -29,0 | -36,7 |
| NO ₂ gáz száraz ülepedés* | -25,0 | -25,0 | -25,0 | -25,0 | -25,0 |
| NH ₄ ⁺ nedves ülepedés | -165 | -108 | -227 | -263 | -191 |
| NO ₃ ⁻ nedves ülepedés | -567 | -737 | -437 | -359 | -525 |
| NH ₄ ⁺ részecske száraz ülepedés | -10,1 | -10,2 | -11,5 | -8,17 | -10,0 |
| NO ₃ ⁻ részecske száraz ülepedés | -6,95 | -7,75 | -7,97 | -6,91 | -7,40 |
| Összesen | -770 | -917 | -728 | -544 | -740 |

*korábbi mérések alapján becsült adat

Táblázat. A Balatont érő teljes légköri nitrogénterhelés (a negatív értékek ülepedést, a pozitív értékek kibocsátást jelölnek)

okok miatt sem a gázok, sem az ammónium és a nitrát részecskék száraz ülepedése sem számottevő.

A Balaton vizének pH-ja abba a tartományba esik (pH=8,3–8,9), melyben az oldott ammóniagáz és az ammóniumion egyaránt létezik. Ez lehetővé teszi, mind az ammónia ülepedését, mind a felszabadulását a tó vizéből. Mivel a víz fizikai és kémiai paraméterei által megszabott kompenzációs-pont koncentráció vizsgálataink során hol kisebb, hol nagyobb volt, mint az aktuális légköri koncentráció, az ammónia fluxusa kétirányú. A nettó fluxus a négy év átlagában 32,7 t N év⁻¹ kibocsátást mutat, ami nem elhanyagolható, de nem is domináns mennyiség a nitrogénmérlegben. A salétromsav gőz fluxusa pedig -21,8 t N év⁻¹ (ülepedés).

Mivel az ammónia nettó fluxusát többek között a víz ammónia+ammónium és a levegő ammónia koncentrációja szabja meg, a Balatont érő nagyobb nitrogénterhelés esetén a kompenzációs-pont koncentráció is megnő, ami az ammónia kibocsátás megnövekedésével jár. Ez negatív visszacsatolás szerű folyamat, ami a nitrogénterhelés hatását tompíthatja. Nagyságrendnyi terhelésnövekedés nagyságrendnyi kibocsátás növekedéssel járhat a leírt egyensúlyi egyenletek szerint. Nitrogénhiány esetén pedig a víz alacsony ammónia+ammónium tartalma miatt csökken a kompenzációs-pont koncentráció, ami a fluxus előjelének megfordulásával jár, azaz a tó a levegőből veszi fel a szükséges nitrogént. Ez az egyik oka lehet annak a ténynek, hogy a Balaton eutrofizációja foszfor limitált.

Vizsgálataink szerint a gradiens módszerrel mért ammónia fluxus és a klasszikus Henry-törvény alapján modellezett fluxusok közt nincs szignifikáns korreláció és az értékek között egy nagyságrendnyi különbség van. Ellentétben a CO₂ hatását figyelembe vevő Hales–Drewes-elmélettel, mely szignifikáns korrelációt ad és a modellezett, illetve a mért átlagértékek is megegyeznek. A CO₂ hatása számításaink szerint pH-függő, pH=8,25 alatt csökkenti, e fölött növeli

az ammónia oldhatóságát. Ez nyilvánvalóan annak a következménye, hogy az oldott NH₃ és CO₂ reakciójából keletkező karbaminsav alacsonyabb pH-n illékony (ammóniát visz el), magasabb pH-n ionjaira disszociál, mely az ammóniát oldatban tartja (illékonyosságát csökkenti).

A nitrogénvegyületek kicserélődésének vizsgálata a Balaton és a légkör között 2001-2004 című OTKA K-46824 kutatási program eredményeinek összefoglalója

Irodalom

Ayers, G.P., Gillett, R.W., Caesar, E.R. (1985): Solubility of ammonia in water in the presence of atmospheric CO₂. *Tellus* **37B**: 35–40.

Businger, J.A., Wyngaard, J.C., Izumi, Y., Bradley, E.F. (1971): Flux-Profile Relationships in the Atmospheric Surface Layer. *Journal of Atmospheric Sciences* **28**: 181–189.

Dasgupta, P.K., Dong, S. (1986): Solubility of Ammonia in Liquid Water and Generation of Trace Levels of Standard Gaseous Ammonia. *Atmospheric Environment* **20**: 565–570.

Dyer, A.J. (1974): A review of flux-profile relationships. *Boundary-Layer Meteorology* **7**: 363–372.

Erisman, J.W., van Pul, A., Wyers, P. (1994): Parameterization of dry deposition mechanisms for the quantification of atmospheric input to ecosystems. *Atmospheric Environment* **28**: 2595–2607.

Hales, J.M., Drewes, D.R. (1979): Solubility of ammonia at low concentrations. *Atmospheric Environment* **13**: 1133–1147.

Herodek S. (1977): A balatoni fitoplankton kutatás újabb eredményei. *Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum* **44**: 181–198.

Herodek, S., Istvanovics, V. (1986): Mobility of phosphorus fractions in the sediments of Lake Balaton. *Hydrobiologia* **135**: 149–154.

Horváth, L. (1982): *On the vertical flux of gaseous*

ammonia above water and soil surfaces. In: *Deposition of Atmospheric Pollutants*. (Ed. D. Reidel) Dordrecht, 17–22.

Kramm, B., Dlugi, R., Foken, Th., Mölders, N., Müller, H., Paw U.K.T. (1996): On the determination of the sublayer-Stanton numbers of heat and matter for different types of surfaces. *Contribution to Atmospheric Physics* **69**: 417–430.

Kugler, Sz., Horváth, L. (2004): Estimation of the nitrogen loading from the atmospheric dry deposition of ammonium and nitrate aerosol particles to Lake Balaton. *Időjárás*, **108**: 155–162.

Kugler, Sz., Horváth, L., Machon, A. (2008): Estimation of nitrogen balance between the atmosphere and Lake Balaton and a semi natural grassland in Hungary. *Environmental Pollution* **154**: 498–503.

Lau, J.M., Charlson, R.J. (1977): On the discrepancy between background atmospheric ammonia gas measurements and the existence of acid sulfates as a dominant atmospheric aerosol. *Atmospheric Environment* **11**: 475–478.

Mészáros, E., Barcza, T., Gelencsér, A., Hlavay, J., Kiss, Gy., Krivácsi, Z., Molnár, Á., Polyák, K. (1997): Size distributions of inorganic and organic species in the atmospheric aerosol in Hungary. *Journal of Aerosol Science* **28**: 1163–1175.

Mironov, D., Heise, E., Kourzeneva, E., Ritter, B., Schneider, N., Terzhevik, A. (2010): Implementation of the lake parameterisation scheme FLake into the numerical weather prediction model COSMO. *Boreal Environment Research* **15**: 218–230.

Móring, A., Horváth, L. (2014): Long-term trend of deposition of atmospheric sulfur and nitrogen compounds in Hungary. *Időjárás* **118**: 167–191.

Slinn, S.A., Slinn, W.G.N. (1980): Prediction for particle deposition on natural waters. *Atmospheric Environment* **14**: 1013–1016.

Vörös, M., Istvanovics, V., Weidinger, T. (2010): Applicability of the FLake model to Lake Balaton. *Boreal Environment Research* **15**: 245–254.

HOLLÓSY FERENC

Felhő alapú genomika

A 2003-ban befejeződött Humán Genom Projektnek köszönhetően, az orvostudomány hatalmas lépést tett a betegségek genetikai okainak feltárásában. A nagyszabású projekt által megismertük az emberi DNS-molekula teljes nukleotidsorrendjét. A program által indukált új szekvenálási módszerek kifejlesztésének köszönhetően és a bioinformatikai elemzések robbanásszerű fejlődése révén vizsgálhatóvá váltak azok a komplex genomikai változások, amelyek a súlyos és gyógyíthatatlan betegségek (rosszindulatú daganatok, szív- és érrendszeri betegségek, Alzheimer-kór stb.) kialakulásáért felelősek. A Human Genom Projekt mintegy 13 évig tartott és 3 milliárd dolláros költségvetéssel zárult. A teljes genom ma már 40 óra alatt megszekvenálható, és az eljárás „csupán” 1500–2500 dollárba kerül. A genom részleges szekvenálása még ennél is olcsóbb: 100–200 dollárért elérhető. Ennek során a teljes genomnak csak pár százalékát analizálják. A kapott adatokat több ezer ember megfelelő szekvenciáival hasonlítják össze annak érdekében, hogy kiderítsék a vizsgált személyről, hogy az örökölt szekvenciális eltérések milyen kockázatot jelenthetnek számára.

Az elemzők szerint a genomszekvenálás költségeinek további drasztikus csökkenése várható (1. ábra). Jelenleg is komoly erőfeszítések történnek mind a magáncégek, mind az állami szervezetek részéről annak érdekében, hogy a vizsgálat olcsóbbá válásával ez a módszer az egészségügyi ellátás mindennapos részévé váljon. Ugyancsak kiemelt cél, hogy minél nagyobb számú digitalizált genom minta álljon a kutatók rendelkezésére, hogy minél eredményesebben tudják feltárni a genetikai jellemzők és a betegségek közötti összefüggéseket, s ennek eredményeképpen új, hatékonyabb kezeléseket dolgozhatnak ki.

A DNS- és RNS-szekvenciák, valamint a fehérjemintázat-változás komplex elemzésével feltérképezhetők bizonyos kóros állapotok kiváltó okai. Így az új típusú kezelésénél az orvosok már figyelembe tudják venni a betegek egyedi genetikai felépítését, aktuális egészségi állapotát és életkorát. Az elemzések segítségével pedig személyre szabott, célzott terápiát tudnak javasolni például egy daganatos beteg esetében a szóba jöhető kemoterápiás

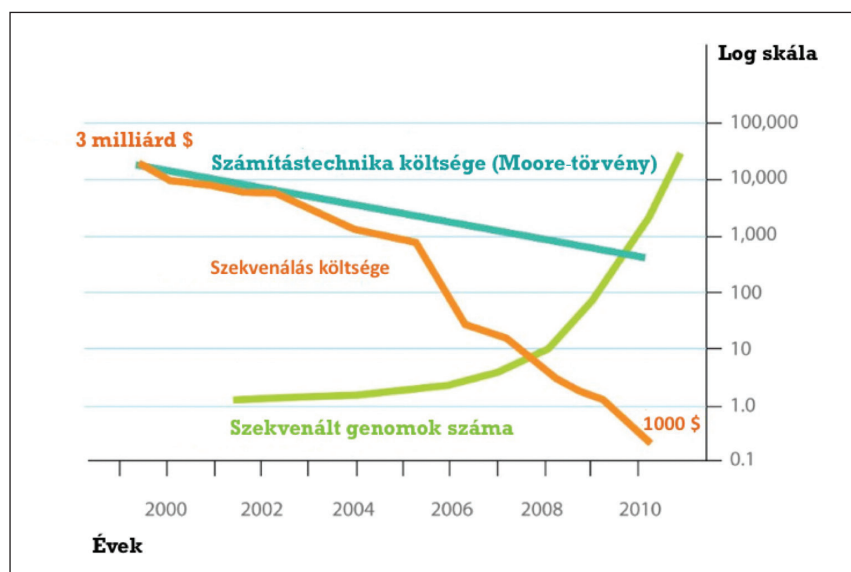
módszerek közül arra, hogy melyik a leginkább alkalmas az adott páciens és ráktípus kezelésére.

A 3,2 milliárd nukleotidot számláló teljes emberi genom mintegy 100 gigabájtnyi adattömeget jelent. A kutatók korán szembesültek azokkal a nehézségekkel, amelyek ekkora méretű adatállomány le- és feltöltéséből, szűréséből, továbbításából adódtak. Kezdetben intézményi szerveren tárolták az adatokat, majd titkosított me-

genetikai eltérések közegek bennük, amelyek felelőssé tehetők a kóros állapotért.

Nem véletlen, hogy ez a nagy kihívás mozgósította azokat az egyetemi kutatóintézeteket, egészségügyi intézményeket és az egészségügyi szektorban tevékenykedő vállalatokat, akik a probléma megoldásában érdekeltek voltak.

Szerencsés körülményként értékelhető, hogy a genomika és a gyógyítás részéről jelentkező hatalmas számítástechnikai



1. ábra. A teljes emberi genom szekvenálási költségének árváltozása az elmúlt 15 évben (Forrás: <https://app.tutegenomics.com/home/>)

revlemezeken küldözgették egymásnak a genetikai információkat. A módszer nem igazán működött. Nemcsak nehézkes volt, de lassú is egy olyan környezetben, ahol pont az adatok gyors elküldése és elemzése lett volna a cél.

További problémát jelentett, ha csak egyetlen beteg genetikai információit vizsgálták, akkor csak azt tudták megállapítani, hogy hány helyen és hol térnek el a vizsgált szekvenciák a referenciagenomtól. Arra a fontos kérdésre viszont nem kaphattak választ, hogy ezen genetikai különbségek közül melyek állhatnak az adott betegség hátterében. Ennek kiderítésére sok ezer páciens genetikai mintájának elemzésére volna szükség. Vagyis hatalmas és gyorsan analizálható adatmennyiségre annak megállapításához, hogy mely

igény találkozott a mai informatika kínálta, nagy adathalmaz (Big Data) elemzésekben és számítási felhőben rejtőzködő szinte korlátlan lehetőségekkel. A számítástechnikai eszközök folyamatos fejlődésének és a számítási teljesítmény utóbbi években tapasztalt ugrásszerű növekedésének köszönhetően ma egyre gyorsabban és egyre alacsonyabb költséggel végezhető el az orvoslást forradalmasító genomikai Big Data elemzések a számítási felhőben. Mit jelentenek ezek a kifejezések?

A Big Data alapvetően óriás adathalmazt jelent, ami túlságosan nagyméretű és sokrétű ahhoz, hogy a hagyományos módszerekkel és berendezésekkel tárolható, kereshető, megosztható és analizálható legyen. Mértékegysége a peta bájtt (1 millió gigabájt) és az exa bájtt (1 milliárd gigabájt).



2. ábra. A felhő alapú szolgáltatások terén kiemelt fejlesztéseket folytató cégek. Csak idő kérdése, hogy felismerjék a genomikai információáramlásban rejlő hatalmas lehetőségeket (Forrás: <http://www.consideritfixed.com/saas/>)

Az interneten naponta hozzáférhetőlegesen több mint 3 exa bájtnyi adat termelődik, a hétköznapi felhasználó eszköztárára átszámolva ez nagyjából 5–10 millió asztali gép tárolási kapacitásának felel meg. (Használják már a zetta bájtt – 1000 milliárd gigabájt – mértékegységet is: a világ teljes adatmennyiségét jelenleg 2,7 zetta bájtra taksálják.)

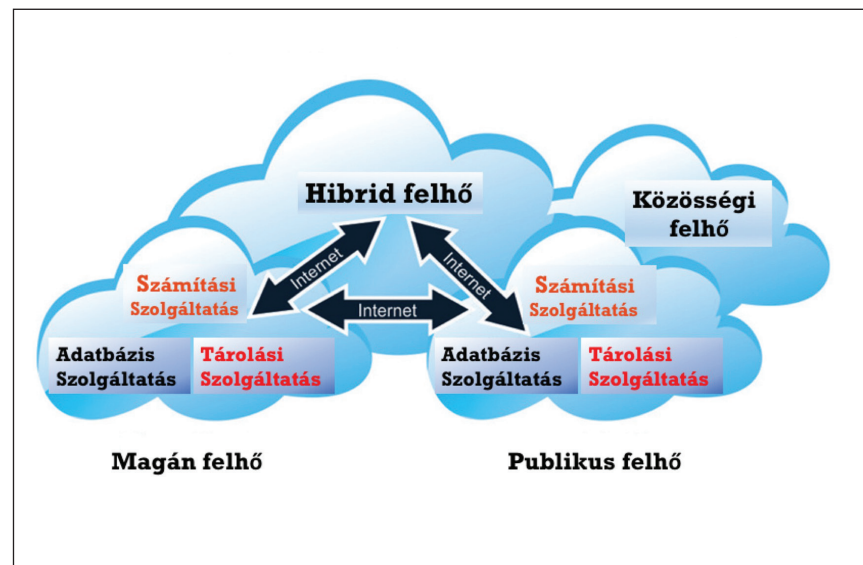
A nagy adathalmazok esetében azonban nem csak a méret számít. Doug Laney, a Gartner Group elemzője még 2001-ben elkészített egy háromdimenziós modellt, melyben szerinte három „V” határozza meg az adatmennyiség növekedésének kihívásait és a bennük rejlő lehetőségeket. Ezek a következők: a mennyiség (*volume*), a gyorsaság (*velocity*) és a változatosság (*variety*). Ez a modell ma is érvényes és ezt a modellt használja az adathalmazok hasznosításával foglalkozó szektor mind a mai napig. A mennyiség, noha fontos, mégsem a legfontosabb, mert ez a legdinamikusabban változó mérőszám. A sebesség azt jelzi, mennyire gyorsan kell feldolgozni a rendelkezésre álló adatmennyiséget ahhoz, hogy abból értékes információt lehessen nyerni. Végül a változatosság a megjelenő adatok széles választékára céloz, számtalan fájl- és adattípusra, melyek az információt tárolják.

A nagy adathalmazok feldolgozásához és kezeléséhez nem elegendők a hagyományos adatbázisok és az azokból statisztikákat és elemzéseket gyártó szoftverek. Az ehhez szükséges technológiák közül három kiemelkedő rendszert érdemes megemlíteni. A *Hadoop* nyílt forrású szoftver keretrendszer, amely lehetővé teszi nagyméretű adathalmazok hatéko-

nyabb kezelését és feldolgozását, struktúrázását a lehető legrövidebb időn belül. A módszer lényege, hogy a befutó temérdek adatot a rendszer apró szeletekre osztva küldi el távoli számítógépekhez, majd a számítások elvégzése után egyesítve küldi vissza az eredményeket (*MapReduce*-

tosabb tulajdonsága a Hadooppal szemben nem az adathalmaz feldolgozása, hanem a hatalmas adatmennyiségek tárolása és a tárolt adatok állandó, akadálymentes rendelkezésre bocsátása. A harmadik megoldás a Big Data kezelésére a magas szintű párhuzamos feldolgozási rendszer, a *Massive Parallel Processing* (MPP). Ebben nagyszámú különálló processzor vagy számítógép végez irányított számításokat párhuzamosan, kölcsönös kommunikációt folytatva, de egyetlen program végrehajtása érdekében. Az MPP rendszerre épül például az *IBM Netezza* nevű, adattárolással és analízissal foglalkozó leányvállalata.

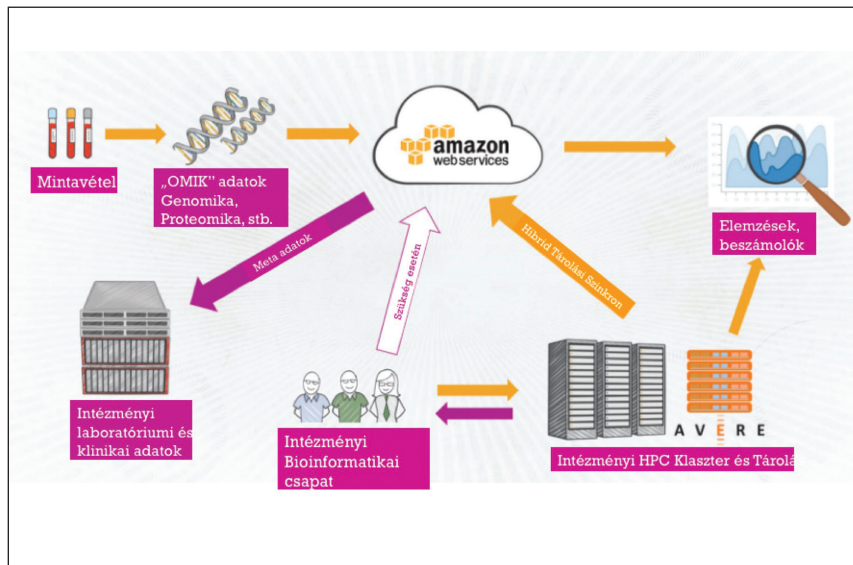
A felhő alapú számítástechnika (*angolul „cloud computing”*) a 2010-es évektől kezdődően a számítástechnika egyik fő irányának számít és ma már a legnagyobb internetes szolgáltató cégek kiemelt fejlesztései közé tartoznak (2. ábra). Többféle felhő alapú szolgáltatást különböztethetünk meg. Közös bennük az, hogy a szolgáltatásokat nem egy dedikált hardvereszközön üzemeltetik, hanem a szolgáltató eszközein elosztva, a szolgáltatás részleteit a felhasználótól elrejtve. Vagyis olyan programokkal, fájlokkal dolgoznak, melyek fizikailag nem a saját gépükön tárolódnak, hanem egy ismeretlen helyen vannak, valahol a „felhőben” (3. ábra). Ezeket a szolgáltatásokat a felhasználók hálózaton keresztül érhetik el. Publikus



3. ábra. „Felhőképződés” az informatika égén. Az egyre gyarapodó felhőzetet nem a légáramlatok hajtják, hanem a különböző érdekeket kiszolgáló információáramlások (Forrás: <http://www.techinmind.com/what-is-cloud-computing-what-are-its-advantages-and-disadvantages/>)

módszer), melyek így már könnyen feldolgozható és értelmezhető formában állnak rendelkezésre. A Google, az Amazon és Facebook inkább a *NoSQL* adatbázis-kezelő rendszert használja. A NoSQL legfon-

felhő esetében az interneten keresztül, privát felhő esetében a helyi hálózaton vagy az interneten. Publikus felhőről akkor beszélünk, ha egy szolgáltató a saját eszközállományával (tárhely, hálózat, számítási



4. ábra. A Virginia állambeli ITMI (Inova Translational Medicine Institute) az Amazon Web Services (AWS) és az Averé Systems Technologies összefogásával rendkívül gyors és biztonságos hibrid felhőt hozott létre alkalmazott genomikai kutatások céljából (Forrás: <http://www.averesystems.com/genomics-in-the-cloud-on-track-to-20000-genomes>)

kapacitás) szolgálja ki ügyfelei szerverigényeit. A genom szekvenálásához több cég is az Amazon Web Services (AWS) publikus felhőt használja, amely részben az egészségügyi szektorra szakosodott, és biztosítja a betegadatok kezelését szabályozó törvényi előírásoknak való megfelelést ügyfelei számára (4. ábra). Privát felhőről akkor beszélünk, amikor saját vagy bérelt erőforrásokon keresztül történik a szolgáltatás. Ez megoldást jelent a publikus felhők problémáira, viszont az üzemeltetésről a privát felhő tulajdonosának magának kell gondoskodnia.

A felhő alapú számítástechnikai megoldásoknak számos előnyük van. *Helyfüggetlenek:* egy felhőalapú megoldás (főleg publikus felhő) esetében a szolgáltatás bárholnan könnyen elérhető lehet. A szolgáltatás maga is lehet független egy adott szerverközponttól, például az *Amazon EC2* több adatközpontból kiszolgált szolgáltatásai. *Méretezhető:* a forgalomnak és a piaci körülményeknek megfelelően növelhető vagy csökkenthető a felhő szolgáltatása. Ennek alapján az induló cégeknek, valamint a kis- és középvállalkozásoknak a hosztolt nyilvános felhő, míg a nagyvállalatok esetében a privát felhő bevezetése a leghatékonyabb. *Rendelkezésre állás:* a felhőalapú szolgáltatások mögött meghúzódó cégek folyamatos fejlesztése és komoly beruházásai, hatalmas adatbankjai a garancia arra, hogy a szolgáltatások világszínvonalon és megfelelő minőségben álljanak rendelkezésre. *Költségkímélő:* a hardvereszközök megvásárlásának költségét a szolgáltatás használatának díja váltja

fel – ez például lehet a bérelt számítási kapacitás, hálózati forgalom, vagy felhasználók száma alapján kiszámolt összeg. Így a működtetési feladatok nem a felhasználókat terhelik és az alkalmazások frissítésének járulékos költségei is megtakaríthatók.

A felhő alapú számítástechnika legnagyobb előnye sokaknak egyben hátrányt is jelent: nincs az adat a felhasználó kezében. Nem tudja megfogni a szervert, ahol tárolódnak a számára nélkülözhetetlen adatok. Egyetlen felhasználónév/jelszó párossal elérhetőek az adatok, így ha ahhoz hozzájut valaki, gyakorlatilag az adott felhasználó jogosultságával elérhető összes adat hozzáférhető lesz számára. A hátrányok csökkentésére természetesen léteznek biztonsági megoldások, mint a biztonságos <https://> kapcsolat, jelszavak kötelező jelleggel történő havi megváltoztatása, VPN-kapcsolat használata és még sok más.

A leírtak fényében különösen figyelemre méltó az a fejlesztés, amelyet az IBM az utóbbi években hajtott végre (5. ábra). Az IBM egyik cégcsoportjának vezetője, *Michael Rhodin* így számolt be 2011-ben az IBM szuper *intelligens számítógépének*, a Watsonnak a bemutatásakor: „A Watson megalkotása az IBM százéves történetének egyik legfontosabb mérföldköve, amelyet most a felhő alapú kognitív technológiai innovációk révén lehetőségünk nyílik megosztani az egész világgal.” A 2011 óta eltelt időszak eredményei megmutatták, hogy valóban nem volt túlzás ez a bejelentés.

Az IBM egymilliárd dolláros beruházással a New York-i Silicon Alley-ben, vagyis

csak „Szilícium-közként” emlegetett városrészben egy új központot hozott létre, ahol az IBM stratégiájának megfelelően olyan szoftverek, szolgáltatások és applikációk új generációját fejleszti ki, amelyek a kognitív technológiára építenek; használatuk során tanulnak az emberi interakciókból és adatokból, gondolkodnak, emberi nyelven kommunikálnak, miközben a Big Datát elemezve komplex kérdésekre is vilámgyorsan választ adnak. **Hasznos belátásokkal** segítik nemcsak az egészségügy, hanem a pénzügyi szektor, a kereskedelem vagy épp a telekommunikációs szektor szakembereit.

Az elmúlt években az IBM-nek sikerült a Watsonból kereskedelmi forgalomba hozható technológiát fejleszteni. A továbbfejlesztett Watson huszonnégyszer gyorsabb elődjénél, miközben mérete 90%-kal csökkent, így egy kisebb szoba helyett már három pizzás doboznyi helyen elfér.

A Watson által kifejlesztett 3 kognitív technológia alapú szolgáltatás egyike az ugyancsak felhő alapú számítástechnikát alkalmazó „Discovery Advisor” szolgáltatás, mely az egészségügyben és gyógyszeriparban folyó kutatás-fejlesztési projekteket gyorsítja fel azáltal, hogy a rendelkezésre álló dokumentációból gyors információgyűjtéssel, releváns adatok értelmezésével és összefüggések felismerésével új lendületet ad a kutatócsoportok munkájának. Ennek gyakorlati megvalósulását jelezte az a közös kezdeményezés, melyet a New York Genome Center (NYGC) és az IBM 2014 márciusában jelentett be. A projekt azt a célt tűzte ki, hogy alkalmazott analitikával támogassa az agresszív agydagatanban (glioblastómában) szenvedő betegek genomikai kezelését. (A glioblastóma évente 13 ezer ember életét követeli az Egyesült Államokban). Ennek keretében az IBM és a NYGC együtt tesztelte a Watson egy különleges prototípusát, amelyet kifejezetten genomikai kutatásokhoz terveztek, hogy segítségével az onkológusok személyre szabott terapiákat kínálhassanak betegeknek. A jelenleg is zajló vizsgálatokban a NYGC és orvosi társintézményei alaposan megvizsgálják és értéklik a Watson képességeit, hogy mennyiben képes segíteni az onkológusoknak a személyre szabottabb kezelése kialakításában glioblastómások esetében.

Az Egyesült Államokban egyelőre kevés beteg kap olyan személyre szabott kezelést, ami kifejezetten a rá jellemző daganat mutációjához alkalmazkodna. Nincs sem elegendő idő, sem eszköz arra, hogy a klinikák DNS-alapú kezelési lehetőségeket kínáljanak a betegeknek. Ez csak akkor valósulhatna meg, ha össze tudnák hasonlítani a DNS-szekvenálás adatait az orvosi szaklapokban megje-

lentetett cikkek tömkelegével és az eddig publikált klinikai tapasztalatokkal. Mintegy hatszázezer oldalnyi szakanyag, tudományos cikk, röntgenfelvételek, képek, leletek, kórlapok felhasználásával az IBM egy olyan szoftvert dolgozott ki, amelyet az Egyesült Államok pilotkórházaiban már használnak.

Erre építve, az új felhőalapú Watson-szolgáltatást arra tervezik, hogy genetikai információkat elemezzon együtt a biomedicina átfogó szakirodalmával és gyógyszeradatbázisokkal, ami ma még nem létező gyakorlat. Ráadásul Watson képes folyamatosan „tanulni”, ahogy újabb és újabb betegek kórképével találkozik, és ahogy egyre több információ válik elérhetővé az új orvostudományi kutatások, újságcikkek és klinikai vizsgálatok révén. Ezen kívül abban is segíti majd a New York Genome Center tudósait, hogy feldolgozassák azokat az adatokat, amelyek eltérő génszekvenciákat jeleznek a jóindulatú tumort vagy agydaganatot mutató szövettani vizsgálatoknál. Figyelembe véve Watson képességeit, a hatalmas adattömegek mély és gyors elemzését, az együttműködés célul tűzte ki a betegek számának növelését, akik így egyre nagyobb számban

okainak feltárásában. Az igazi kérdés most az, hogy miként vesszük hasznát a genetikai információknak, hogyan kötjük össze gyorsan a biomedicina elérhető szakirodalmával, és ezt az információt hogyan fordítjuk le jobb kezelésekké” – mondta *Robert Darnell*, a NYGC vezetője.

„Watson kognitív számítási képességei forradalmasítani fogják a genomikát, és megnövelik annak lehetőségét, hogy hatásos és személyre szabott kezelési megoldásokhoz jussanak a halálos betegségekben szenvedők”.

Természetesen a felhő alapú számítástechnikai megoldások és Big Data alkalmazások nem csak a genomika terén hódítanak. Egyre inkább teret követelnek az egészséggel kapcsolatos más területeken is. Az IBM itt is tovább folytatta sikeres piaci szereplését és kapcsolatteremtését az egészségügyi adatfeldolgozásban. Idén áprilisban az Apple-vel kötött egyesség alapján az IBM a Watson Health Cloud felhőszolgáltatással dolgozza fel és továbbítja az Apple HealthKit és ResearchKit platformjai által begyűjtött adatokat az érdeklődő egészségügyi vállalatoknak (Johnson & Johnson és a Medtronic), akik aztán azokkal saját szolgáltatásaikat bővíthetik. Utóbbi két vállalat ugyancsak részt vesz az együttműködésben.

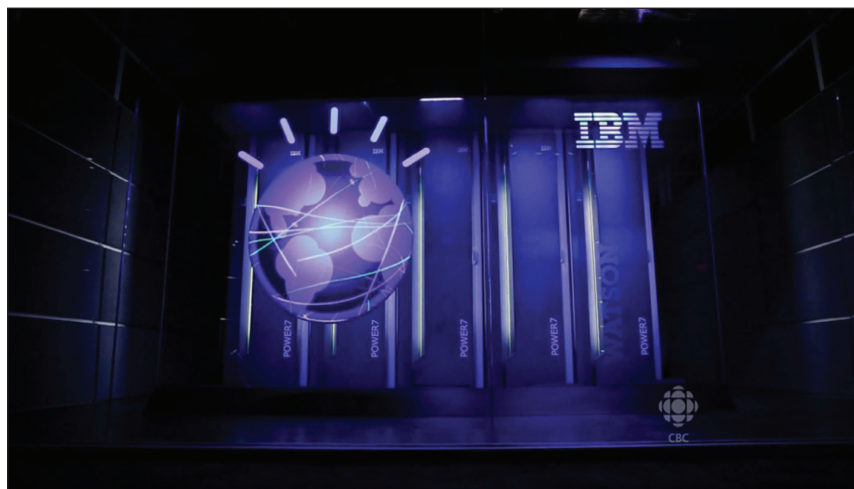
megbetegedéssel kapcsolatban.

Azzal a jó hírel szolgálhatunk, hogy az új számítástechnikai megoldásokért az egészségügy területén nem kell feltétlenül külföldre mennünk. A Nemzeti Agykutatási Program támogatásával a Semmelweis Egyetem Genomikai Medicina és Ritka Betegségek Intézete olyan 250 millió forint értékű készülékhez jutott idén februárban, mellyel az idegrendszeri betegségek (Alzheimer-kór, Parkinson-kór, skizofrénia, autizmus stb.), ritka örökletes betegségek, daganatok és agyi áttétek kialakulásának vizsgálata, kutatása válik nagyságrendekkel hatékonyabbá. A készülék teljesítménye *százszor* nagyobb a térségben eddig elérhetőknél. A diagnosztikához, kutatáshoz és a személyre szabott kezelések fejlesztéséhez szükséges genomikai vizsgálatokat a világon elérhető legmagasabb szinten végzi a berendezés. Eddig ezekre a szomszédos országok közül csak Bécsben volt lehetőség.

A készülék a Semmelweis Egyetem és a Richter Gedeon NyRt. közös kutatási céljait szolgálja, de lehetőséget nyújt a fenti célok mellett más betegségek genomikai hátterének feltérképezésére is – mondta a gép átadása kapcsán rendezett sajtótájékoztatón *Szell Ágoston* rektor. Az új technológia nagy segítséget nyújthat azoknak a ritka betegségekben szenvedőknek, akik eddig az úgynevezett „diagnózis nélküli” csoportba tartoztak. Hazánkban több ezren szenvednek ritka kórban, többségük gyermek. A ritka betegségek diagnosztikája mellett alkalmas lehet a módszer a gyakoribbak (pl. daganatok, szív- és érrendszeri betegségek) rizikójának, valamint a gyógyszer mellékhatásokra való hajlamának becslésére is.

A modern technológia populációgenetikai vizsgálatok tömeges elvégzését is lehetővé teszi. A Semmelweis Egyetem kutatói azt remélik, hogy a közeljövőben K+F források támogatásával lehetőség nyílhat 1000 magyar teljes genom szekvenálására is. Egy nemzeti adatbázis nemcsak a magyar lakosság egészségének megőrzését, személyre szabott kezelését szolgálja, hanem segítséget nyújthatna a magyarság eredetének kutatásában is.

A Semmelweis Egyetem a molekuláris medicina területén is a csúcstechnológiák alkalmazásával szeretné innovációs potenciálját erősíteni, és ezáltal vezető szerepet betölteni a régióban. *Molnár Mária Judit* rektorhelyettes, az intézet igazgatója reméli, hogy Magyarország követi majd az USA és Nagy-Britannia példáját, ahol már látják: a molekuláris genetikai diagnosztika mindennapos rutinná válása a jelenkori egészségügy alapvető szükséglete. Ha ez megvalósul, úgy betegek szá-

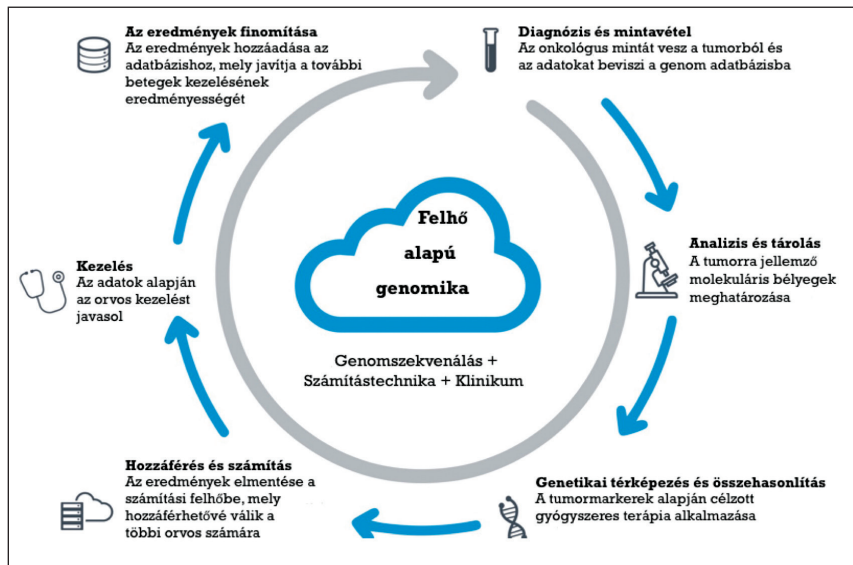


5. ábra. Az IBM Watson szuperszámítógépe (Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Watson_\(computer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Watson_(computer)))

juthatnak genomikai elemzéseken alapuló személyre szabott kezelési opciókhoz (6. ábra). Így olyan belátások szülehetnek, amelyek közel hozzák a genomikai orvoslás ígérteit a betegekhez. Az IBM a NYGC genomikai és klinikai tapasztalataira építve más területeket is megcélozva továbbfejleszti és finomítja a Watson szolgáltatásait, ezzel is segítve a személyre szabott kezelések fejlesztését.

„Mióta először térképezték fel az emberi genomot egy évtizeddel ezelőtt, óriási előrelépést tettünk a betegségek genetikai

Az Apple HealthKit platformja egyetlen felületre tömöríti a különböző fitness applikációk által begyűjtött adatokat, ezzel áttekinthetőbbé téve azokat a felhasználók számára. Ehhez párosul még a tavaly ősszel debütált ResearchKit, mely egy nyílt forrású platform, amivel a kutatók a különböző betegségek diagnosztizálását vagy éppen mindennapi kezelését segítő egészségügyi szoftvereket hozhatnak létre. A ResearchKitet használó kutatók a felhasználóktól begyűjtött adatok alapján továbbá hasznos információhoz juthatnak egy-egy



6. ábra. A felhő alapú számítástechnikai alkalmazás sematikus folyamata a genomikai vizsgálatokban (Forrás: http://www.hpcwire.com/2012/02/29/cloud_computing_helps_fight_pediatric_cancer/)

zezrei remélhetnek gyorsabb diagnózist és személyre szabott terápiát.

A Richter Gedeon Nyrt. orvostudományi igazgatója, *Németh György* korábban kifejtette: az új technológia a gyógyszeripari kutatásfejlesztésnek is szélesebb perspektívákat kínál az innovatív, új gyógyszercélpontok azonosításában és az eddig nem gyógyítható betegségek kezelésére szolgáló gyógyszerek fejlesztésében.

Mindez még csak a kezdet. Elemzők szerint a genomszekvenálás költségeinek további drasztikus csökkenésével tömeges méretekben leszünk képesek kimutatni a rákot és más betegségeket, még mielőtt bármilyen jele lenne a kóros elváltozásoknak. Létrejöhethet a megelőzést szolgáló orvoslás, amely születésünkkor vagy még magzatkorban kideríti a betegségeket okozó genetikai mutációkat, és megfelelő gyógyszerekkel megakadályozza a kóros állapotok kialakulását.

Szakértők szerint vérvizsgálat fogja felváltani a mammográfiás és kolonoszkópiás vizsgálatokat, amely képes lesz kimutatni a mikroszkopikus méretű daganatokat még jóval azelőtt, hogy a tumor növekedésnek indulna. Bár ma is létező technika a vérben keringő tumorsejtek (Circulating Tumor Cells) vizsgálata, ma még közel sem tekinthető rutin eljárásnak és igen drága. A genom szekvenálásával elérhetővé válik a testünkben élő mikroorganizmusok pontos feltérképezése is, ezek ugyanis jelentősen befolyásolják egészségi állapotunk alakulását.

Mivel a genominformációkat a felhőben elemzik és tárolják, nem hagyhatók figyelmen kívül a személyes adatok védelmével kapcsolatos biztonsági kérdések sem. A helyzet komolyságára jellemző, hogy az egészségügyi adatok ellopására irányuló kiber-bűncselekményekkel manapság már több pénzt hoz a hackerek számára, mint a bankkártya-számok elutalajdonítása. Ráadásul az emberi genom nem csupán egyértelműen azonosítja tulajdonosát, hanem részletes információkat szolgáltat származásáról, betegségekre való hajlamáról is. Így, ha illetéktelenek kezébe kerül, komoly visszaélések forrása lehet. Az előbbieket alapján nyilvánvaló, hogy a technológiai fejlődés hatására kialakult helyzet a genomkutatás területén új adatvédelmi szabályozás kidolgozását igényli, amely biztosítja majd az örökítő anyagunkban kódolt, legszemélyesebb információink hatékony védelmét.

Irodalom

Mészáros Csaba: Felhővel a rák ellen. Computerworld, 2015. július 10. <http://computerworld.hu/computerworld/felhovel-a-rak-ellen.html>
 Beszáll Watson a genomikai orvoslásba. Computerworld, 2014. március 25. <http://computerworld.hu/computerworld/beszall-watson-a-genomikai-orvoslasba.html>
https://hu.wikipedia.org/wiki/Felhő_alapú_számitástechnika
 Mary Todd Bergman: Large-scale genetic analysis made easier, 16 JUNE 2015 <http://news.embl.de/science/1506-genome-analysis/>

E számunk szerzői

DR. ABONYI IVÁN, a fizikai tudomány kandidátusa, Budapest; DR. BENCZE GYULA, a fizikai tudomány doktora, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest; DÁLYA GERGELY csillagász, MTA CSFK, Csillagászati Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest; FARKAS CSABA újságíró, Szeged; HANYECZ OTTÓ csillagász, MTA CSFK, Csillagászati Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest; DR. HOLLÓSY FERENC biológus, klinikai kutatási munkatárs, KCR, Budapest; HORVÁTH LÁSZLÓ, az MTA doktora, c. egyetemi tanár, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; DR. KALOTÁS ZSOLT természetvédelmi tanácsadó, Tolna; DR. KITTEL ÁGNES tudományos tanácsadó, MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet, Gyógyszerkutatási Osztály, Molekuláris Farmakológia Kutatócsoport, Budapest; DR. KRASZNAHORKAY ATTILA fizikus, az MTA doktora, tudományos főosztályvezető, MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen; DR. KUBASSEK JÁNOS geográfus, az Érdi Földrajzi Múzeum igazgatója, Érd; DR. KÜGLER SZILVIA PhD, tudományos segédmunkatárs, MTA Wigner FK Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézet, Alkalmazott és Nemlineáris Optikai Osztály, Budapest; KERN ANIKÓ PhD, tudományos munkatárs, ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék Úrkutató Csoport, Budapest; LADÁNYI LÁSZLÓ geográfus, Budapest; LADÁNYI TAMÁS asztrofizikus, Veszprém; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; MARTON ANNAMÁRIA éghajlati szakértő, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; SZABÓ RÓBERT csillagász, MTA CSFK, Csillagászati Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; DR. WEIDINGER TAMÁS kandidátus, egyetemi docens, ELTE TTK Földrajz és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék, Budapest.

Decemberi számunkból

Szalkai Balázs–Kerepesi Csaba–Varga Bálint–Grolmusz Vince: Női agy – férfi agy
Scheuring István: A menopauza evolúciója
Tószegi Zsuzsa: Petzvál József és a 175 év múltán újjáteremtett objektívje
Szelecsényi Ferenc: A nukleáris medicina új „svájci bicskója”
Harangi Szabolcs: Tűzhányó-hírek
Kalotás Zsolt: Az Év természetfotója

Közkinccsé teszik a tudományt

25 éves a Tudományos Újságírók Klubja

Ezüst jubileumához érkezett az 1990-ben alakult Tudományos Újságírók Klubja – eredeti nevén Tudományos Újságírók Kamarája –, mely azzal a céllal jött létre a MÚOSZ tudományos-műszaki szakosztályának utódjaként, hogy a tudományos újságírásnak is legyen független szakmai szervezete.

A Klub fő célja a tudományos újságírók, illetve tudományos ismeretterjesztést végző tudományos kutatók közötti szakmai és emberi kapcsolatok erősítése, a szakmai továbbképzés támogatása, illetve az utánpótlás, a tudományos újságírás oktatásának elősegítése.

A TÚK ennek érdekében szervezte meg a MÚOSZ Bálint György Újságíró Akadémiájával közösen a hazai első tudományos és környezetvédelmi újságíróképző stúdiót, azzal pedig, hogy 1990-től az Európai Tudományos Újságíró Szövetségek Uniójának (EUSJA) tagja lett, lehetővé vált a TÚK-tagok számára a külföldi tanulmányutakon való részvétel is.

A TÚK munkájának nemzetközi elismeréseként is értelmezhető, hogy nemzetközi programokat rendezhetett, és házigazdája volt a Budapesten megrendezett Tudományos Újságírók 2. Világkongresszusának is.

1996 óta jutalmazza a TÚK „Az Év Ismeretterjesztő Tudósa” címmel azokat, akik a legtöbbet tették a tudomány közzétételéért, népszerűsítéséért, s adományozza az Enciklopédia Díjat az év legjobb ismeretterjesztő újságírói tevékenységéért. Az „Év Ismeretterjesztő Tudósa” elismerés részeként a díjazottak nevét azóta egy-egy csillag, illetve 2011-től a Nemzetközi Csillagászati Unió jóvoltából az eseményhez kapcsolódóan, kisbolygó viseli.

Az alapítás óta eltelt 25 év azt bizonyítja, hogy a szervezet életképes, működik. De hogyan látják szerepét vállalt fő feladatának, a tudományos ismeretterjesztésnek az elősegítésében, milyenek ítélik kapcsolatát a kutatással, a kutatókkal és magával az Akadémiával olyan tudósaink, akiknek szerepe az ismeretterjesztésben is kiemelkedő? És vajon mi a véleménye mindezekről a TÚK elnökének? Az ezekre és hasonló kérdésekre kapott válaszok nemcsak a megkérdezettek személyiségéről, az ismeretterjesztés-

ről vagy a TÚK-ról alkotott véleményéről, hanem a tudományos újságírás itthoni helyzetéről is sokat elárulnak.

*

Vizi E. Szilveszter akadémikus, agykutató, az MTA volt elnöke, a Kísérleti Orvostudományi Intézet korábbi igazgatója, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat elnöke egyike a legtöbbször által ismert tudósainknak, aki ma is tevékenyen vesz részt a kutatásban és a tudományos közéletben is. Rövid véleménye a TÚK és az ismeretterjesztés szerepéről, saját tapasztalatairól, igencsak elgondolkodtató.



Vizi E. Szilveszter akadémikus

– Ismereteket szerezni személyes érdek, azokat másokkal megosztani kötelesség. Angol nyelven megírva tudóstársaimmal, magyarul és közérthetően pedig a magyar társadalommal osztom meg tudásomat. Sajnos Magyarországon a napilapok szerkesztőségei, tisztelet a kivételnek, elhanyagolják a tudományos ismeretek terjesztését. A Tudományos Újságírók Klubja nagyon fontos szerepet tölt be az utánpótlás képzésében. Ebből a szempontból kiemelkedő jelentőségű az Élet és Tudomány, a Természet Világa és a Valóság kezdeményezése, hogy az elnyert pályázatok eredményeit magukkal a kutatókkal is megíratták, akik között nagyon sok a fiatal. Azt is kiváló ötletnek

tartom, hogy középiskolások is cikkeikkel járulhatnak hozzá az **érdekesebb eredmények** közismertté tételéhez a Természet Világában. Hasonlóképpen az Eduvital cikkei is példaértékűek, ezeket az Élet és Tudomány folyamatosan megjelenteti.

A Mindentudás Egyeteme 2008 őszén, a Duna Televízióban sugárzott Törzsasztal 10 év után, 2015-ben maradt abba. Hogy miért? Nem tudom. De az emberek hiányolják.

*

Freund Tamás akadémikus, az MTA elnöke, a KOKI jelenlegi igazgatója is fontosnak tartja az eredmények közkinccsé tételét.

– Már szinte közhelynek számít, hogy a tudós ne zárkózzon be elefántcsonttoronyába. Saját jól felfogott érdekei is ezt diktálják, hiszen egy erősen tudománypárti közvélemény képes befolyásolni akár a legfelsőbb szintű politikát is. Ha a szavazópolgárok érzik, hogy a tudományos kutatói közösség értük (is) dolgozik, akkor örömmel támogatják a kormányzat tudomány támogatásával kapcsolatos döntéseit, amivel a politikusok akár szavazatokat is szerezhetnek. A megfelelően tájékozott és tájékoztatott közvélemény nem dől be a bulvársajtónak, a hatásvadász filmeknek, amelyek gyakran a tudomány új eredményeivel való visszaélésekről, azok veszélyeiről, és a „gonosz tudósokról” szólnak. A közvélemény tájékoztatása azért is fontos és illendő, mert végül is az adófizetők pénzéből kutatunk, mindenkinek joga van tudni, hogy mire megyünk ezekből az állami támogatásokból.

– *Vannak-e színvonalas műhelyei a tudományos ismeretterjesztésnek a médiában, és milyen ezek megbecsültsége, helyzete?*

– A Természet Világa és az Élet és Tudomány szerintem nemzetközi mércével mérve is kimagasló színvonalú, minden támogatást megérdemelnének! Nehéz anyagi körülmények között kell működniük, nagy elhivatottság kell ahhoz, hogy ezt a magas színvonalat fenn tudják tartani. Az elektronikus média tudományos műsorait nem ismerem, ritkán nézek televíziót.

– *Maradandó lehet egy tudományos ismeretterjesztő írás, előadás?*

– Előadások talán igen, különösen, ha egy karizmatikus előadó tartja, aki képes



Freund Tamás akadémikus

maradandó élményhez juttatni a hallgatóságát. Azonban az ismeretterjesztő cikkek fölött szerintem hamar eljár az idő, a tudomány óriási tempóban halad, szükség van az újabb és újabb ismeretterjesztő írásokra.

– Van ideje más tudományterületek neves kutatóinak ismeretterjesztő írása-it is olvasni?

– Sajnos csak nagyon ritkán, de próbálkozom...

– Van példaképe a tudományos ismeretterjesztésben?

– Két példaképem volt, Szentágothai János és Koch Sándor professzorok. Sajnos már egyikük sincs közöttünk.

– Mi a véleménye, a 25 éve alapított Tudományos Újságírók Klubja segíti-e a kutatók munkáját, illetve eszébe jut-e a kutatóknak, a tudós társadalomnak, hogy segíteniük kellene a TÚK-ot?

– Szerintem a kutatói közösség nem ismeri kellőképpen a TÚK munkásságát, jelentőségét. Nem tudják, hogy milyen sokkal tartozunk a TÚK tagjainak, hiszen félig-meddig helyettünk végzik el a társadalom informálásának, felvilágosításának, természettudományos nevelésének fontos feladatát. A minimum, amivel tartozunk a TÚK-nak, hogy bármikor rendelkezésre állunk egy-egy interjú erejéig, illetve aktívan keressük a kapcsolatot, amikor valami fontos mondanivalónk lenne a nagyközönség számára.

– Mit gondol az MTA és a TÚK kapcsolatáról, ennek jövőjéről?

– Nem tudom, van-e kapcsolat, és az milyen minőségű. Ez önmagában is jelzi, hogy javítani kellene rajta...

– Ön egyike azoknak, akiket a hazai tudományos újságírók, a TÚK tagjai az Év Ismeretterjesztő Tudósának

választottak. Milyen érzés „csillagtulajdonosnak” lenni?

– Kedves és humoros ötletnek tartom, egyéb jelentősége természetesen nincs, hiszen jut egy csillag minden embernek.

*

Falus András akadémikus „ragyogó”, valóban megtisztelő és folytatásra kötelező kitüntetésnek tartja, hogy ismeretterjesztő cikkei és népszerű könyvei elismeréseként egy csillag viseli a nevét az égen. Vajon ő miért gondolja fontosnak a természettudomány eredményeinek közkinccsé tételét?

– Csak szubjektív választ tudok adni. Kutatóként erkölcsi kötelességemnek érzem megosztani azt az örömet, amit kapok, és hozzájárulni a közös tudás gazdagodásához. Fontos ez a józan, tényeket tisztelő, racionálisan kritikus olvasói attitűd kialakítása érdekében is, a csodasztorik és összeesküvés-elméletek ellen.

Az ilyesfajta tájékoztatást mellesleg elvárom másoktól is, hiszen én is laikus vagyok a világ ismereteinek 99%-ában. A kutatást és ismeretterjesztést pedig sose tudtam gyökeresen és hosszú távon elválasztani. Ahogy csökken a kutatási rész az



Falus András akadémikus

életemből, úgy nő az ismeretterjesztésre való igényem. A kutatás és ismeretterjesztés összege nálam állandó! Egy ismeretterjesztő írás, előadás is maradandó lehet, ha átmegy a köztudatba, megragad, bekerül a megfogalmazás a tankönyvekbe.

– Van példaképe a tudományos ismeretterjesztésben?

– Sok jó van, volt, de „példaképem” nincs.

– Milyennek tartja a mai magyar tudományos újságírás színvonalát, vannak-e megfelelő műhelyeik a médiában és mi lehet szerepük a tévécsatornák és internet világában?

– Az újságírói munka színvonala jó és javul, és színvonalas műhelyeik is vannak, mint a TIT-lapok, Népszabadság, Magyar Nemzet. Azonban ritka kivételektől eltekintve, főleg a tévék világában, szánalmasan gyenge a tudományos rovat súlya és színvonala. Ez nem az újságírók, hanem főleg a szerkesztőségek sara. A rádiók helyzete valamivel jobb. Saját példánkat idézhetem: az Eduvital műsora az MR1-en két éve megy heti rendszerességgel.

Elgondolkodtató, hogy nincs sokkal több színvonalas ismeretterjesztő műsor, hiszen például a Mindentudás Egyeteme is megmutatta, nézettséggel is detektálható a siker. Kiemelt jelentőségű a TIT-lapok – Élet és Tudomány, Természet Világa és Valóság – elektronikus csatornákon való terjesztése.

– Mit gondol, van-e valódi súlya, jelentősége a TÚK-nak, milyen az MTA és a TÚK kapcsolata?

– A TÚK-újságírók hatalmas köznevelési feladatot látnak el, a kutatók és a nagyközönség közötti „fordító” szolgálat mellett figyelem-ráirányító, orientáló szerepük is van. Nagyon fontos lenne az MTA kommunikációs munkatársaival (például Simon Tamással) egyfajta állandó, feladatmegosztó kapcsolatot fejleszteni. A lényeg az érdekesség, újszerűség mellett a kiszámíthatóság. Akár állandó rovat is lehetne az MTA-hírek között. Emellett javasolnám a Csépe Valéria vezetésével működő Közoktatási Elnöki Bizottsággal való rendszeres kapcsolattartást, és az üléseken akár megfigyelőként való részvételt is.

*

Eddigi megkérdezetteink az élettudományok területén érték el kiemelkedő eredményeiket, a „kisbolygó tulajdonos” Patkós András akadémikus azonban fizikus. A díj valóban különleges a számára.

– Saját érzéseimet inkább elbújatom Marx Györgyről őrzött emlékem mögé. Jól emlékszem meghatott boldogságára, ahogyan már súlyos betegen fogadta a kitüntetést és nevének megörökítését. Az én élethelyzetem messze nem volt ennyire drámai a cím odaítélésekor, de pontosan emlékszem, hogy az első bevilanós kép a hír hallatán Marx Gyurka igaz boldogságot árasztó arckifejezése volt.

– Ön miért tartja fontosnak a természettudomány eredményeinek közkinccsé tételét?

– Mert számomra a sokféle történelmi, vallási és kulturális háttéren megvalósult modern tudományos kutatásokból eredő tudás az emberiség legegységesebb alkotása, a világ megismerése pedig az emberek legátfogóbban közös élménye!

– Ezért ír ismeretterjesztő cikkeket, ha időt vesznek is el a kutatómunkától, a publikálástól?

– A kutató rangjának megítélése a ku-

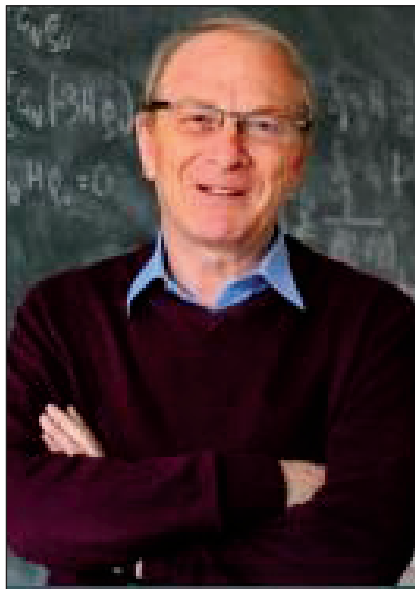
tatói közösségben a leegyszerűsített mechanikus mutatókon alapuló képnél jóval bonyolultabb. Közöttünk a kutató személyiségének egésze számít, az impaktfaktor, a h-index, a Nature-cikkek száma nem a közösségnek fontos, hanem a kutatási hivatal számára teszik lehetővé a gyorsan végrehajtható, uniformizált mérési eljárás kialakítását. Az én személyiségemnek a napi rendszerességű kutatómunkával egyenrangú részévé vált, hogy a kvantumtérelmélet specialistáinak szóló kutatási eredményeimet mindig a Nagy Megismerési Program részeként értelmezem, és az Egészről igyekszem egy, a szűk kollegiális körnél jóval szélesebb körnek beszámolni.

Úgy tűnik, hogy nem annyira a teljesen laikusok, inkább a távolabbi területeken dolgozó kutatók és a fizikatanárok szívesen küzdenek az általam írottak megértéséért. Ez a pozitív jelzés végül egész pályám állandósult részévé tette a többeknek érthető beszámolók rendszeres írását a részecskefizika és a kozmológia világáról.

– *Mitől válhat maradandóvá egy tudományos ismeretterjesztő írás, előadás?*

– Én tudóstónak tartom magam, aki a tudományos kutatás „napi hadihelyzetéről” küld beszámolót. Ez pedig igencsak változó. A Typotex Kiadó felkérésére válogatott írásaim gyűjtése során rájöttem, hogy évtizednél régebbi írásaimat csak az eredeti szövegnél hosszabb magyarázó lábjegyzetekkel lehetne ma közölni. Természetesen az avuló információtól függetlenül a személyiség emléke, a stílus varázsa hosszan tartó élmény lehet. Öveges Józséről mesélte egy tanítványa, hogy

Patkós András akadémikus



mindmáig arra az eleganciára emlékszik leginkább, amellyel Tanár úr széles művészkalapját a tanterem bejáratából a fogastra hajtotta úgy, hogy az soha nem esett a földre.

– *Más tudományterületek neves kutatóinak ismeretterjesztő írásait is rendszeresen olvassa?*

– Vannak kedvenceim, akiknek írását, rovatát a magam örömeire olvasom a Természet Világában, sőt kötetüket is megveszem. A fizika nagy nemzetközi sztárjai sikerkönyveinek exhibicionista stílusa viszont távol áll tőlem.

– *Van példaképe a tudományos ismeretterjesztésben?*

– Sokakat becsülök, de mintát nem követtem, választott példaképem soha nem volt, ahogy a kutatómunkámban sem.

– *Vannak-e színvonalas műhelyei a tudományos ismeretterjesztésnek a médiában, és milyen ezek megbecsültsége, helyzete?*

– A Természet Világa, az Élet és Tudomány, a Szonda szerkesztőinek, a Népszabadság tudományos rovata újságíróinak munkáját nagyon nagyra tartom. Nagyon rosszul fogadtam és a szakma sorsát negatívan befolyásoló szűklátókörű, tájékoztatlanságot tükröző döntésnek tartom a természettudományos kommunikációs MSc szak megszüntetését. Szerencsére ez csak egy rövid intermezzo lesz, amit kiagyaloikkal együtt gyorsan elfelejtünk majd!

– *A 25 éves TÚK segíti-e a kutatók munkáját, illetve eszébe jut-e a kutatóknak, a tudós társadalomnak, hogy segíteni kellene a TÚK-ot?*

– Más kutatók nevében nem beszélhetek erről, de nekem hozzá tartozik életem teljességéhez, hogy számos tudományos újságíróval hosszú szakmai kapcsolatomban személyes barátsággá fejlődött. Magától értetődően igyekszem támogatni őket, ha szükségük van rá, és volt már arra is példa, hogy sikerrel győztem meg egyiküket vagy másikat valamelyik barátom tudományos eredménye bemutatásának fontosságáról.

– *Mit gondol az MTA és a TÚK kapcsolatáról, ennek jövőjéről?*

– Az MTA Újságíró Díját számosan kapták meg a TÚK tagjai közül. Voltak néhányan, akikre én tehettem javaslatot. Az MTA honlapja újabban igen aktívan szállít információkat a hazai kutatási eredményekről, amelyeket – az egyetemi és más intézetek beszámolóival mellett – jó lenne, ha a TÚK tagjai a külföldi magazinok mellett egyenrangúan használnának beszámolóik forrásaként.

A négy akadémikus után, akik jelentős szerepet vállaltak és vállalnak ma is a tudományos ismeretterjesztésben, a

TÚK elnökét kérdeztük: *Dürr János* vajon milyennek látja a szervezet szerepét, jelenét, jövőjét.

– *Őn miért tartja fontosnak a természettudomány eredményeinek közkinccsá tételét?*

– Bay Zoltán mondta: „Az emberi kultúrának a tudomány az alapja, ezért kell a legszélesebb körben terjeszteni”. És valóban, vándorló őseink letelepedéséhez, a földművelés meghonosodásához, végső soron a mai értelemben vett civilizáció kialakulásához az évszakok váltakozásának, a folyók járásának alapos megfigyelésére,



Dürr János, a TÚK elnöke

a legősibb tudományok egyikére, a csillagászatra volt szükség, a jelenségek értelmezésére és gyakorlati alkalmazására, karöltve a mezőgazdaság, állattenyésztés, eszközkészítés fejlődésével. A műszaki és a természettudományok eredményeinek ismerete ma is nélkülözhetetlen, akár a mindennapjainkban való eligazodásunkban is. A tudatlanság akár életveszélyes is lehet – elég, ha csak a védőoltások megtagadásának veszélyeire, a dohányzás, az egészségtelen életmód pusztító hatására vagy a kétes eredetű „gyógyszerek” kritikátlan használatára gondolok.

– *Más egy tudományos publikáció és egy tudományos ismeretterjesztő írás, előadás értéke. Mi teheti az utóbbit is maradandóvá?*

– Mindkettő más közönséghez szól, épp ezért máshogyan értékes. A publikációk vagy akár a találmányok a jelen és jövő tudományos haladásának, technikai fejlődésének kisebb-nagyobb építőkövei, szűkebb, értő közösséget megszólítva. Az ismeretterjesztő írás vagy előadás nagy értéke pedig, hogy az elvárható általános műveltség elsajátításához járul hozzá. Egy gondolkodó – ám az adott területen nem szakmabeli – embertől elvárható, hogy tá-

jékozott legyen az öt körülvevő világról, saját maga működéséről, tisztában legyen a tudomány lehetőségeivel és korlátaival, érezze a különbséget a valódi tudomány és a paratudomány között. És persze láthassa azt is, mire költik a kutatók az adófizetők pénzét, és miként teszik lehetővé egyre kényelmesebb életmódunkat.

Lehet azonban egy hihetetlenül fontos, jövőbe mutató értéke akár egyetlen ismeretterjesztő cikknek, könyvnek, előadásnak is: az arra fogékony fiatalok érdeklődésének felkeltése. Nem egy esetről tudok, amikor professzorok visszaemlékezéseikben, akadémikusok székfoglaló előadásuk alkalmával pontosan meg tudták nevezni, milyen elszánást hozott pályaválasztásukban egy ismeretterjesztő cikkkel, művel, filmmel, előadással való találkozásuk. Hogy csak egy esetet említsek, Balogh János ökológus professzor a Természettudományi Közlönnel tölcseré formált állapotában találkozott először gyerekkorában, ebben árulták ugyanis a nápolyi-törmelékét. A csemege elfogyott, a lapot kihajtogatta és olvasni kezdte az épp ott található írást, Biró Lajos Új-Guineából küldött levelét, melyet Herman Ottónak írt. Visszaemlékezésében e pillanattól eredeztette természettudományi érdeklődését.

– *Hivatalos elfoglaltságán kívül is olvas ismeretterjesztő cikkeket?*

– Nagyon gyakran – és nemcsak természettudományokat, hanem történeti tárgyú munkákat is.

– *Van példaképe a tudományos ismeretterjesztésben?*

– Háromat említek, de közben akár háromszázra is gondolok jó szívvel. Kulin György – amellet, hogy kiváló kutatócsillagász, számos kisbolygó felfedezője is volt – verbeli ismeretterjesztő szövegben, írásban és „tettleg” is. Előadásai megtöltötték érdeklődőkkel nemcsak az Uránia előadótermeit, hanem olykor a Gellért-hegy oldalát is. Legismertebb könyve – amelyet a világháború előtt Zerinyváry Szilárddal, majd később Róka Gedeonnal szerkesztett – A távcső világa, generációkon keresztül volt a legtöbbet forgatott alapműve az érdeklődőknek, amatőr csillagászoknak, akikből utóbb számosan lettek elismert szakcsillagászok és persze kiváló ismeretterjesztők egy személyben. „Tettleg” pedig azért, mert fáradhatatlanul csiszolta önkezével a távcsöveket, lencsék százait, hogy minél többen megcsodálhassák saját távcsöveikkel a világegyetem csodáit. „Legalább annyit, amennyit Galilei láthatott, mindenkinek látnia kell!” – mondta.

Simonyi Károly hihetetlen kisugárzású tudóstanárról volt, részt vett a Bay Zoltán vezette híres Hold-radarkísérlésben, megépítette az első magyar magfizikai

reszecskegyorsítót, villamosság-tan-könyveiből mérnökgenerációk tanultak. Ám a szélesebb nagyközönség a számos kiadásban megjelent utánozhatatlan és monumentális könyvről – amit az idők során németre és angolra is lefordítottak – A fizika kultúrtörténete című munkájáról ismerik. (Az ennek folytatásaként megálmodott, ám sajnos élete fogytán soha ki nem teljesedett mű, A magyarországi fizika kultúrtörténete XIX. századi fejezete a Természet Világa különszámaként jelent meg.) Talán nem tévedek nagyot, ha azt mondom, nincs olyan magára valamit is adó fizikus, fizikatanár az országban, akinek ne találánék meg a könyvespolcán a kultúra egységének ezer szállal szőtt szövetét oly mesterien bemutató művet. Elsőként ő kapta meg a TÚK alapította, Az Év Ismeretterjesztő Tudósa Díjat.

Bill Bryson már a mai kor „ismeretterjesztője” – aki sok más titulusa mellett – éles szemű, jó tollú (hol amerikai, hol brit) író, tudományos képzettség nélkül. Mégsem véletlen, hogy a Majdnem minden rövid története című, humorral átszőtt, de ugyanakkor elmélyült és tényszerű munkáját 2004-ben a legjobb ismeretterjesztő könyvnek járó Aventis-díjjal, 2005-ben az EU tudományos kommunikációért járó Descartes-díjjal ismerték el. Ebben laikusként, de határtalan érdeklődéssel ír laikusoknak a modern tudomány eredményeiről, történetmesélősen a megismerés hátteréről, az emberi tényező fontosságáról. Megtalálja a módját zajos, ingergazdag körünkben, hogy felkeltse még az olyan olvasó érdeklődését is, akit soha nem érdekeltek a természettudományok.

– *Melyek a tudományos ismeretterjesztés legszínvonalasabb műhelyei, és arányban áll-e teljesítményük megbecsülésükkel?*

– A kérdés második felére könnyű válaszolni. Megbecsülésük nem áll arányban teljesítményükkel, ahogy a kutatók, tanárok, orvosok és mások megbecsülése sem. Értéktelre, a műhelyek minősítésére a TÚK elnökeként nem vállalkozhatom, ám épp most dolgozunk azon, hogy a legkiválóbb műhelyek színvonalának amolyan Michelin csillag jellegű elismerésére lehetőséget teremtsünk kiváló ismeretterjesztő tudósból, akadémikusokból álló grémium segítségével.

– *Mennyiben változott az elmúlt 25 év alatt a TÚK szerepe, társadalmi elismertsége, fontossága? Mennyire változott magga a TÚK? Van élő kapcsolat a szervezet és a kutatók között?*

– A TÚK alapítását hárman kezdeményezték 25 évvel ezelőtt: Simonffy Géza, a Kossuth Rádió Tudományos

Szerkesztőségének vezetője, a szervezet első elnöke; Staar Gyula, az Élet és Tudomány akkori főszerkesztő-helyettese, ma a Természet Világa főszerkesztője és Palugyai István, a Népszabadság tudományos szerkesztője, ma a TÚK örökös tiszteletbeli elnöke, aki négy évig az európai szervezet elnöki tisztét is betöltötte. Ma már közel 150 tagunk van: tudományos újságírók, kutatók, szakírók éppúgy, mint egyetemi hallgatók, professzorok és szimpatizánusok. Számos szervezettel, kutatóval, kutatóműhellyel is kapcsolatba kerülünk, többek között a már tizenöt éve rendezett tihanyi Simonffy-szemináriumok, Hauer Estek, Hadik Tudományi Kávéházak, Zipernowsky-estek, hazai és külföldi tanulmányútjaink alkalmából is.

Az ismeretterjesztésben is kiváló kutatókkal való kapcsolattartásnak megkülönböztetett figyelmet szentelünk. Ennek jele „Az Év Ismeretterjesztő Tudósa – a kisbolygóval” kitüntető cím is.

Társadalmi elismertségünket jelezheti az, hogy 1999-ben Budapesten tartották 2. kongresszusukat a világ tudományos újságírói, most novemberben pedig az európai tudományos újságírók 2. konferenciáját rendezzük az Akadémián, többek között a Nemzeti Kutatás-Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával.

– *Mit gondol az MTA és a TÚK kapcsolatának jövőjéről?*

– Épp a nyáron állapodtunk meg arról, hogy a legkiválóbb ismeretterjesztő műhelyek elismerésére közösen dolgozunk ki lehetőséget, és az Akadémia segítségét nyújt a szakmai megítélésben. Közös a törekvésünk abban, hogy előtérbe állítsuk a tudomány eredményeinek, működésének, lehetőségeinek, korlátainak bemutatását. Ha mindezeket széles körben sikerül megismertetni, az emberek könnyebb lesz felvértezni az áltudományok szemfényvesztései ellen is.

Ugyancsak körvonalazódik a korábban már létezett informális találkozók, háttérbeszélgetések gyakorlatának fellelvenítése is, egy évente néhány alkalommal, aktuális témák megvitatására összehívott Akadémiai Újságíró Klub formájában.

Fontos megemlíteni, hogy az Akadémia – elismerve a tudományos újságírás fontosságát – éves közgyűlésének nyilvánossága előtt adja át, immár több mint húsz éve az Akadémiai Újságírói Díjat. Az elismerést a TÚK tagjai közül eddig mintegy negyvenen vehették át – van, aki két alkalommal is – az Akadémia törekvéseinek népszerűsítésében, a tudományos újságírásban elért kimagasló eredményekért.

Az interjút készítette: KITTEL ÁGNES

Mit veszünk a szívünkre?

Beszélgetés Rafael Beatrix pszichológussal

Világtendencia az iszkémiás szívbetegség (ISZB) rohamos előretörése, amelyet az Egészségügyi Világszervezet is jelez. Azokat a kórállapotokat foglaljuk össze ezen a néven, amelyek a szívizom elégtelen vérellátása miatt alakulnak ki. Ide tartozik a hirtelen szívhalál, az angina pectorisz, a miokardiális infarktus és az idült iszkémiás szívbetegség.

E betegségcsoporton belül a szívinfarktus kapcsolatban álló lelki tényezőket kutatja Rafael Beatrix, a Szegedi Tudományegyetem Pszichológiai Intézetének és a Csongrád Megyei Mellkasi Betegségek Szakkórháza Kardiológiai Rehabilitációs Osztályának klinikai szakpszichológusa.

– Mit kell tudnunk az iszkémiás szívbetegségről?

– Az iszkémia szó oxigénhiányos állapotot jelent. Az iszkémiás szívbetegség a szív- és érrendszeri betegségek között a leggyakrabban előforduló kórkép, és mindkét nem esetében világszerte vezető halálként szerepel. Magyarországot tekintve az ilyen típusú szívbetegségből eredő halálozás kiemelkedően magas, csak néhány ország, például Lettország, Litvánia és Szlovákia előz meg minket az Európai Unió tagállamai közül. Ausztriával összehasonlítva, mintegy negyven éves a lemaradásunk az iszkémiás szívbetegségből eredő halálozás kapcsán. Bár a kilencvenes évek óta nálunk is csökkent az iszkémiás szívbetegségben belül a heveny szívizomelhalásból eredő halálozások mértéke, ennek ellenére még mindig igen magas, és úgy tűnik, a csökkenés sem döntően a megelőzésre, az életmódváltásra vezethető vissza, hanem a korszerűsödött egészségügyi ellátásra (így például a katéteres sürgősségi ellátás egész országra való kiterjedtségére és gyors elérhetőségére). A kiemelkedően jó eredmények ellenére is a hazai iszkémiás szívbetegség miatti halandóság több mint kétszerese az EU-27-ek átlagának.

– Az iszkémiás szívbetegségek bekövetkeztének alsó határa mindkét nem esetében kezd lefelé csúszni...

– Igen, már a negyvenéves és ennél fiatalabb korosztálynál is egyre gyakrabban következik be szívinfarktus, és sajnos emelkedik a nők aránya is a megbetegedettek körében, bár döntően később kapnak szívinfarktus, mint a férfiak. A fiatalabb nők esetében azonban az orvosok gyak-

ran nem is feltételezik, hogy szívinfarktus következett be, részint a betegek életkora, részint a nem típusú tünetek, mint például fáradtság, hányinger, váll-, hátfájdalom miatt. Olyan hölgyek esetén pedig, akik pszichiátriai, például pánikbetegség miatt állnak kezelés alatt, szintén késhet az akut szívesemény felismerése és ellátása, mivel a pánikroham tünetei hasonlíthatnak egy heveny szívesemény tüneteire.

– Milyen kockázati tényezők járulnak hozzá az iszkémiás szívbetegség létrejöttéhez?

– Többféle is, melyeket csoportokba sorolhatunk. Ez lehet biológiai kockázat, például magas vérnyomás és magas vércukorszint, valamint túlsúly; életmódbeli kockázat,



„Nemcsak az a fontos, hogy mi történik velünk, hanem az is, hogy a történeteket miként éljük meg”

ilyen a dohányzás, az egészségtelen étrend, a mozgásszegény életmód; általános kockázat (életkor, nem, etnikum, öröklött tényezők), és pszichoszociális kockázat. Szakirodalmi adatok szerint a hagyományos rizikótényezők (biológiai, életmódbeli, általános) együttesen mintegy 60–75 százalékban magyarázzák a szívbetegségek kialakulását, és 25–40 százalékra tehető önmagában a pszichoszociális tényezők szerepe a szívbetegség létrejöttében. Nem elhanyagolhatóak tehát a lelki tényezők sem, melyek hozzá-

járulnak a szívbetegség létrejöttéhez és kifejlődéséhez.

– Melyek a legfontosabb lelki rizikótényezők a szívbetegségek kialakulásában?

– Az 1950-es évek óta már számos tanulmány vizsgálta a negatív emocionális állapotok, a személyiségjegyek, az akut és krónikus stresszorok, illetve a szociális kapcsolatok szerepét az iszkémiás betegségekkel kapcsolatban. A vizsgálatok eredményei alapján négy fő csoportba sorolhatjuk a pszichoszociális rizikótényezőket: krónikus pszichoszociális stresszorok és akut életesemények; szociális tényezők; negatív érzelmi állapotok és bizonyos személyiségjegyek.

– Kézdhetjük a sokat emlegetett stresszel?

– Selye János az ötvenes években fogalmazta meg, hogy a stressz a szervezet nem-specifikus válasza bármilyen igénybevételre. Tehát akármi is „támadja meg a szervezetet”, ugyanaz a válaszreakció következik be. Ez vagy legyőzi az ártó hatást, vagy nem, de semmiképpen sem tartható fenn sokáig, mert a védekezési mechanizmusok egy idő után kimerülhetnek, s ennek számos negatív testi-lelki következménye lehet. A stresszt két fontos összetevővel írhatjuk le, az okkal (stresszor) és az okozattal (stresszválasz). Stresszor minden olyan inger, ami a szervezetet alkalmazkodásra kényszeríti. Ezek lehetnek fizikai behatások, például fájdalom, hideg, hirtelen bekövetkező életesemények (akut stresszorok), valamint kisebb intenzitású, ismétlődő vagy állandósuló mindennapi élethelyzetek (krónikus stresszorok). Fontos kiemelni, hogy a stressz csak előkészíti a talajt egy betegség számára, de nem maga a stressz okozza a betegséget! Hiszen nemcsak az a fontos, hogy mi történik velünk, hanem az is, hogy a történeteket miként éljük meg. Az egyes helyzetek hatása elsősorban attól függ, milyen jelentést tulajdonítunk neki: pozitívnak vagy negatívnak minősítjük, képesek vagyunk-e befolyásolni az eseményeket.

– Mit tudunk az akut életesemények negatív hatásairól?

– Az akut mentális stressz a vegetatív idegrendszer hatásán keresztül okozhat szívritmuszavart vagy akár gyors lefolyású szívhalált. A pszichológiai vizsgálatok sok esetben a megelőző 24 órában elszenvedett veszteségekkel hozták összefüggésbe a szívhalált, melyekre a személy erős ér-

zelmekkel, indulatokkal reagált. Több vizsgálat is beszámol például a házastárs halálának hatására kialakult heveny szívesemények bekövetkeztéről. Ilyenkor egy sérülékeny koszorúérplakk (döntően zsírt és koleszterint tartalmazó lerakódás) megléte esetén a pszichológiai stresszorok átmeneti koszorúér-összehúzódást, véralvadást fokozó vérrögképződést elősegítő mechanizmusokat indíthatnak el, melyek a plakk megrepedését és trombózt idézhetnek elő a koszorúerekben.

– *Hogyan osztályozhatjuk a krónikus stresszorokat az iszkémiás szívbetegség esetében?*

– A krónikusak között a munkahelyi és a házastársi stresszorok játsszák a legfontosabb szerepet, de ide soroljuk a már említett szociális tényezőket is, a krónikusan fennálló hátrányos társadalmi-gazdasági helyzetet és az alacsony társas támogatottságot is.

Kiemelkedően magas – különösen az 50 évesnél fiatalabbaknál – a munkahelyi stressz szerepe. Például a túlterheltség, a túl sok vagy a több műszakban történő munkavégzés, a túl nagy elvárások, ha túl kicsi a beleszólási lehetőség (kontroll) a munka felett, a kevés elismerés stb. De meg kell említenünk a házassági stresszt is, ami a nők körében igen nagy rizikótényező, és összeadódhat a munkahelyi stresszrel. Hiszen a nőknek van munkahelyük, de otthon is helyt kell állniuk: háztartást vezetni, párjával kiegyensúlyozott kapcsolatban élni, gyereket nevelni, tanulni vele, esetleg idős hozzátartozót kell gondozni. Tehát a nők esetében jóval több lehet a feladat, s ebből adódóan rájuk jóval több teher hárulhat, így több a stresszor is. E többletthez a nőknél sok esetben erősebb ISZB-kialakulás tényező a férfiakéhoz képest. **Úgy tűnik, ez magyarázat lehet arra is, hogy miért csúszik egyre lefelé a nőknél is az iszkémiás szívbetegedés korhatára:** aki még nincs változó korban, azt éppen elég stresszor érheti, ami kiválthatja egy szívesemény kialakulását. Az is negatív tényező a nőknél, hogy sok esetben a társas támogatáson belül kisebb mértékben kapnak a párjuktól segítséget, vagy idősen özvegy nőbetegek esetén már nincs is, aki kiszolgálja őket.

– *Hazamegy a nő a kardiológiáról, a szívinfarktus után, és ott folytatja, ahol abbahagyta: munkahelyi és otthoni stressz-sorozatánál...*

– És a férj – legalábbis a férjek egy része – nem biztos, hogy kiszolgálja, vagy ki tudja szolgálni munkája mellett a feleségét. Inkább a nő teszi ezt még beteg is. A nők eleve, evolúciósan hajlamosabbak kiszolgálni férjeiket, gondoskodni róluk, mint fordítva. Azonban kardiológiailag is az egyik legvédőbb tényező, ha párkapcsolatban él az ember. S ha már a

protektivitást (védelmet) nézzük, mindkét nemnél nagy szerepe van a házastársi kapcsolaton kívül bármely önsegítő csoport-hoz, vallási csoporthoz való tartozásnak és a szoros baráti kapcsolatnak is. Döntően nem az a fontos, hogy mekkora a támogató csoport, hanem az, hogy milyen mértékű és minőségű ez a segítség és mennyire gyorsan érhetők el a támogatóink. Az egyik legfontosabb támogatási forma az érzelmi támogatás.

– *Mit kell tudnunk a negatív érzelmi állapotok szerepéről az iszkémiás szívbetegség kapcsán?*

– Öt tényezőről szeretnék beszélni: depresszió, szorongás, düh-ellenségeség, vitális kimerültség, valamint e csoportba sorolva az alvászavarok, melyek mindegyikéről bizonyított, hogy független rizikótényező lehet az iszkémiás szívbetegség kialakulásában és negatívan befolyásolják a további prognózist is.

A depresszióval kapcsolatban már az 1930-as években észrevették: depressziós kórházi betegeknek nagyobb arányban fordul elő szívbetegség miatt elhalálozás, mint nem depressziósoknál. Ezt követően vizsgálatok sokasága bizonyította, hogy már az enyhe depressziós tünetek is szerepet játszhatnak a koszorúér-betegségek kialakulásában.

Ugyanakkor a szívbetegségek is fokozhatják a depressziós tünetek megjelenését. Az iszkémiás szívbeteg kb. 15–20 százaléka szenved depresszióban, ami gyakran (nőknél főként) krónikus és visszatérő, és 50–70 százalékban már a szívbetegség előtt is fennállt.

– *Mitől kell tartania a fokozottan szorongó személynek?*

– A szorongásos zavarok között a pánik-zavar, a fobiás rendellenességek, a generalizált szorongásos zavar és a poszttraumás stressz zavar kapcsán mutattak nagyobb rizikót a koszorúér-rendellenességek kialakulása terén. Számos vizsgálat eredménye bizonyította, hogy a nagyobb mértékű szorongás általánosan nagyobb rizikót jelent a koszorúér-betegségek létrejöttére főként férfiaknál, a nőknél úgy tűnik, kisebb mértékű a szorongás és a szívbetegség kapcsolata.

Érdekes vizsgálatokat folytatnak azonban az utóbbi években a szorongás mint védőtényező (konstruktív aggodás) tekintetében. Elképzelhető, hogy a szorongó személyek jobban figyelik testi tüneteket, hamarabb észrevehetik a kóros jeleket, így hamarabb kérhetnek és kaphatnak segítséget. E kérdésre még nincs egyértelmű válaszuk.

– *Kevésbé ismert a vitális kimerültség fogalma...*

– Igen, csak az 1980-as években került reflektorfénybe a vitális kimerültség, mint a krónikus stresszállapot egyik legfontosabb mutatója. Három tényezővel jellemezhető.

Az egyik az állandó fáradtság, energiátlan-ság, a második a lehangolt, csüggedt hangulati állapot, a harmadik az irritabilitás, az ingerlékenység. Az egyik legmegbízhatóbb „jósló” tünete az első miokardiális infarktusnak, hogy az infarktust elszenvedett személyek 50–60 százalékának körülbelül egy hónappal az akut szívesemény előtt megvannak e tünetei. A tartós munkahelyi stressz, állandó túlmunka, megoldatlan krónikus családi, vagy egyéb fontos életterületen fennálló problémák járulhatnak hozzá ezen állapot kialakulásához. A nők a férfiakhoz képest nagyobb arányban mutatják a kimerültség tüneteit a szívinfarktus előtt, és a súlyosabbak is a tünetei.

A másik fontos megelőző tünet a szívinfarktus előtt az alvászavar. Lehet önálló, konkrétan pszichiátriai betegség, mint az inszomnia, illetve az alvás egyéb mennyiségi vagy minőségi rendellenességei. Az inszomniát, mely az elalvás, vagy átválts nehézségét, illetve az alvás nem pihentető voltát jelenti legalább egy hónapon keresztül, az utóbbi években elvégzett nagy nemzetközi tanulmányok szintén független rizikótényezőnek találták a szívinfarktus kialakulásában. Azonban nemcsak az inszomnia, hanem a hosszabb ideje fennálló rövid (6 óránál kevesebb) alvási idő is kardiális rizikótényezőnek tűnik, főként akkor, ha e rövid alvási időnek még a minősége sem megfelelő (például: sokszor felébred a beteg). Akik tartósan keveset alszanak, azoknál nagyobb valószínűséggel alakul ki például túlsúly vagy tartósan magas vérnyomás. Az alvászavarok gyakrabban fordulnak elő a nőknél, és valószínű, hogy náluk a rossz minőségű alvás és a rövid alvási idő magasabb rizikótényezőt jelent a koronária-betegségek kialakulása területén, mint a férfiaknál.

– *A negatív érzelmi állapotok csoportjában már csak a dühről és az ellenségeségről nem beszéltünk.*

– Igen, bizonyos mértékben érintettük már ezeket az akut stressz kapcsán, mint hirtelen kialakuló érzelmeket. A düh két-háromszorosával növelheti az angina pectoris, a szívinfarktus és egyéb akut szívesemények előfordulásának valószínűségét. Egy, a közelmúltban megjelent vizsgálat beszámolt arról, hogy két órával egy dühkitörést követően, ötször nagyobb a szívinfarktus kockázata, mintha ugyanaz a személy nyugodt lenne. Különösen nagy a rizikó azoknál, akiknél már felléptek/fennállnak szív- és érrendszeri zavarok.

A másik jellemző tekintve, amikor valaki nagyon ellenséges másokkal szemben, annál mintegy kétszer nagyobb a szívinfarktus előfordulásának valószínűsége, mint azoknál, akik nem ellenségesek.

Sokak által ismert az ún. A-típusú személyiség, aki türelmetlen, teljesítményorientált, állandó „időprésben” van, és a düh

és ellenségesség az átlagnál jobban jellemzi. Úgy tűnik, e két utóbbi sajátosság jelenti náluk is a rizikót a szívesemények létrejötte szempontjából, és nem az összes személyiségvonás. Valószínű, hogy azt is nehezebben viselik, ha tartósan nem tudnak helyzetük (például munka) felett kontrollt gyakorolni. A dohányzás, az alkoholfogyasztás, a magas kalóriatartalmú ételek fogyasztása és a mozgásszegény életmód szintén jelentős rizikótényezők e személyek életében.

A D (distressz)-személyiséget kell még megemlítenünk, akik között valószínűleg szintén nagyobb a rizikója a szívinfarktus létrejöttének. A szorongók, aggodalmaskodók hajlamosabbak a depresszióra, szociális közegben gátoltak (nehezebben létesítenek kapcsolatokat, és nem merik érzelmeiket kimutatni), s így kisebb a társas támogatottságuk is.

– *Ma már nagyon jól beállított gyógy-szeres terápia létezik az iszkémiás szívbetegségek kezelésére, például vérnyomáscsökkentők, vérzsírcsökkentők, véralvadásgátlók. De mit lehet tenni lelki téren?*

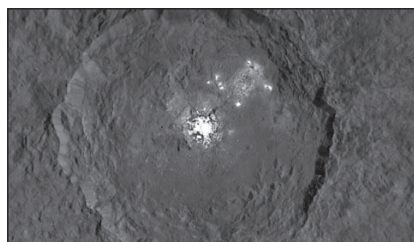
– Nagyon jó lenne, ha minden beteg, aki szívinfarktuson esett át, az életmentő beavatkozások után rehabilitációs ellátásban részesülhetne, ahol egy team (kardiológus, gyógytornász, dietetikus, pszichológus, nővér, asszisztens stb.) tudná segíteni a további gyógyulását. A pszichológusnak fel kell térképeznie azokat a lelki tényezőket, amelyek jelen lehettek, mint provokáló tényezők a betegség történetében. De nagyon oda kell figyelni arra, hogy ne ártsunk! Nem szabad büntudatot kelteni a betegben, kritizálva korábbi életstílusát – hiszen nyilván nem azért élt úgy, hogy szívinfarktust szerezzen magának. Döntően nem annak van hatása, ha tudom, „mit rontottam el”, hanem annak, hogy ha előretekintve „tudom, hogy mit tegyek másként” az állapotom jobbítása érdekében. A pszichológus egyénre szabott terápiás technikákat tud alkalmazni, például szupportív (támogató) terápiát, kognitív-viselkedéses terápiát, relaxációs terápiát, melyek segítségével javulhat a beteg hangulata, csökkenthet a szorongása. Segíthetjük a beteg különböző stresszhelyzetekhez történő alkalmazkodását, valamint támogathatjuk rövid- és hosszú távú céljainak meghatározásában is (például munkába állás; a dohányzás elhagyása). Igen fontos a betegek tanítása is, hogy azon a szinten, amelyen megértik, tájékozottassuk őket a szívbetegség lelki rizikótényezőiről és ezek kezelési módjairól. Tehát komplex kezelés szükséges team-munkában, s holisztikus módon az egész embert, s nem kizárólag a betegségét kell kezelni.

Az interjút készítette: FARKAS CSABA

A CERES TITOKZATOS FEHÉR FOLTJAI

Áprilisban kezdett a NASA Dawn űrszondája a Ceres körül keringeni (lásd: *Természet Világa*, 2015. június). Már az első felvételeken feltűnt néhány világos (fehér) folt az egyik, azóta Occatornak elnevezett kráterben. Azóta, ahogy a szonda egyre közelebből, alacsonyabb keringési pályáról vizsgálja a Cerest, egyre jobb felbontású képek készülnek a rejtélyes területről. A bemutatott képet két felvétel egyesítésével hozták létre, a fehér területekről rövid, míg a szürkés környezetükről hosszú expozíciós idejű felvételt készítettek az 1470 km magasságú keringési pályáról. Erre azért volt szükség, mert a foltok sokkal fényesebbek a környezetükénél, ott a felszín a ráeső napsugárzás 50%-át visszaveri, míg a szürkésnek látszó környezetükben csak 4–7%-át. A kép felbontása 140 méter. A világos foltokon kívül feltűnő, hogy az Occator kráter peremének belső oldala helyenként szinte függőlegesen szakad a mélybe.

A kráter közepén lévő folt szerkezetére számos kérdést vet fel a képződmény eredetét illetően. A küldetés vezető kutatója, Christopher Russell (UCLA, Los Angeles-i Kaliforniai Egyetem) azonban óva int az elhamarkodott következtetésektől. Bár az expozíciós időt nagyon gondosan igyekeztek megválasztani, a fehér folt egyes helyeken olyan fényes, hogy a telítettség jelei mutatkoznak, azaz ott a rövid expozíciós idő ellenére túlexponált a kép nem mutat további részleteket. A kutató emlékeztet arra, hogy a legalacsonyabb térképező pálya csak 375 km magasan



A Ceres Occator kráterében látható különös, világos foltok a Dawn űrszonda 140 méter felbontású felvételén

húzódik majd a felszín fölött, vagyis a mostaninál négyezer jobb felbontású képeket is remélhetünk. Addig is, amíg a részletesebb felvételekre várnak, a NASA szakemberei a Dawn küldetés honlapján szavazást indítottak arról, mik lehetnek a rejtélyes fehér foltok. Nem biztos, hogy a tudományos kérdések eldöntésének legjobb módja az internetes szavazás, azonban a honlap látogatói a vulkán, gejzír, közet, jég, sólerakódás és egyéb lehetőségek közül választhatnak. (E sorok írásakor – IX. 13. – az egyéb vezet 39%-kal,

míg második 28%-kal az erős fényvisszaverés alapján hihetőnek látszó jég.)

(www.skyandtelescope.com,
2015. szeptember 10.)

A NEW HORIZONS ÚJ CÉLPONTJA

Alig haladt el júliusban a NASA New Horizons űrszondája a Plútó mellett (lásd: *Természet Világa*, 2015. szeptember), az amerikai űrügynökség máris bejelentette a szonda következő célpontját. Eszerint a New Horizons a Plútó után a Hubble-űrtávcső által alig egy éve felfedezett, 2014 MU₆₉ jelű, Kuiper-objektum mellett fog elrepülni. A mindössze 25,6 magnitúdós-nak látszó égitest 43,3 csillagászati egységre, azaz 6,49 milliárd kilométerre kering a Naptól. Felszínének fényvisszaverő képességét átlagosnak (kb. 20%) feltételezve a csillagászok csupán 45 km-esnek becsülik az átmérőjét, ami nagyjából tízszerese a közepes üstökösök méretének. A randevű „megszervezéséhez” azonban ennél sokkal fontosabb az apró égitest pályája és mozgása. A tervek szerint a találkozó megvalósításához október végén és november elején a New Horizonsnak négy pályamódosító manővert kell végrehajtania. Ha ezek sikerülnek, a szonda 2019. január elején szárguldhathat el a kis égitest mellett. Amint arról már beszámoltunk, a NASA szakemberei az utolsó pillanatra hagyták a döntést a Plútó felé tartó szonda következő célpontjáról. A megfelelő égitest keresésébe tavaly már a Hubble-űrtávcsövet is bevonták, így három potenciális célpontot sikerült találni. Ezek közül az első számú (PT1) volt a most véglegesen kiválasztott 2014 MU₆₉. (A PT3, azaz a 2014 MU₇₀ valamivel nagyobb ugyan, de eléréséhez több üzemanyagra lett volna szükség.) A 2014 MU₆₉ csaknem kör alakú (0,05 excentricitású) és az ekliptikával csak 2,5 fokos szöget bezáró pályán kering a Nap körül, amiből a tudósok arra következtetnek, hogy a Naprendszer 4,6 milliárd évvel ezelőtti keletkezése óta nem sok zavaró hatás érthette az égitestet. A szakemberek bizakodóak, bár a csaknem tíz éve úton lévő űrszondának további három évig ugyanolyan kifogástalan műszaki állapotban kell maradnia, amilyenben a Plútó melletti elrepülés-kor volt. Emellett még meg kell szerezniük a NASA anyagi támogatását a küldetés folytatásához, a szakmai érvelésük alapján fogják a NASA illetékesei eldönteni, érdemes-e további három évvel kiterjeszteni az eddigi sikeres küldetést. A csillagászok addig is megpróbálják újabb megfigyelésekkel pontosítani a 2014 MU₆₉ pályáját, esetleg a méretét és az alakját, sőt, talán még a megközelítés előtt végleges sorszámot és nevet is kaphat a kis égitest.

(www.skyandtelescope.com,
2015. szeptember 3.)

IKERCSILLAGOK EGYSZERŰSÍTIK A KOZMIKUS TÁVOLSÁGMÉRÉST

A Cambridge-i Egyetem csillagászai Paula Jofré vezetésével új, a korábnál pontosabb módszert dolgoztak ki a csillagok távolságának mérésére. Eljárásuk az azonos színképű csillagok összehasonlításán alapul, feltételezésük szerint ugyanis, ha két csillag színképe pontosan azonos, akkor más fizikai tulajdonságaik, így a valódi (abszolút) fényességük is azonos lehet. Utóbbiból viszont a régóta jól ismert összefüggés alapján következtetni lehet a távolságukra. Eredményüket a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* augusztusi számában közzölték. Természetesen a legpontosabb távolság a csillagok parallaktikus elmozdulásából számítható, ez azonban csak a közeli csillagok esetében mérhető. Bár az ESA kifejezetten pozíciós csillagászati célra készített űrtávcsöve, a Gaia egymilliárd csillag helyét és parallaxisát fogja meghatározni, azonban ez még mindig csak a Tejútrendszer csillagainak 1%-a. A távolabbi csillagok távolságára csak közvetett módszerekkel lehet következtetni.

Jofré módszere ikercsillagok összehasonlításán alapul. Minél jobban hasonlít egymásra két, egymástól távoli csillag színképe, annál nagyobb valószínűséggel tételezhető fel, hogy valódi fényességük azonos. Így, ha a közelebbi csillag távolságát parallaktikus módszerrel pontosan meg tudjuk mérni, akkor a fényesség fordított négyzetes csökkenésének törvénye alapján a távolabbi csillag távolsága is pontosan megállapítható. A kutatók két hónap alatt 536 stabil fényű, a Naphoz hasonló színképtípusú csillag színképét elemezték, amelyeknél nagy felbontású színkép is a rendelkezésükre állt. Az 536 csillag között 175 olyan spektroszkópiái „ikerpárt” találtak, ahol az egyik csillag távolságára megbízható parallaxismérés is rendelkezésükre állt. A használt parallaxismérési adatok átlagos pontossága 3,5% volt, ezzel szemben ők 7,5% bizonytalansággal tudták megállapítani a távolabbi csillagok távolságát. Igaz tehát, hogy a módszer pontatlanabb, azonban a parallaxismódszerrel ellentétben a hiba nem nő a távolsággal arányosan, ami óriási előny.

(www.skyandtelescope.com,
2015. szeptember 10.)

DÉL-AFRIKÁBAN ÉLT A LEGKORÁBBI PÁVIÁN

A johannesburgi Witwatersrand Egyetem kutatói Dél-Afrikában fedezték fel az eddig talált legkorábbi páviánmaradványt. A több mint kétmillió éves részleges ko-

ponyát a Malapa nevű lelőhelyen találták, ahonnan 2010-ben egy új korai hominina faj, az *Australopithecus sediba* részleges csontvázát is leírták. A páviánok számos kelet-afrikai és dél-afrikai lelőhelyen együtt fordulnak elő a hominidákkal. Az új koponya megerősíti azt a korábbi vélekedést, hogy a fosszilis pávián (*Papio angusticeps*) nagyon közel állt a ma élő *P. hamadryas* fajhoz.

A Szaharától délre eső afrikai területekre és az Arab-félszigetre kiterjedő széleskörű előfordulásuk és evolúciós sikerük ellenére a páviánok eredete kevésbé ismert és erősen vitatott. A molekuláris óra vizsgálatok alapján a páviánok 1,8–2,2 millió évvel ezelőtt váltak el a legközelebbi rokonaiktól, de az ebből az intervallumból származó ősmaradványok vagy túl töredékesek, vagy pedig rossz megtartásúak voltak ahhoz, hogy a *P. hamadryas* fajjal azonosítsák őket. A Malapa példány anatómiai jellemzői alapján a fosszilis *P. angusticeps* valószínűleg nem önálló faj, hanem a mai *P. hamadryas* korai populációit képviseli. Ráadásul a példány kora tökéletes egyezésben van azzal, amit a molekuláris óra vizsgálatok alapján javasoltak a modern páviánok megjelenésére.

(*PLoS ONE*, 2015. augusztus)

A REPÜLŐ ÓSHÜLLŐ UTOLSÓ VACSORÁJA

Minden paleontológus álma egy olyan ősmaradvány, amelynél a háromdimenziós anatómiai részletek, a gyomortartalom, és a lágy szövetek mellett még egy koprolit is fosszilizálódik. Habár ez túl szépen hangzik, hogy igaz legyen, mégis megesett egy késő-jura (146–161 millió éves) repülő őshüllő esetében. A Dél-Németországból (Solnhofenből) származó *Rhamphorhynchus* rendkívül jó megtartású lelet mostanában került a kanadai Royal Tyrrel Múzeum birtokába. A példány egyik legjelentősebb tulajdonsága a fosszilizálódott gyomortartalom. A paleontológusoknak gyakran problémát okoz egy kihalt faj esetében az étrend és az ökológia jellegek megállapítása. Noha számos lehetőség van a fogak morfológiájának és a maradványban megőrződött geokémiai nyomoknak a vizsgálatára, sokkal egyszerűbb közvetlenül a gyomortartalmat megvizsgálni. Habár ez esetben a megtartás a pontos azonosítást nem teszi lehetővé, a korábbi adatokkal és a hegyes begömbülő fogakkal egybecsengő módon ez a *Rhamphorhynchus* egyed is valamilyen halat fogyasztott elpusztulása előtt.

A példány legmeglepőbb része egy potenciális koprolit, vagyis fosszilizálódott ürülék, amely közvetlenül a csipőcsontok mögött helyezkedik el, a kloáka közelében. A koprolitok meglepően ritkák néhány gerinces csoportnál, így például ez a valaha ta-



Rhamphorhynchus-fosszília

lált legelső ilyen lelet a Pterosauriák között. Megőrződött a meghosszabbodott negyedik ujj és a boka között kifeszülő szárnymembránnak, valamint a hátsó végtag és a farok között lévő kisebb membránnak (uropatagium) a finom lenyomata is a bezáró kőzetben. Az ehhez hasonló leletek segítenek megérteni, hogyan tudtak ezek rejtélyes, kihalt állatok a levegőbe emelkedni.

(*PeerJ*, 2015. augusztus 20.)

ÚJ ÓRIÁSVÍRUS A SZIBÉRIAI PERMAFROSTBAN

Szibéria évezredek óta fagyott talaja (permafrost) napjaink melegebb klímájában olvadóban van. A felolvadással felszabaduló gázok (metán, szén-dioxid) mellett fertőzőképes ősi vírusok is sorra előkerültek. A kutatók nemrégiben egy új típusú óriásvírust fedeztek fel ugyanabban a 30 ezer éves szibériai permafrost talajmintában, amiből korábban a pithovirus is izoláltak. Részletes elemzések után az új vírus a *Mollivirus sibericum* nevet kapta.

Az amőbát fertőző vírus nagyjából gömb alakú melynek átmérője kb. 0,6 µm. 650 000 bázispárból álló örökítő anyaga több mint 500 fehérjét kódol, melyek nagy része nem mutat rokonságot a korábban leírt *Pithovirus sibericum* fehérjéivel. Az új vírus DNS-e az amőba sejtmagjában kettőzödik meg, míg a pithovirus a gazdasejt citoplazmájában replikálódik. Életmódja és a DNS alapegységek szintéziséhez szükséges enzimek hiánya miatt a *Mollivirus sibericum* jobban hasonlít a közönséges „kis” vírusokhoz, ahova többek között az emberre is ártalmas adenovírus, a papillomavírus és herpeszvírus tartozik. A pithovirus a poxvirusokhoz hasonlóan a citoplazmában replikálódik, ebbe a családba tartozik a hivatalosan már legyőzött fekete himlő vírusa is.

Az új felfedezés valószínűsíti, hogy az óriásvírusok gyakoriak és változatosak a permafrost talajokban. Hosszú túlélési idejük a fagyott talajban feltehetőleg nemcsak egyes típusokra vonatkozhat, hanem több, potenciálisan veszélyes vírusra is. Egy főgékony gazdaszervezet jelenlétében néhány még fertőzőképes részecske valóban

elég lehet e kórokozók újjáéledéséhez. A sarkvidéki területeken a klímaváltozással megélénkült gazdasági tevékenységek (földgáz- és olajlelőhelyek) során erre is oda kell figyelnünk.

(*sciencedaily.com*, 2015. szeptember 9.)

STEPHEN SPARKS VULKANOLÓGUS KAPTA A VETLESEN-DÍJAT

A Vetlesen-díjat 1959-ben alapították, amit négyévente osztanak ki a földtudomány legkiemelkedőbb kutatójának. A Columbia University's Lamont-Doherty Earth Observatory által kiadott díj olyan tudományos életműnek szól, ami jelentősen előrelendítette a földtudományi megismerést, új felfedezéssel járt és új irányvonalat határozott meg. Olyanok kapták meg, mint a holland geofizikus, Felix Vening Meinesz, aki számos expedíciót vezetett tengeri területeken, ahol pontos gravitációs méréseket végzett, eredményei hozzájárultak a Föld alakjának pontosításához. Az angol Arthur Holmes, a XX. század talán egyik legkiemelkedőbb földtudományi szakembere, aki elsők között igyekezett meghatározni a Föld korát és eredményei alapvető változást hoztak a geológiai korszakáról. 1978-ban a kanadai Tuzo Wilson kapta a díjat, aki a lemeztektonika egyik úttörő képviselője volt, és először írta le a forrófolt-területeket. Óriási siker a vulkanológia számára, hogy 2015-ben egy vulkanológus veheti át ezt a díjat. Stephen Sparks, a bristoli egyetem professzora elévülhetetlen érdemeket szerzett abban, hogy a vulkanológia forradalmi változásokon ment keresztül.



Stephen Sparks

1974-ben szerezte meg a PhD fokozatát és 1977-ben már a Nature-ben publikált, ahol rámutatott arra, hogy a magmakeveredésnek milyen óriási szerepe van a robbanásos kitérések elindításában. Kezdetektől fogva fizikusokkal és matematikusokkal dolgozott együtt és ezzel helyezte a vulkanológiai megismerést erős fizikai és matematikai alapokra. Így rekonstruálta a földkéreg mélyebb részein zajló magmás folyamatokat, a földkéreg alsó részén lévő „forró zónát”. Szintén az ő nevéhez fűződik a nagy robbanásos kitérések során feltornyosuló vulkáni hamufelhők természetének leírása és még sorolhatnánk. 2012-

ben Kathy Cashmannel foglalták össze, hogy az elmúlt 25 évben a vulkanológia hogyan változott, hogy helyeződött egyre inkább fizikai alapokra. Publikációs listája minden vulkanológus szakembernek a leggyakrabban látogatott weboldalak között van. Sparks vezette azt az angol kutatócsoportot, amely kezdetektől végigkísérte a karibi Montserrat szigetén lévő Soufrière Hills 1995-től induló vulkánkitörését. Fáradhatatlanul vesz részt a vulkáni veszély felmérésben, többek között a fejlődő országok esetében és nyújt segítséget, hogy az elmaradott területeken is kiépülhessenek vulkáni megfigyelő központok. Egyik alapítója a Global Volcano Model kezdeményezésnek, az angliai Bristolban pedig a vulkanológiai legnagyobb hűzőerejű tudományos központját hozta létre.

Harangi Szabolcs <http://tuzhanyo.blogspot.hu/>

CSERNOBIL „HASZNA”

Az emberiség történetének legnagyobb nukleáris katasztrófája, az 1986-os csernobili reaktorrobbanás után több mint 300 ezer ember volt kénytelen elhagyni lakhelyét. Ám a környezetben nem az történt, amit sok kutató annak idején várt, vagyis hogy az erőmű körzetében nukleáris pusztaság maradt. Ellenkezőleg. Míhelyt az ember elhagyta a városokat, falvakat, a természet fokozatosan visszavette mindazt, amit elvettek tőle. A kezdet, persze, az élővilág számára is szörnyű volt. A sugárzást megszenvedte az állatvilág, a házi szarvasmarhától az egérig, ám ez a drasztikus hatás csupán nagyjából egy évig tartott.

Egy nemzetközi kutatócsoport vizsgálatokat végzett több olyan fehéroroszországi természetvédelmi területen 2008 és 2010 között, amiket nem ért szennyeződés. Őzekeket, jávorszarvasokat, gímszarvasokat, vad-disznókat és farkasokat számoltak a hóban maradt nyomaik alapján. Az adatokat összevetették a Csernobil környékén, nagyjából ugyanakkora területen 2005 és 2010 között végzett számolások eredményeivel és az említett állatok száma Csernobil térségében vagy megegyezett a mintaterületekével, vagy még meg is haladta azokét. Mi több, a szennyezett zónában újra megjelent a barna medve és az európai bölény is. Ugyanakkor még nem vizsgálták, milyen hatással volt a sugárzó környezet a kisebb állatokra, így a madarakra, rovarokra, a talajfaunára.

A következtetés meglepő és elgondolkodtató. A vadállatokra a sugárzás jóval kisebb mértékben hatott, mint az emberekre, ugyanakkor bebizonyosodott, hogy a természet, ha békén hagyják, nagyon jól elvan ember nélkül. Ezért is fontos, hogy maradjanak a Földön olyan vidékek, amikre, ha csak lehet, nem hat az ember, nem népesíti be. Ha esélyt adunk a termé-

zetnek, élni fog vele, bár ezt ne azon az áron tegyük, hogy mindez nukleáris robbanás miatt következzen be.

(*New Scientist*, 2015. október 5.)

FEKETE ORRÚ JET

Régen a menetrend szerinti járatok természetes velejárója volt a repülőgép legelején a fekete orr. Manapság már csak a régebbi gépeken látható. A fekete orr nem optikai szempontból került a repülő elejére, használatának oka sokkal inkább praktikus.

A repülőgépek ismerői „radom”-nak nevezik a repülőgép orrán lévő fekete lekerékítést. Az elnevezés az angol „radome” műszóra vezethető vissza, amely a radar és a kupolát jelentő „dome” szóból képződött. Így nevezik egyébként a kupolákat is, a meteorológusok, repülőirányítók, illetve a katonai ellenőrzés rögzített radarenyőit, amelyek arra szolgálnak, hogy védjenek a széltől és az időjárás viszontagságaitól. A fekete orr mögött található a radarkészülékek, amelyek a pilótákat figyelmeztetik rossz időjárás, heves eső esetén.

A radarok elektromágneses hullámokkal működnek, melyeket maga a radarkészülék bocsát ki és a megfigyelendő tárgyak verik vissza őket. Ezért elengedhetetlen, hogy a radom olyan anyagból készüljön, ami az elektromágneses hullámokat nem befolyásolja. Ezért a géporr készítésekor fém helyett régóta műanyagból készült kötőanyagot használnak.

Régen a nagy igénybevételnek kitett repülőgéporrokat gumiszzerű fekete védőréteggel vonták be, ezért volt sötét az orruk az egész világon. A szokásos külső lakkréteg fémkomponensei ugyanis zavarták volna a kibocsátott és a bejövő radarjeleket. Ezen kívül így az orr színének nem kellett illenie a repülőgéptörzs színárnyalatához, ha a rendkívüli igénybevételnek kitett szerkezeti elemet cserélni kellett.

Ma már azonban léteznek olyan lakkok és eljárások, melyekkel a radomot az egész repülőgép festésére használt színárnyalatra lehet festeni, anélkül, hogy az befolyásolná a radart. Ezért tűntek el a fekete orrok a mostani repülőgéptípusoknál kb. két évtizede. Néhány légitársaság, mint pl. az olasz Alitalia hagyományörzés céljából valamivel tovább megtartotta a fekete színt az orroknál. Így pl. XVI. Benedek pápa 2008-ban fekete orrú Alitalia-géppel utazott Amerikába.

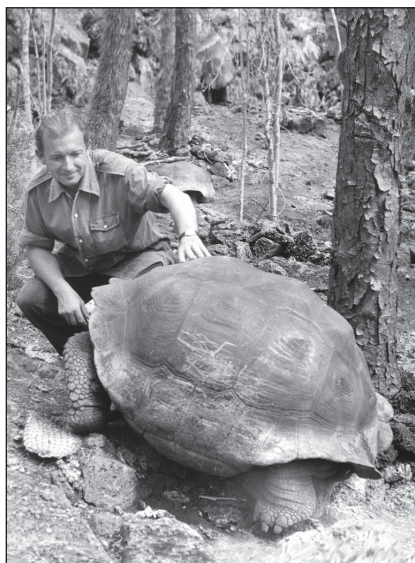
Ma már csak nagyon régi járatoknál találjuk meg a fekete orrot. Az egyik kivétel ez alól a német Lufthansa egyik Jumbo-Jet gépe volt idén. A cég 1955-ös újraindításának 60. évfordulójára a társaság a Boeing 747-est az 1970-es évek eredeti színárnyalatára lakkozta – az orrát pedig fekete térére festette.

(*www.farbimpulse.de* 2015. szeptember 2.)

Érden az egész világ

Balázs Dénes – 3276 nap

Balázs Dénes neve már életében fogalommmá vált. Kitartással, akarat-erővel olyan dolgokat valósított meg, amik a hétköznapi emberek számára megvalósíthatatlannak tündek.



Balázs Dénes Galápagoson egy óriásteknőssel

Utolsó nagy művét, a magánkiadásban megjelent *Életem-utazásaim* című könyvét már beteg írta. A megjelenést már nem érthette meg. A halálos ágyán saját kezűleg aláírt, utólag beragasztott cédulákon volt olvasható siron túli dedikációja....

Karsztkutató geográfusként, nagyrészt önerőből, állami támogatás nélkül, hátizsákosan, szerény körülmények között bejárta a Föld legjelentősebb karszvidékeit. Kutatott sivatagokban, őserdőkben, magas hegyekben és távoli óceáni szigeteken. Eljutott Alaszka, Grönland és Izland jégvilágába. Felkereste Indonézia tűzhányóit és Japán lávabarlangjait.

Több esztendő küzdelem eredményeként 1983-ban ő hozta létre Érden a Magyar Földrajzi Múzeumot, ahol állást nem vállalt, de önzetlenül többet dolgozott, mint két-három fizetett munkatárs együttvéve.

Most a múzeum tetőterében kialakított, több mint 200 négyzetméteres kiállító térben láthatjuk az elindulás mozzanatait felidéző repülőteri várót, a szerény expedíciós felszerelést, Beléphetünk a tudós érldigeti dolgozószobájába, ahol felesége, Sprincz

Vilma önzetlen hitvesi közreműködésével mechanikus írógéppel írta könyveit. Íróasztala fölött Körösi Csoma Sándort ábrázoló metszet... A nagy példakép adott neki erőt a legnehezebb élethelyzetekben, a gyakran nem könnyű megpróbáltatások elviseléséhez.

Munkái a klasszikus földrajzi-természet-tudományi ismeretterjesztés remekművei. A természet és a világjárás iránt rajongó nemzedékek nőttek fel ezeken a könyveken, s adtak reményt e sorok szerzőjének is, hogy a világ megismerése nem lehetetlen. Még akkor sem, ha a szocializmus időszakában hazánkfiainak évtizedeken át annak látszott... Leleményesség, kitartás, fáradhatatlan szervezőképesség, kapcsolatteremtő diplomáciai érzék, empátia és olthatatlan kíváncsiság jellemezte azt a szerény tudóst, akinek életműve nemcsak tiszteletet érdemel, hanem értelmes célú utazásokra is ösztönöz.

A kiállítás a tudós könyveinek újraolvasását sugallja gondolatébresztő tablóival, tárgyi emlékeivel, a barlangok világát és a trópusi őserdők birodalmát felvillantó, Sipos György és fia által készített emlékezetes dioramáival. A Szabadság-barlang felfedezője, a Karszt- és Barlang szakfolyóirat szerkesztője éppen úgy jelen van, mint az afrikai törzsek tagjai között dolgozó kutató, aki Gabon törzsi varázslóihoz éppen úgy közel került, mint a Namib-sivatag buszmanjához vagy Új-Guinea pápuáihoz.

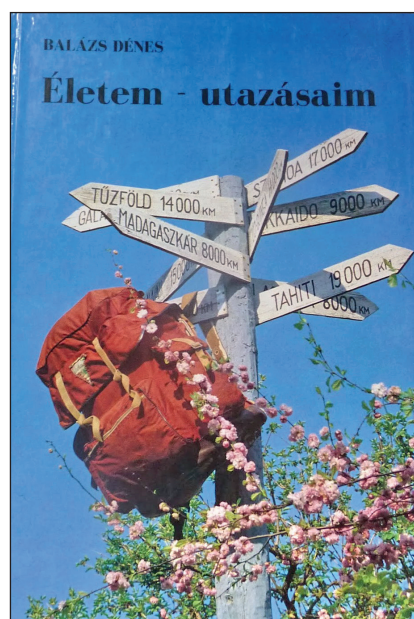
A 3276 expedíciós napot felidéző kiállítás emléket állít egy nem mindennapi embernek, aki tevés karavánt szervez a Tibeszi-hegység szívébe, hogy a Soborom tűzhányó katlanának félelmetes utóvulkáni működését tanulmányozza. Ennek a ma is nagy kihívást jelentő szakmai feladatnak az érdekében három társával kölcsönautóval kelt át a Szaharán. Aki cikkcakkban járta be az Egenlítő mentén Afrika tájait, s hajóstopppal barangolta be az Indonéz-szigetvilágot.

A sokrétű, informatív anyag, a tablószevegek és fényképek Balázs Dénes könyveire, naplóira épülnek. Az időtálló idézetek nemcsak távoli tájakat jellemeznek, hanem azt a rendkívüli embert is, aki komplex módon látja a világ természeti jelenségeit, s céljai elérése érdekében minden személyes áldozatvállalásra és lemondásra képes. A kiállításon eltöprenghetünk, hogyan működik az alaszakai halfogó kerék, milyen ruhát viselnek a szépre fogékony grönlan-

di eszkimók, mit jelent a barlangi lávaképződmények kutatása, s milyen nehéz lehetett a 8 mm-es keskenyfilmfelvétel használata a páradunasztos amazóniai őserdőben.

Balázs Dénes nem ismert lehetetlent. Őt ember szorgalmas, tevékeny életét élve felfigyelt a geográfia kallódó tudománytörténeti értékeire. Megmentésük érdekében heroikus munkát végzett. Fáradhatatlanul kutató, kilincsel, s emberi példát adott szakmaszeretettől, önzetlenségből, közösségért végzett munkából. A földrajz és a világjárás szerelmei igazán otthon érezhetik magukat a múzeumi tetőterben, mely Érd városa által elnyert Európai Unió pályázat révén készülhetett el.

A kiállítás kurátora, Lendvai Timár Edit számos kiváló szakembert bevonva, a Nemzeti Kulturális Alap pályázati forrásaival valósította meg negyedszázados álmunkat. Az életművet bemutató, az állandó kiállítás tablóinak magyar és angol nyelvű vándorkiállítás változatát Százhalombattán, Püspökladányban, és Keszthelyen tekinthették meg



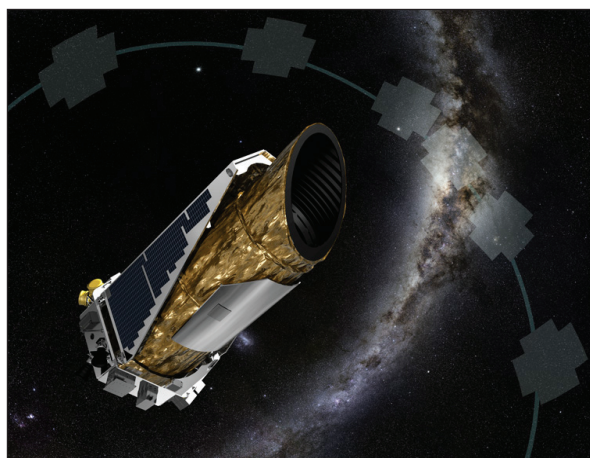
Utolsó könyve

az érdeklődők. A jövőben a határokon túl, Erdélyben és a Felvidéken is az érdeklődők elé kerülhet ez a páratlanul gazdag és nemzetközi viszonylatban is egyedülálló életmű.

KUBASSEK JÁNOS

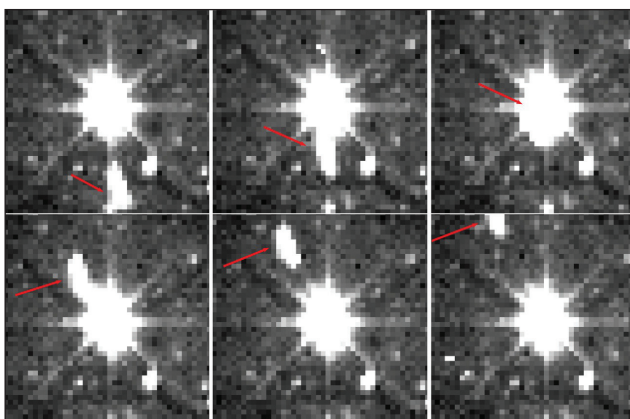
Kisbolygóvadászat Kepler-űrtávcsővel

A Kepler-űrtávcső az eddigi leghatékonyabb exobolygó-kereső eszköz: majdnem 5000 bolygójelöltet fedezett fel, ebből 1000-nél is többet erősítettek már meg. Először sikerült statisztikailag értékelhető mintán megvizsgálni, hogy milyen gyakoriak a távoli csillagok körül keringő bolygók, bolygórendszerek. A NASA eredeti programjának a második lendkerék meghibásodása vetett véget, ami lehetlenné tette az addig folyamatosan megfigyelt terület monitorozását. A megszakításmentes megfigyelés azért fontos, mert a Kepler a bolygók okozta parányi fényességváltozásokat kereste a csillagok fényének extrém pontos mérése révén, s egy-egy fedés legfeljebb néhány órán keresztül tart. Ironikus módon, a pozíciótartás hibája egy új tudományos program kidolgozását tette lehetővé. A K2-nek elnevezett program 2014 nyarán indult. Ennek keretében az űrtávcső megfigyeli a galaxisunk síkjához közeli fiatal csillagokat, a gravitációs mikrolencse-hatás révén bolygókat keres, a Napnál kisebb, vörös törpecsillagok körül pedig lakható bolygókat. Az új program egyben egy technikai probléma megoldását is jelenti: a Nap sugárnyomását úgy egyensúlyozzák ki, hogy az űrtávcső a Naprendszer síkjára, vagyis az ekliptika mentén végez három hónapos megfigyelést egy-egy égterületen.



1. ábra. A Kepler az ekliptika síkjában folytatja küldetését, egy-egy területet 80–90 napig figyel meg

tandó PLATO missziójának számára is nagy a jelentősége. Ez utóbbi különösen fontos lesz, hiszen Magyarország is a döntéshozó testület tagja. A kutatás során Szabó Róberték a K2



2. ábra. Kisbolygó elhaladása egy fényes csillag közelében. Az aszteroida mozgását – ami elnyúlt alakját a félórás expozíció alatti elmozdulásnak köszönheti – piros nyíl mutatja

Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpontban Szabó Róbert vezetésével azt vizsgálták, milyen hatással vannak az űrtávcső látómezejében áthaladó kisbolygók a fotometriai pontosságra. A kutatók emellett arra is keresték a választ, hogy azonosíthatjuk-e ezeket az égitesteket és vajon van-e kö-

zöttük eddig ismeretlen? Ezen kérdések megválaszolásának a jövőbeli űrfotometriai missziók, mint a NASA 2017-re tervezett TESS vagy az Európai Űrgyőnség 2024-ban indí-

szinte minden második csillag környezetében láthatóak voltak ezek az égitestek, ráadásul naprendszerbeli mozgásuk miatt elmozdultak a háttércsillagokhoz képest.

Az aszteroidák azonosításához a Pál András Lendület-csoportja által kidolgozott módszert használták a kutatók, és ennek segítségével minden talált kisbolygót sikerült azonosítani egy már ismert égitesttel. Közöttük egy Föld-közeli kisbolygó is akad (Near-Earth Object, NEO). A részletes vizsgálatok azt mutatják, hogy a Kepler-űrtávcsővel nem várható több kisbolygó-felfedezés a vizsgált fényességtartományban, ugyanakkor a távcső alkalmas arra, hogy ezeket az égitesteket minél jobban megismerjük. A kutatás eredményeképpen bebizonyosodott, hogy a kisbolygók jelenlétét is figyelembe kell venni a minél precízebb fotometria elvégzéséhez.

„Azonban, ami másnak zavaró tényező, nekünk fontos asztrófizikai jel” – mondta *Sárnecky Krisztián*, a kisbolygókutatás egyik hazai szakértője, ezek a mérések ugyanis nagyon fontos adatokat szolgáltathatnak az aszteroidák tulajdonságairól.

A rendelkezésre álló adatokkal a kutatócsoport a kisbolygók forgási periódusainak statisztikai vizsgálatát is tervezi. Ezen adatsorok elemzése a kis égitestekről, a Naprendszer keletkezéséről és fejlődéséről szolgáltathatnak információkat. Itt rejlik a Kepler igazi előnye: egy-egy égitestről akár egy héten keresztül folyamatos megfigyelést lehet végezni, amit földi távcsövekkel nem lehet megoldani. További tervek közé tartozik, hogy a Neptunuszon túli kis égitestek hasonló vizsgálatát is elvégezzék, amire a kutatócsoportnak elfogadott K2 távcsőidő-pályázata van.

Az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézetében nagy hangsúlyt fektetnek a Keplers kutatásokra, így a K2 küldetés a csillagászat változatos területein dolgozó kollégáinak is felkeltette az érdeklődését. Így például az exobolygókkal, a pulzáló változócsillagokkal, a fiatal csillagokkal, a csillagkeletkezéssel vagy éppen az extragalaktikus objektumokkal kapcsolatban is új eredmények szülehetnek a közeljövőben.

DÁLYA GERGELY–HANYECZ OTTÓ–SZABÓ RÓBERT

A kutatást az Akadémia Lendület programja (Lendület-2009 és LP2012-31), valamint az OTKA K-83790, K-109276, K-104607, NKFIH K-115709 támogatja

Az El Niño tovább erősödik

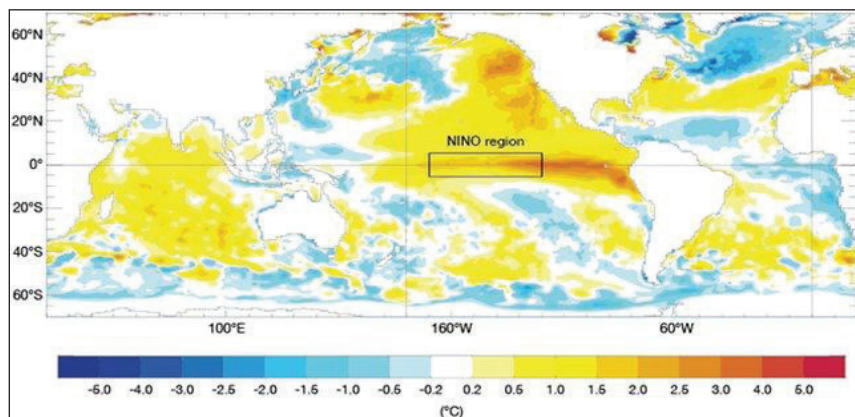
Az idén tavasszal tapasztalt mérsékelt El Niño állapot erősödni kezdett és a jelenlegi előrejelzések alapján 2015 végére valószínűleg nagyon erős eseménnyé alakul.

– 2015. augusztus 1-jén készült évszakos ensemble előrejelzései azt jelzik előre, hogy ez az év sem lesz kivétel. Az ensemble futtatások lényege, hogy figyelembe vesszük az időjárási és az óceáni álla-

1997-ben is történt. A legutolsó előrejelzések azonban így is erősebb anomáliákat adnak, mint az összes eddigi augusztusi futtatás az elmúlt 34 év során, kivéve az 1997-es évet.” – mondta Tim Stockdale, az ECMWF szezonális és hosszútávú előrejelző csoportjának vezetője. „Az 1997-es anomália csúcserőssége majdnem elérte a 2,7 °C-ot, ami talán nem következik be ebben az évben, de a 2015-ös El Niño esemény ennek ellenére valószínűleg nagyon erős lesz” – tette hozzá.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a legmegbízhatóbb szezonális előrejelzéseket a több, független előrejelző rendszerből származó ensemble futtatások kombinációjával és kalibrálásával kapjuk. A 3. ábra az EUROSIP multi-modell szezonális előrejelző rendszerének kalibrált komponensei alapján az El Niño hőmérsékleti anomáliájának ensemble előrejelzését mutatja be. Az előrejelzett értékek tartománya az ECMWF ensemble modellből kapott tartományhoz hasonló, és a modellek egybehangzóan nagy valószínűséggel 2 °C körüli anomáliákat jeleznek.

Néhány ensemble tag nagyon nagy, akár 3,3 °C-ot meghaladó anomáliát is mutat, ami a NIÑO3.4 régióban 30 °C-os vagy annál magasabb hőmérsékletre utal.



1. ábra. Átlagos tengerfelszín-hőmérséklet anomáliák 2015 júliusában. A térkép a tengerfelszín-hőmérséklet anomáliáit mutatja az 1981–2009-es átlaghoz viszonyítva

Az El Niño esemény lényege, hogy a szokatlanul magas tengerfelszín-hőmérsékleti anomália tartósan fennmarad a Csendes-óceán trópusi területein. Ez a jelenség együtt jár a légkör állapotának megváltozásával, és erős nyomot hagyhat az általános cirkulációban. Az El Niño hatással van továbbá a globális átlaghőmérsékletre, és ennél fogva befolyásolja a globális melegedés mértékét.

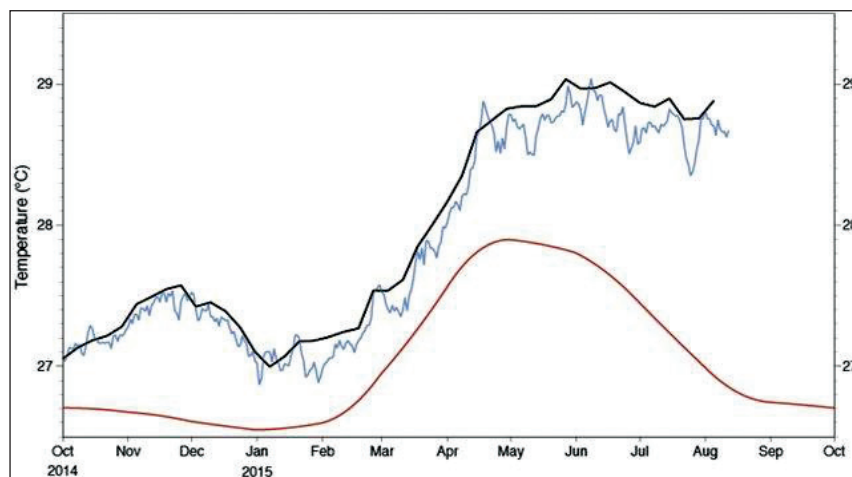
Az El Niño események intenzitása változó, a nagyon erős események meglehetősen ritkák, évszázadonként csak néhány alkalommal következnek be. 1950 óta 2 °C feletti év végi anomália csak 1972-ben, 1982-ben és 1997-ben fordult elő. Az ilyen szélsőséges és ritka események előrejelzése nagy kihívást jelent.

Az 1981–2010 közötti időszak átlagához képest a tengerfelszín-hőmérséklet anomáliája a NIÑO3.4 régióban (1. ábra) 2015 márciusától kezdve folyamatosan erősödött, júliusban megközelítette az 1,6 °C-os értéket, így ez a legmagasabb júliusi anomália 1997 óta. A megfigyelt tengerfelszín-hőmérséklet a NIÑO3.4 régióban tavaly óta magasabb, mint a megszokott, de ahogyan a 2. ábrán látható, a megfigyelt és az átlagos értékek közötti különbség az utóbbi néhány hónapban jelentősen megnövekedett.

Az El Niño események jellemzően az év vége felé érik el a csúcspontjukat. Az ECMWF

potok előrejelzésében rejlő bizonytalanságot azzal, hogy több lehetséges kimenetet is előállítanak.

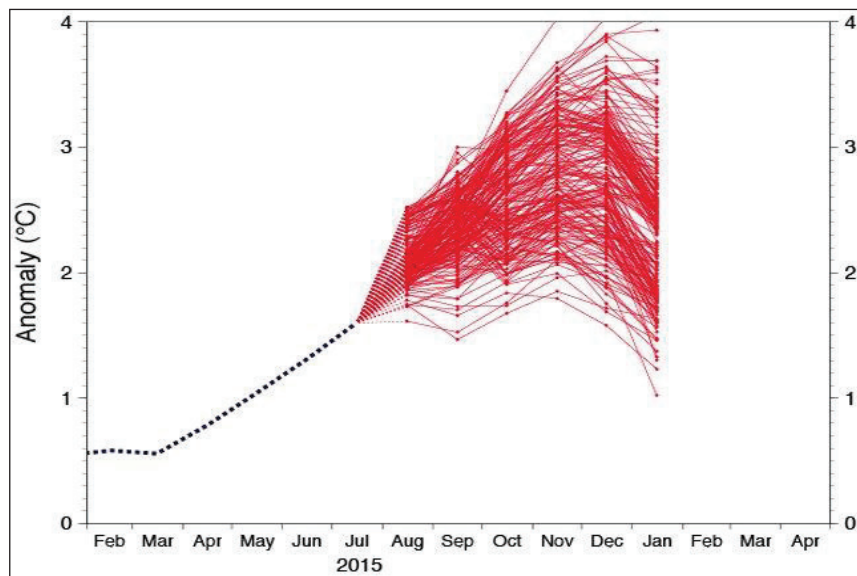
„Minden ECMWF ensemble tag 2 °C-nál nagyobb anomáliát jelez novem-



2. ábra. Az átlagos és megfigyelt tengerfelszín-hőmérsékletek. Az ábra a NIÑO3.4 régióban a tengerfelszín-hőmérséklet 1981–2010-es átlagának (piros vonal), valamint a 2014 októberétől megfigyelt értékeinek alakulását mutatja két különböző analisis adatai alapján (sötét- és világoskék vonal). A piros és a kék görbe közötti különbség a tengerfelszín-hőmérséklet anomáliája

berre. Tisztában vagyunk vele, hogy rendkívüli események esetén a modellünk túlbecsülheti az anomáliák mértékét, ahogy

Az ilyen hőmérsékletek fizikailag valószínűtlenek és az előrejelzett 3 °C feletti anomáliák vélhetően azért lépnek fel,



3. ábra. Az EUROSIP tengerfelszín-hőmérséklet anomáliák fáklya diagramja.

A diagram az előrejelzett tengerfelszín-hőmérséklet anomáliákat mutatja a NIÑO3.4 régióban a 2015. augusztus 1-jén készült ensemble előrejelzések alapján a négy különböző előrejelző központ adatai szerint: ECMWF, UK Met Office, Météo-France és az US National Centers for Environmental Prediction

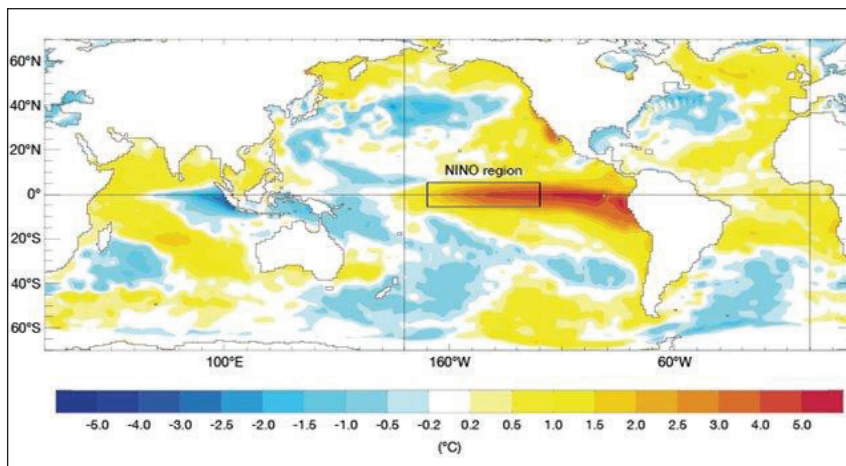
mert a nem-lineáris folyamatok rontják a modellt kalibrációt.

„Mivel ritkán fordulnak elő, ezért kevés tapasztalatunk van abban, hogy a modellek hogyan kezelik az ennyire szélsőséges állapotokat, így körültekintően kell eljárni az eredmények értelmezésekor; amikor megjelennek a világhálón. Az EUROSIP multimodell előrejelzés alapján nagyon valószínűnek tűnik, hogy a tengerfelszín-hőmérséklet anomáliák novemberre elérik vagy meghaladják a 2 °C-ot, és – habár a legnagyobb anomáliák nem tűnnek életszerűnek – lehetséges, hogy az 1997-es rekordértéket is felülműlják” – mondta Tim Stockdale.

Az erőteljes El Niño események kapcsolatba hozhatók az általános cirkuláció jelentős megváltozásával, különösen a trópusi Csendes-óceáni területekhez közel. A Csendes-óceán trópusi részén a meleg felszíni vizek keletre tartó mozgása magasabb légnyomást és kevesebb csapadékot eredményez a Csendes-óceán nyugati, míg alacsonyabb légnyomást és sok csapadékot a Csendes-óceán keleti területein.

Az El Niño összefüggésbe hozható az Egyesült Államok déli részén a több csapadékkal; a Karib-térségben, a Fülöp-szigeteken és Indonézia egyes részein jelentkező szárazsággal; az Ausztráliát, Dél-Afrikát és Brazília egyes részeit veszélyeztető aszályal; az erdőtüzekkel Indonéziában és Brazíliában. Az El Niño Európára gyakorolt hatása változó, de az esemény legutóbbi EUROSIP multimodell előrejelzése szerint enyhébb és egyes helyeken csapadékosabb tél várható – a prognózist természetesen folyamatosan ellenőrizni kell az idő előre haladtával!

Az El Niño események egyik globális hatása, hogy sok hőt bocsátanak a légkör-



4. ábra. Átlagos tengerfelszín-hőmérséklet anomália 1997 novemberében. A térkép a tengerfelszín-hőmérséklet anomáliáit mutatja be az 1981–2009-es átlaghoz képest, az 1997/98-as El Niño esemény tetőfokán

be, ezáltal növelik a felszínközeli hőmérséklet globális átlagát, ugyanakkor nem okoznak törvényszerűen pusztítást mindenütt. Globálisan nézve az éghajlati katasztrófák nem jelentkeznek sűrűbben az El Niño években, mint máskor (Goddard & Dilley, 2005). Egy, az 1997/98-as El Niño következményeiről készített amerikai tanulmány konklúziója, hogy az esemény országra gyakorolt végső gazdasági hatása pozitív volt (Changnon, 1999).

A távkapcsolatot a Föld egymástól távol eső pontjai között a légköri oszcillá-

ciók teremtik meg, melyek hatására bizonyos meteorológiai paraméterek, jellemzően a felszíni légnyomás és hőmérséklet periodikusan változnak. Az El Niño a legjelentősebb távkapcsolati rendszer, az El Niño–Déli Oszcilláció (Southern Oscillation) óceáni komponense. Mivel az óceáni és légköri folyamatok kapcsolatban vannak egymással, ezért felmerült a két rendszer összekapcsolásának az igénye. A kapcsolt óceán-légkör rendszert El Niño Southern Oscillation (ENSO) elnevezéssel illetik. Három lehetséges állapota van annak függvényében, hogyan alakul a tengerfelszín-hőmérséklet a Csendes-óceán keleti medencéjének trópusi területein. Az El Niño idején melegebb, La Niña esetén hűvösebb, míg neutrális esetben átlagos vagy a körüli a tengerfelszín-hőmérséklet. Az elnevezés abból adódik, hogy a perui halászok megfigyelései szerint a melegebb tengerfelszín karácsony táján a „kisdéd” (El Niño) születése idején jelentkezik, ilyenkor elmarad a halban gazdag tengervíz feltörése, a halászok összecsomagolják a hálóikat. Ha a szokásosnál hidegebb a tengerfelszín, akkor pedig „kislány” (La Niña) születik.

A globális átlaghőmérséklet alakulása szempontjából az egyik legfontosabb tényező az ENSO jelenség. Az El Niño

A Meteorológiai Világszervezet (WMO) legutóbbi éghajlati állásfoglalása szerint 2014 volt a legmelegebb év a mérések kezdete óta. Ettől alig tért el 2010-es, 2005-ös és az eddigi legerősebb El Niño év, az 1998-as év globális átlaghőmérséklete. Megjegyezzük, hogy a legmelegebb évek hőmérséklete közötti különbség nagyon kicsi, ami az adatbázisok és az adatkezelő eljárások eltéréseiből is adódhat. Noha 2014-ben nem érvényesült az El Niño hatás, ennek ellenére a legmelegebb évnék bizonyult. 2015-ben folytatódott az átlagosnál melegebb időszak, és a kialakult erőteljes El Niño kapcsán arra számíthatunk, hogy a 2015-ös év is rekordokat fog dönteni. Ezt a NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) az Egyesült Államok Nemzeti Éghajlati Adatközpontja által megjelentetett összefoglaló is alátámasztani látszik, amely szerint 2015 nyara és a január-augusztus közötti időszak is rekord meleg volt.

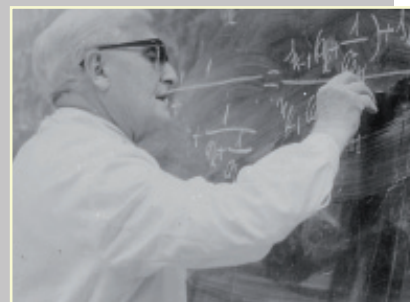
Időközben újabb középtávú előrejelzések készültek, melyek megerősítik a korábbi eredményeket. Az ECMWF legfrissebb – 2015. szeptember 1-jén készült – évszakos ensemble előrejelzései alapján arra lehet következtetni, hogy az idei esemény jobban koncentrálódik majd a Csendes-óceán középső területeire, mint az 1997/98-as. A NIÑO3.4 régióban, bár már mérsékelt ütemben, de továbbra is az pozitív anomáliák növekedésére számíthatunk. Az esemény nagyon erős lesz, az év végére várhatjuk tetőzését, de hogy eléri-e az 1997-es értékeket, az még mindig bizonytalan. A Csendes-óceán keleti partvidékén, Peru térségében még van ugyan esély az anomália növekedésére, de várhatóan az 1997-es értékeket nem fogja elérni. Megjegyezzük, hogy az évszakos előrejelzések beválása a mérsékelt övben, s ezen belül Európában a trópusi területekkel összevetve általában elég szerény.

Összeállította: MARTON ANNAMÁRIA

Források

- www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2015/el-nino-set-strengthen-further
 Lisa Goddard and Maxx Dilley, 2005: El Niño: Catastrophe or Opportunity. *J. Climate*, 18, 651–665.
 Stanley A. Changnon, 1999: Impacts of 1997–98 El Niño Generated Weather in the United States. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 80, 1819–1827.
 El Niño/ Southern Oscillation, WMO-No.1145 <http://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2015/warm-conditions-continue-2015>
 WMO statement on the status of the global climate in 2014, WMO-No.1152 <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/summary-info/global/201508>

TIT Kalmár László Matematika Verseny meghirdetése



A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat a 2015/2016. tanévre is meghirdeti a TIT KALMÁR LÁSZLÓ MATEMATIKA VERSENYT. Ez sorrendben a negyvenharmadik verseny, mely Magyarország legrégebbi iskolai matematika versenye. **A verseny célja:** A matematikai tudományos ismeretek terjesztése, a matematika népszerűsítése, matematika tehetségfejlesztés. A matematika ismeretnek és alkalmazásának hangsúlyozása a társadalomban, a gazdasági életben, az egyén személyes boldogulásában. Felkészíteni a tanulókat a matematika tantárgy alapú továbbtanulásra és a későbbi pályaválasztásra. A tanulók problémamegoldó képességének, kreativitásának összehasonlítása 3–8. osztályosok körében, matematikai tudás mérésének lehetősége objektív eszközök segítségével. A sportszerű verseny és küzdelem népszerűsítése.

A verseny rendszere: a verseny háromfordulós: helyi, megyei és országos szervezésű.

1. Helyi első forduló az iskolák házi verseny keretében szervezhető, melyet öntevékeny módon, a korábbi évek tapasztalataira építve, a megyei forduló rendezőivel egyeztetve javasolunk lebonyolítani. A forduló feladatait a helyi tanárok állítják össze. Helyi, házi verseny megszervezése nem feltétele a megyei/területi döntőn való részvételnek. Időpontja: 2016. február.

2. Megyei/területi döntő, melyeket Önök, a verseny szervezői helyben valósítanak meg. Az Egyesületek versenyszervezési szándékukat 2016. január 20-ig jelezték. A megyei döntő lebonyolításáról a szervezőkkel /TIT Egyesület, Alapítvány/ írásos megállapodást kötünk.

Megyei döntő időpontja: **2016. március 19. (szombat) délelőtt 11 óra**, időtartama 5-8. osztályokban 90 perc, 3-4. osztályokban 60 perc.

A megyei döntő nevezési díja Magyarországon egységesen **1200,- Ft**, melyet a verseny szervezője közvetlenül szed be a résztvevőktől és abból a helyi forduló lebonyolításának és az elkészült feladatok kijavításának költségeit fedezi. A helyi javítás után a versenyzők dolgozatát kérjük továbbítani a versenyközpontba, ahol azok egy megadott pontszám fellet újra javításra kerülnek.

3. Országos döntő, melyet a versenyközpont szervez Budapesten, ahová évfolyamonként a legtöbb pontot elért, legjobb teljesítményt nyújtó versenyzőket hívjuk be. A döntőn a versenyzőnek a részvétel ingyenes, kísérők számára önköltséges.

Időpontja: 2014. május 27–28. (péntek délután és szombat délelőtt) két feladat fordulóval, melynek eredményét összesítve alakul ki a végleges sorrend.

A verseny nyertesait tárgyjutalommal és oklevéllel díjazzuk. A nyertes diákok felkészítő tanárai is elismerést kapnak.

Általános tudnivalók: a verseny mindhárom fordulójában elektronikus segédeszközök és külső segítség igénybevétele nem lehetséges.

A versenyre való felkészülést a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat folyóirataiban – *Élet és Tudomány* hetilap, *Természet Világa* havilap – megjelenő írásai és honlapjai segítik. A versenyről folyamatosan informáljuk az érdeklődőket a www.titkalmarlaszloamatikaverseny.hu portálon. XLIII. TIT KALMÁR LÁSZLÓ MATEMATIKA VERSENYEL kapcsolatban további információ kérhető a titkarsag@titnet.hu címen és a fenti címen, telefonszámon. Eredményes versenyzést és sikeres lebonyolítást kívánunk.

PIRÓTH ESZTER
igazgató

Orvosszemmel

NEM A KOFFEIN OKOZZA A SZABÁLYTALAN SZÍVÜTÉSEKET

Az emberek világszerte sokféle koffeint tartalmazó italt, ételt fogyasztanak, miközben gyakran kapnak olyan információkat, hogy ezek növelik a szabálytalan szívütések előfordulását és ezzel a szívpanaszokat is okozhatnak. Ezzel a legtöbbször alkalmi megfigyeléseken alapuló véleménnyel szállt vitába a Heart Rhythm Society 2015-ös kongresszusának május 18-án nyilvánosságra került poszttere, melyet *Shalini Dixit* és munkatársai mutattak be.



A munkacsoport tagjai San Francisco, St. Louis és Portland egyetemén dolgoznak. Az Egyesült Államokban 1989-ben indult el a Cardiovascular Health Study, melyben 5000-nél több, 65 évesnél idősebb embert gondoznak. A kutatók azt vizsgálták segítségükkel, mennyi az igazság abban a dogmában, hogy a koffeint fogyasztását célszerű kerülni, mert mind a kamrai, mind a szupraventrikuláris szabálytalan szívütések gyakoriságát növeli.

A résztvevők közül taláalomra kiemelték 1414 személyt, akiknél 24-órás Holter-monitorozás történt. A ritmuszavarok előfordulását összehasonlították a résztvevők részletes táplálkozási naplója alapján a koffeint tartalmazó italok-ételek fogyasztásával. Semmiféle összefüggést nem találtak. Sem a kávé, sem a tea, sem a csokoládé nem okozott **extraszisztóliát**. A kutatók hangsúlyozzák, hogy a Cardiovascular Health Study az eddigi legnagyobb tudományos tanulmány a táplálkozási adatok és a szívritmuszavarok összefüggésének földértésére. Összefoglalásukban azt írják, hogy „újra kell gondolni az olyan klinikai véleményt, amely a koffeint tartalmazó természetes készítményeket tiltja az extraszisztóliát mutató emberek esetében”.

A PSZICHÉS TRAUMA SZERVI BETEGSÉGET OKOZHAT

Az angol nyelvű orvosi szakirodalomban sokat foglalkoznak a betűszóval PTSD-ként (Post Traumatic Stress Disorder) megnevezett poszttraumás stressz szindróma következményeivel. A PTSD olyan jelentősnek megélt lelki trauma, amit természeti katasztrófa, nem kívánt szexuális kapcsolat, fizikai támadás stb. vált ki, melynek a páciens számára súlyos következményei vannak, például a trauma ismételt felidézése, alvászavar, koncentrációs gondok, emocionális zavarok. Egyéb tünetek is jelentkezhetnek: rémálmok, ingerlékenység vagy pszichés érzéketlenség.

Jennifer Sumner és munkacsoportja New Yorkban a Nurses' Health Study II. 50 000 résztvevőjét tanulmányozta két évtizeden keresztül. Az eredetileg egészséges, 25–42 éves nőkből álló vizsgálati csoportból kigyűjtötték azokat, akiknek az anamnézisében előfordult PTSD-t kiváltó esemény, illetve megkérdezték, hányféle ilyen tünet gyötörte őket. Az eredmény igen figyelemre méltó: azok a nők, akiknek legalább négyféle PTSD-tünete volt, 60%-kal nagyobb arányban betegedtek meg kardiovaszkuláris betegségben.

A fokozott PTSD-tünetek és a szív- és érbetegségek összefüggése kapcsolatban volt az egészségtelen életmód elemeivel is: a dohányzással, elhízással, mozgáshiánnyal, illetve olyan tényezőkkel, mint a magas vérnyomás. „A PTSD általában pszichológiai gondnak számít, de a hazaviendő tanulság az, hogy alapvetően a fizikai egészséggel is kapcsolatban van, kiváltképp a szív és az érrendszer egészségi állapotával – hangsúlyozta a munkacsoport vezetője –, **ami nem csupán mentális gond, hanem testi probléma is, amely végzetessé válhat.**”

HIZLAL A ZAJ?

A svéd főváros, Stockholm és környéke forgalmas vidék. Ennek egészségügyi következményeit vizsgálta *Andrei Pyko* és munkacsoportja. A vizsgálat 5075 résztvevőjét már 2002 és 2006 között folyamatosan tanulmányozták a Stockholm Diabetes Prevention Program keretében, melynek célja az volt, hogy a cukorbetegség kockázati tényezőire nyerjenek adatokat.

A városi zajjal kapcsolatos kiegészítő témát Stockholm és környékének öt kijelölt területén vizsgálták. Regisztrálták és mér-

ték az utcai zajt, az autók és a vonatok okozta lármát és külön a városi repülőtér, az Arlanda következtében keletkező zajsínt. Figyelembe vették a közlekedési szabályok változásából eredő zajsínt eltéréseit, mérték a zajt az épületek környékén, és azokon belül.

A több mint 5000 fős vizsgálati csoport életkora 43–66 év volt, és a résztvevőket részletesen kikérdezték életmódjukról, egészségi állapotukról, pszichés körülményeiről, alvási viszonyaikról és munkájukról. Volt részletes orvosi vizsgálat és laboratóriumi adatgyűjtés. Kiemelt figyelmet fordítottak a testtömeg index mérésére, illetve a has- és a csípőkörfogot arányának alakulására.

A környezeti zajsínt nem befolyásolta jelentősen a testtömeg index értékét. Ezzel szemben a centrális elhízást kifejezetten fokozta a láрма. A környezeti zaj minden 5 decibelnyi fokozódása az ártalmatlan 45 decibelles határérték fölött a háskörfogot 0,21 cm-es növekedésével járt. Statisztikailag ez a nő esetében bizonyult szignifikánsnak. A férfiaknál a csípő- és a háskörfogot aránya szorosabb kapcsolatot mutatott, mely 0,16 cm értékkel emelkedett 5 decibellel hangosabb zaj esetén. Mindenféle zaj összefüggött a hizással, de a kapcsolat a repülőgépek okozta zaj esetében tűnt a legkifejezettebbnek.

A kutatók számítása szerint a résztvevők 62%-a volt legalább 45 decibel szintű közlekedési zajnak kitéve. Minden huszadik résztvevő élt ilyen zajban a vonatok miatt, és 1108 résztvevő hallott 45 decibelnél hangosabb zajt a légi közlekedés következtében.



Számítások szerint a stockholmi vizsgálati alanyok közül 2726-an csak egyféle környezeti zajtól szenvedtek, 740-en kétfélettől, 90-en háromféle zajtól voltak kénytelenek elviselni. Ezeknek mintegy harmada csak 45 decibel erősségű zajban élt, ami a tudományos vizsgálatok szerint nem ártalmas.

A szocioökonómiai tényezők – az életvitel vagy a légszennyezés – a zaj okozta eltéréseket nem módosították. Az életkor viszont igen: a zaj és az elhízás közötti kapcsolat csak 60 éves kor alatt érvényesül.

Forrás: *Weborvos*

Kőleány a szurdok fölött

LADÁNYI LÁSZLÓ

Emeletnyi magas, emberi alakot formáló sziklatorony. Derékszöghöz közelítő, kartávolságra szűkülő meredek szurdokfalak. Mintha Észak-Amerika nyugati részén lévő valamelyik nemzeti park homokkő labirintusába tévedtünk volna. Pedig mindez itt található Észak-Magyarországon, a Medves-vidék déli lábánál, Nemti közelében.

Nógrád megyében a Zagyva jobb partján, Kisterenye és Nógrádújfalú között található Nemti települése. A szomszédságában emelkedő rögvidék a Medves-vidék nevű kistáj DK-i részét alkotja. Kiterjedése K-NY irányban 4 km, É-D-i irányban 2 km. Ezt a nagyjából trapéz alaprajzú, mintegy 6,5 négyzetkilométernyi területet északról és nyugatról a Kis-patak, míg keletről és délről a Zagyva határolja. Nemti nem szerepel a legismertebb Magyarországot bemutató kiadványokban, így ismert látványlós hiányában az utazó általában áthajt a településen. Pedig közvetlenül a határában emelkedő rögvidék homokkővilága olyan természeti látványosságokat tartogat, a felfedezés fáradságától nem megrettenő utazó számára, amely a maga nemében egyedülálló. A szomszédos Leány-kő meredek lejtőjén emberi alakot formáló kipreparált, homokkő torony emelkedik. Pár száz méterrel távolabb rátalálhatunk, a rögvidék intenzív völgyhálózatának egyik legvadregényesebb tagjára, a Morgó-gödörre. A nevében csalóka „gödör”, változatos homokkőformáival méltán szerepelhetne Magyarország legszebb szurdokvölgyei között.

A homokkő könnyen formálható kőzetanyagából a természet erői szelektív lepusztító eróziójukkal változatos, gyakran bizarr sziklaalakzatokat hoznak létre: oszlopok, tornyok, kőhidak, szurdokok formájában. A legismertebb homokkőformák talán az Egyesült Államok (Arizona, Colorado, Nevada) nemzeti parkjaiban találhatók. Szépségüket csak fokozza a bennük szétáramlott vegyületek okozta színezettség. Ehhez mérhető nagyságú, szín- és formavilággal Magyarországon nem találkozhatunk, ugyanakkor Nemti szomszédságában egy kicsit hasonló környezetbe csöppenhetünk.

Legendás kőtorony a hegyoldalon

A Leány-kő meredek oldalában látványos sziklatorony emelkedik. Bizarr formája érthető módon hamar felkeltette a környéken élők fantáziáját. Kialakulásáról az alábbi

történetet jegyezték le: „Elment az ember a Lyány-kőhöz kaszálni, mer’ van ottan kaszálólhely. Aztán az apjának vitt enni, aztán az úton éhes volt a lány, hogy megette az ebédet. Azt kérdezte lányát, nem hoztál ebédet?’. *Aszongya, hogy nem. Aszongya, Megetted!*’. *‘Kőé’ változzak, hogyha megettem.*’ *Aztán a lány meg kőé’ változott, azé’ híjják azt a nagy követ, kősziklát Lyány-kőnek...*” A legenda szerint az emberi formára emlékez-



A 4–4,5 méter magas kipreparálódott kőoszlop „nyakán” található a hatalmas „fej”, oldalán pedig „vállak”, dudorok láthatóak

tető sziklaforma nem más, mint a hazudós lány megkövesedett szobra.

A geológiai magyarázat ennél jóval bonyolultabb. Ahhoz, hogy lepergessük a földtörténet évmillióinak eseményeit, hasonlóképpen nagyfokú képzelőerő szükséges. A táj arculatát kialakító szerkezeti mozgások az Alpok-Kárpátok láncait létrehozó hegységképződési fázisok legfiatalabb kéregmozgásaihoz köthetők. Ezek következtében a korábbi törésvonalak mentén függőleges elmozdulások, kőzetanyag-átolódások történtek. Az árkos süllyedésekkel párhuzamosan hatalmas kőzettömbök emelkedtek ki, mint pl. a Nemtől

keletré eső terület legmagasabb rögei a Kőbánya-hegy(384,5 m) és a Leány-kő (356,8 m).

A terület legidősebb képződménye, a mintegy 30 millió éve, a harmadidőszakban keletkezett oligocén homokkő (Pétevársárai Homokkő Formáció), amely a Leány-kő kőzetanyagát is alkotja. Keletkezésekor olyan tengeri területeken rakódott le, ahol a környező szárazföldi háttér megemelkedett, így a lepusztulás mértéke fokozódott és a tenger-

be óriási mennyiségű hordalék került. Gyakori volt a már lerakott üledék áthalmazása, áttelepítése. Emiatt a homoktömbben keresztretegzettség alakult ki, amely mutatja az üledék-szállítás irányának megváltozását. Ezt a rétegződést az oldatba került vas-oxid (limonit) kicsapódási sávjai is jól szemléltetik.

A homokkő mésztartalma elég magas (20,95% körüli). A karbonáttartalom cementáló hatása, különösen a homokkőfelszín szelektív lepusztulásánál mutatkozik meg. A külső erők eróziójával szemben a nagyobb mésztartalmú részek ellenállóbbak, így gyakran padok, párkányok, homokkőcipők, homokkőgombák formájában emelkednek ki a felszínből. A Leány-kő kőgombája is ennek köszönheti létrejöttét. A kőtorony valamikor a szomszédos homokkőtömb egyik kiálló szirtje lehetett. A leválását elősegíthette egyrészt a kőzet eredeti töréshálózata másrészt, hogy a Zagyva-völgy felől hátravágó völgy meredek lejtője megbontotta a kőperem stabilitását.

Így az alátámasztás nélkül maradt kőfal előreugró orra, korábbi repedései mentén elvált. Ezt követően a jégkorszakban a fagyaprózódás és a szél tevékenysége, míg a csapadékos időszakban a felszíni leöblítés, a lejtős tömegmozgás vett részt formálásában.

Az így kipreparálódott kőoszlop elkeskenyedő „nyakán” található a hatalmas „fej”, oldalán pedig a különböző nézőpontokból megfigyelhető „vállak”, dudorok láthatóak. Magassága a kőfal felé 4–4,5 méter lehet, ugyanakkor a meredek lejtő miatt, a völgyoldal felől, vagy 2 méterrel magasabbnak látszik. A cementáló anyag eloszlása a sziklában



Egyes részein a szurdok szélessége alig haladja meg az 1,5 métert

nem egyenletes. A magasabb kötőanyag koncentrációjú részek ellenállóbbak, így itt pozitív formák jöttek létre. A kevésbé cementált homokkőrétegek mentén a kőzet lepusztulása erőteljesebb. A kőzet felszínén megfigyelhető a limonitos, zöldesszürkés elszíneződés – sávosan a fejen, foltszerűen az oldalfalakon. A felszínét zuzmótelepek színezik.

A Leány-kő megközelítése a községből induló zöld jelzésen lehetséges, melyről a zöld csúcsjelen leágazva lehet a célt elérni. (Erre az út melletti ismertető táblán egy filcrajz hívja fel a figyelmet!) A szikla megtalálása nem egyszerű feladat. A terület növényzettel alaposan benőtt, és miközben meredeken kapaszkodunk fel a hegyoldalban, a „köleány” sziklatornyára nincs közvetlen rálátásunk. A gerincet elérve a meredek, morzsalékos hegyoldalban kell leereszkednünk, míg a látványos sziklaformát meg nem pillantjuk.

Morgó-gödör: szurdok a javából

Ha már sikerült becserkészni a bizarr formájú sziklaoszlopot, akkor visszafelé jövet érdemes megpróbálkozni a közeli Morgó-gödör meghódításával is. A szurdokba jelzés nem vezet. A turistaútról balra kanyarodó széles erdei útról kell kb. 200 métert követően letérni a jobb kézre lévő völgyfőbe. Itt még a szurdokvölgy tál alakú falai megengedik a leereszkedést, amely így sem egyszerű feladat. A Morgó-gödör alját a felső részén sűrű növényzet borítja, de kisebb-nagyobb küzdelmet követően át lehet vágni rajta. Közben a szurdok falai egyre

magasabban tornyosulnak felettünk és az oldalak dőlésszöge is közelíti a merőlegeshez. A tál alakú, lágyabb formákat felváltja a V-alak, meredek szárákkal. A Morgó-gödör szurdok igazán egyedülálló látványossággá akkor válik, amikor a völgy átvágja magát egy jókora homokkő tömbön. Itt a sziklák még meredekebbek és főként látványosabbak. A homokkő falak már-már összeérnek felettünk. Egyes részein a szurdok szélessége alig haladja meg a 1,5 métert, így a haladás is csak a két szemben lévő falon támaszkodva, egyensúlyozva lehetséges. Kicsit úgy érezheti magát az ember, mintha az amerikai nyugati látványos homokkő szurdokainak kistestvérében lenne. Sajnos viszonylag rövid szakasról van szó, de az élmény és a látvány egyedülálló.

A Morgó-gödör kialakulása szintén az alpi hegységképződés kéregmozgásaihoz köthető. Az korábbi törésvonalak mentén megindult a terület völgyhálózatának a kialakulása is. A rögvídek jelentősen (100–150 m) emelkedett, míg a

völgymedencék egyenlőtlen mértékben süllyedtek. Így a terület erőteljesen feldarabolódott. A relatív szintkülönbségek növekedése a tömegmozgásos folyamatoknak kedvezett.



A külső erők érdekes formákat alakítanak ki a homokkősziklában (A szerző felvételei)

A holocén éghajlatváltozás időszakában hol a deráziós¹, hol – és egyre inkább – az eróziós folyamatok kerültek túlsúlyba. A terület éghajlati, vízföldtani adottságai miatt ma már a völgyek nagy része szárazvölgy.

A rögvídek leghosszabb völgyei a központi rögben, a Kőbánya-hegyen erednek. A Morgó-gödör is innen, a hegy D-i ol-

¹ deráziós folyamatok: nehézségi erő hatására, szállítóközeg nélkül ennek végbe, lejtős felszínén.

daláról indul, melynek 1 km-nyi É-D-i irányú futását ÉNY-DK-i csapású szakaszok tagolják. Völgyfője kisebb, enyhe lejtésű deráziós páholyból ered. Ebbe mélyül bele hirtelen, függőleges falakkal, már a völgyfő kezdeténél az eróziós árok. A vízmosások a torkolat irányából fokozatos hátravágódással fejlődtek a völgyfő irányába. A továbbfejlődésüket alkalmankénti, intenzív csapadékhullás segítette. A szükséges csapadék hiányában fejlődésük lelassult, illetve megállt. Az egykori deráziós völgyeket kitöltő laza üledékekben gyors volt a kímélyülés. A bevágódás csupán akkor szakadt meg, fékeződött le, ha a völgyvonalba keményebb kőzetpadot ért el. Ez történt a Morgó-gödör esetében is, ahol a dél felől harapódzó völgy egy magasabb helyzetű homokkőtömböt hantolt ki. A vízfolyás energiája itt a mélyítésre fordítódott, a szélesítésre már nem maradt ereje. Így alakult ki a terület egyik legszebb felszínalkotó képződménye, a Morgó-gödör homokkő szurdoka.

Sem a Leány-kő sziklatornya, sem a Morgó-gödör szurdokvölgye nem tartozik Magyarország legismertebb természeti képződményei közé. Ugyanakkor mindkét geológiai látványosság olyan tudományos értéket képvisel, amely alapján joggal rászolgálna nem csak a nagyobb ismertségre, hanem a megfelelő környezet- és természetvédelmi oltalomra is. *

Irodalom

- Baráz Csaba – Kiss Gábor: Az ördögornyoktól a patkányomos kövekig. In.: Jeles kövek, regélő helyek a Mátraerdő területén. Bábakalács füzetek – 10. Eger, 2007.
- Csapó Tamás: A Nemti Leány-kő. In.: Természet Világa, 2000. február.
- Pintér Zoltán: A Nemti-rögvídek felszínalkotása. In.: A földrajz szolgálatában. Budapest–Érd. 2003. szerk.: Horváth Gergely.

Az atombomba története

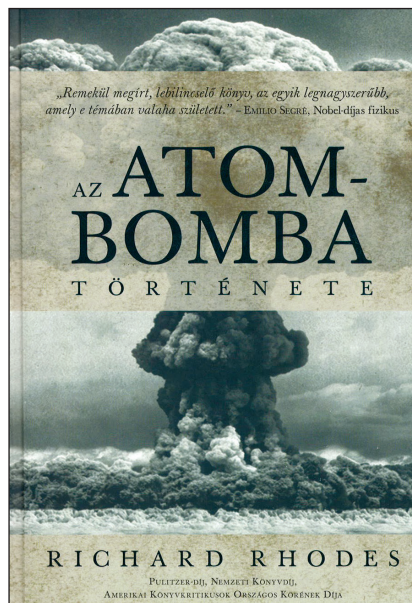
Kis kitérővel kell kezdenem. Tizen-négy éves voltam, amikor Hirosimára (1945. augusztus 6.), majd Nagaszakira (1945. augusztus 8.) ledobták az első atombombákat. Az akkori híradások – emlékeim szerint – nem igazán keltettek egyértelmű szörnyülködést idehaza. Egy dolog az ártatlan embertömeg szenvedései miatt érzett megrendülés; más dolog a soha eddig nem volt pusztító technika alkalmazása a II. világháború borzalmainak gyors befejezése érdekében. És még egy harmadik: az európai háborús viszonyok és fokozatosan napvilágra kerülő fasiszta haláltáborok borzalmi közelség miatt elnyomták a távoli viszonyok miatti aggodalmakat. Ami személyemet illeti, együtt örültem a többiekkel az újjáépülés ajándékainak, a közlekedés, a romeltakarítás fokozatos sikereinek. Ekkor, 1945 tavaszán egyszerű sérüléssel, ami a tornaórán keletkezett, és egy orvosi műhiba következtében kórházba kerültem. Kivételes szerencsémnek köszönhetően Anyukám régi munkahelyén kerültem megbízható orvosi kezekbe, de a körülmények folytán a „rövid” kórházi kezelés április végétől október elejéig eltartott. Az akkori viszonyok közepette ezt rendkívülinek sem lehetett nevezni, a nyílt seb vonzotta a külvilág minden veszélyét, ebből vérmérgezés lett, tartós magas láz, és a legyengült szervezet szinte azonnal áldozatul esett a még el nem szenvedett ragályos betegségeknek.

Így történhetett, hogy az atombomba eseményei ekkor egyáltalán nem hatoltak be a tudatomba. Hogy az enyémben nem, az érthető, de emlékeim szerint a felnőttek tudatába sem igazán. Ezt ma azzal magyarázom, hogy Japán távol van, a háború okozta romhalmaz valóságban és a lelkekben itt, Budapesten, az igazi nehézségek elfedték a még oly jelentős távoliakat is.

Októberben felkelhettem és hamarosan csatlakozhattam társaimhoz az iskolában. Így történt, hogy 1946-ban meghallgathattam a legendás Vermes Miklós tanár úr előadását az ELTE-n az atombombáról. Ezt követően úgyszólván minden hírt, magyarázatot, később tudományos cikkek sokaságát is elolvastam az atombombáról – persze inkább az atomfizikáról. Nem állítom, hogy az atommagfizika lett volna a kizárólagos oka annak, hogy fizikus lettem – azért a fizika egésze is nagyon érdekelt. Fizikusként az egyetlen tanítottam (közel 60 éven át), s nem egyszer atommagfizikát (az atombombáról is).

Amikor tavaly, nyugdíjas fizikusként megláttam a könyvesboltban Richard Rhodes könyvét (kb. 900 oldal, 6900 Ft), kézbe sem vettem. Mit mondhat ez a vastag „fóliás”, ami ilyen drága is, amit még nem olvastam, hallottam volna az atombombáról? Eljött 2014 karácsonya, és családom könyvtáros tagjától ajándékba kaptam ezt a könyvet. Már az ünnepek alatt kézbe is vettem a kötetet, és le sem tudtam tenni heteken át!

Nem csoda, hogy az amerikai eredeti halomra nyerte a díjakat: a Pulitzer-díjat, a Nemzeti Könyvdíjat, az Amerikai Könyvkritikusok Országos Körének díját. Már most gratulálok a Park Kiadónak a magyar változat gyors megvalósításához és ahhoz, hogy



„Élmény volt elolvasni”

nagy tudású fordítót találtak Makovecz Benjamin személyében. Hogy miért lettem ilyen lelkes olvasó, megpróbálok elmagyarázni.

Először a szerzőről. Olvasáskor fel sem tűnik, hogy nem fizikus, „csak” egy éven át hallgatott fizikát a tanulmányai során. Az, hogy olyan rendkívüli érzékkel az emberek – a kutatók – oldaláról mutatja be az eseményeket, bizonyára ebből a „csak”-ból fakad. S ráadásul olyan tökéletes szempontból mutatja be a fizikai gondolkodás fejlődését az atomfogalom, majd az atommag fogalma egyes állomásain keresztül, ami becsületére válna bármelyik fizikatörténésznek is. Mesteri módon láttatja az összefüggéseket – és persze egy „lényegtelen” szempont: csak-

nem 17 oldalnyi igazán szakmai irodalomjegyzék kínál kapcsolatot az események tudományos hátteréhez.

A magyar olvasónak meglepetést okozhat, hogy a történet első szereplője Szilárd Leó, aki „lemaradt” az I. világháborúban mozgósított, és csaknem teljesen elpusztult katonai egységének küldetéséről, hogy aztán Berlinben folytathassa – később Albert Einstein közelében, s vele együttműködve egy ideig – a kutatásait. Azért kezdődik vele a történet, mert a magfizika első lépései után az ő szelleme világította meg a hatalmas energiaforrás lehetőségeit, a láncreakció képében. A kötet ezután sorra mutatja be az atomfogalom egyre gazdagodó képét, a kémikusok erőfeszítéseitől az elemek periódusos rendszerének megszületéséig, az atomfogalom fizikai megalapozásáig. Eközben már a „lényegében üres atom” belső magjának egyes tulajdonságai is napvilágra kerülnek Henri Becquerel, majd Mme Curie nyomán. Az elektron is megjelenik a fejlődés színpadán, W. Thomson (1887), majd Ernest Rutherford atommodellje ad először valami támpontot az „üres” atomról és Niels Bohr csinálja meg ebből az első, már kvantitatív célokra is használható atommodellt, alkalmazva Max Planck hatáskvantumát, bevezetve a kvantált pályákon, pozitív elektromos töltésű mag körül keringő negatív elektron közti Coulomb-erőt.

Az I. világháború után, a béke éveiben gazdag termést hozott a színképelemzés terén az atomok és molekulák energiaszintjeinek elrendezése, a Bohr-féle elgondolás alapján. Hamarosan azonban más szelek is fűjdogálni kezdtek. Előbb Schrödinger próbálkozott az atomfizika alaptörvényét megkeresni a matematikai analízis parciális differenciálegyenleteinek sajátérték problémája nyelvén. Majd Heisenberg a mátrixok és cserelációik nyelvén fogalmazta meg az alaptörvényt. Schrödingernek jutott az a szerep, hogy a két eljárás lényegi egyenértékűségét bizonyítsa. Ezért mindkettőjüket Nobel-díj koronázta.

Közben benépesült a mikrovilág. Az őslakók: a foton (Einstein felfedezése), az „öslény” proton és az elektron mellé megtalálták a semleges nehéz részecskét, a neutron (James Chadwick). Ezzel megszületett az elemek periódusos rendszerének első atomfizikai értelmezése. Persze, a hiányzó atomfajták utáni hajtóvadászát már „könynyebben” ment. (Hevesy György fedezte fel a 72. rendszámú elemet, ami a hafnium nevet kapta). Most már égetővé vált a kérdés, hogy mi tartja össze az atommagot,

ahol a rendszámnyi pozitív protonok között a semleges neutronok nyüzsgönek. A gravitáció nem jöhet szóba, mert nevétsége-
sen gyenge. A Coulomb-erő a pozitív töltésű protonok között hatalmas taszító hatást képvisel. Ezt kell legyőzni a magerőnek. Az, hogy „magerőnek” nevezzük, még nem elég. Kell, hogy a rövid hatótávolságról is számot adjunk. Néhány éven belül ezt is felfedezték (Hideki Yukawa), csak közbejött a II. világháború. Addig is sok minden történt a magfizikában. A radioaktivitás alapjensegei között az alagút-effektus magyarázta (Georgij Gamow, a Szovjetunióból sajátosan „emigrált” George Gamow), a béta-bomlás elméletének kidolgozása (Enrico Fermi), a neutrínó, az új elemi részecske felfedezése (Wolfgang Pauli), majd a maghasadás (Otto Hahn és Fritz Strassmann) és a folyamat fontos részleteinek tisztázása (Lise Meitner és unokaöccse, Otto Frisch). Se szeri, se száma az atommag felszabadítható energiájára vonatkozó részleteknek! Közben zajlik a háború, a németek sorra árasztják el Dániát, Norvégiát (a nehézvíz-készletek érdekében, bár a drága fűkezőfolyadékot egy rendkívüli akció „kivonja” előlük a készletből). A nehézvíz, amelyben a hidrogénatom egyike, vagy mindkettő helyett a deutérium-atom szerepel, emiatt a neutronlassításban óriási szerepet vihet. Meitner és Frisch, majd John Archibald Wheeler kidolgozza az uránmag hasadásának részleteit. Ekkor Meitner és Frisch már nem a németek által ellenőrzött területeken élnek. Niels Bohr és családja is elhagyja Dániát, hamarosan valamennyien Amerikába kerülnek.

S itt kezdődik meg az uránhasadáson alapuló atombomba története. A könyv Szilárd Leó és Teller Ede beszélgetését idézi, melyben felmerül Szilárdban az atombomba gondolata, ugyanis ez megállíthatja Hitlert. De addig még hosszú az út, és elsősorban laboratóriumi, no meg az ipari munkában. Rhodes ezzel ér a tárgya középpontjába. Az eddig felsorolt ismeretek megszerzésére is szükség volt, ezek azok a tudományos tények, amelyek alapvető fontosságúak, hogy rájuk alapozva akár milyen ipari méretű alkalmazást ki lehessen dolgozni. Talán nem felesleges kimondani, hogy ha nem a II. világháború első szakaszának idejében járunk és az expanzív Németország nem szerzi meg erőszakkal a joachimstali (Cseh-szlovákia) uránlelőhelyet és nem tesz lépéseket a norvégiai nehézvíz birtoklása érdekében, akkor nem is indult volna az a magfizikai versenyfutás, aminek célja a németeknél előbb megoldani az atombomba nem laboratóriumi, hanem „makroszkopikus” működését!

Az Amerikában összegyűlt emigráns szakembereknek – akik tisztában voltak egyrészt a tudomány állásával, másrészt Németország atombomba-elképzeléseivel – az amerikai fizikusokkal össze kellett fogniuk.

Hiszen vadonatúj területen és makroszkopikus mennyiségben, sokszor eddig nem is álmódott technikai megoldásokon keresztül kellett (volna) megoldani, hogy az atombombát megvalósítsák, és hamarabb, mint a németek! Ez más műfaj a tudomány számára, mint amihez eddig szerencsénk volt. Ennek a problémának a megoldása érdekében valami nagy tekintély bevetésére van szükség, hogy az Egyesült Államok kormánya meggyőződhessen a veszélyről és az elnök mozgósíthassa az állami erőket. Szilárd, Wigner és Teller – mint Einstein korábbi ismerősei – arra gondoltak, hogy Einsteinnel íratnak levelet Roosevelt elnöknek az ügy megindításának érdekében. Meg is születik a levél és elindul hivatalos útjára.

Az olvasó talán nem fog hinni a szemének, milyen lassan örölnék a malmok egy ilyen fontos ügyben! Mégiscsak sikerül Rooseveltnek elindítania a folyamatot. Megkeresték a jövőendő laboratórium, vagy inkább gyártelep helyét, amely biztonságos távolban van a lakott helyektől. Ez volt Oak Ridge. A létesítmény egész szervezete Leslie R. Groves tábornok vezetése alá kerül. A telephelyen dolgozó vegyészek, fizikusok, mérnökök és technikusok számára megfelelő lakóhelyről is kell gondoskodni, nem is beszélve az üzemek méretes épületeiről és a közlekedésről.

Az atombomba-projekt tudományos vezetőjéül J. Robert Oppenheimert nevezték ki, aki az uránhasadással kapcsolatban már sok részletes eredményt mutatott fel. Az atombomba előállítására rendkívül sok komplex kutatást igényelt. A felsorolást a fizikai kísérletekkel kezdjük. Az urán-atommag hasadása azért nem „gyakori” a hétköznapi életben, mert az a 235. tömegszámú izotóp képessége, ha elegendő töménységben állna elő a hasadás szempontjából lusta 238 tömegszámú izotóppal keveréket alkot a természetben, ez a keverék mindössze harmadannyira gyakori, mint az arany! És akkor a hasadóképes uránizotóp (235-ös) a természetes keveréknél tíz közül csak három alkalommal található! Ha tehát természetes uránból ezt az izotópot kellene előállítani, az csaknem lehetetlen lenne. Szerencsére fel lehetett dúsítani a természetes keverékből. Persze, ehhez megfelelő eljárást kell találni. Manapság erre hatalmas centrifugál-tornyok szolgálnak, amelyekben az urán gáz halmazállapotú vegyületét befűjják és több lépcsőből álló torony belső fala mentén (kb. húsz méter magasságig) futtatják és újabb fokozatba vezetik. Ezt most azért említjük – a kötetben erről nem is esik szó –, hogy világos legyen, milyen technológiai bravúrt kellett kitalálni és megvalósítani! És ez csak egy kérdés és a technika részéről. Mert az uránmag hasadásának a gyakoriságára jellemző ún. hatáskeresztmetszetet is pontosan meg kell mérni. A kutatóbázis felépítése, mindennapi életének biztosítása súlyos problémát

jelent, nem csak a kutatás tárgyának (több tonna uránszurokérc) és eszközeinek beszerzése, beépítése, majd a bomba próbarobbanásának a helyét is ki kellett választani. Egy egész ipari kisváros telepítéséről, ellátásáról van szó!

Rhodes könyve mesterien ír le mindent. Együttműködő felek mellett vannak ellenfelek is. Nem mindenki akar teljes erőbedobással részt venni a munkában. Vannak, akinek nem felel meg a huzamos elkülönítés, a korlátozás. De nemcsak a kutató-gyártó kisvárosban, hanem az állami vezetésben is akadnak, akik szívesen húznák-halasztanák a drága tevékenységet. Ennek kivédése Groves tábornok csodálatos munkája.

Egyszer csak megvan az atombomba, a kísérleti robbantás is sikeres. Közben az európai háborúnak vége, csak az ázsiai részen folyik a küzdelem a japánokkal. Sokan – pl. Szilárd Leó – nem akarják bevetni az atomfegyvert. Őket is meg lehet érteni. Közben Roosevelt elhunyt, Harry Truman új elnök kezébe kerül a bevetés eldöntésének joga. Röpké számítás hivatott valami mérlegfőlélet felkínálni, milyen lenne a háború folytatása az atombomba bevetése nélkül. Végül mégis a bevetés mellett döntenek.

Érdekes, ahogyan kiválasztják az amerikai légierőnek azt az egységet, ami végre fogja hajtani a műveletet. Ehhez kissé át is kell alakítani a gépeket, ki kell választani a célpontot, s a meteorológiailag legmegfelelőbb időpontot. Az atombombákat ledobják Hirosimára és Nagaszakira. Hatvan év nem volt elég, hogy megszokjuk a megszokhatatlant! A borzalmas pusztulás tanúi közül sokan nyilatkoznak, a szerző megrázó történeteket közöl. Mi már csak az évforduló napján látjuk a tévében az emlékeztetőket, a túlélők nagy része is eltávozott. Őszintén reméljük, ez volt az utolsó, s nemcsak az első bevetése az atombombának.

Nagy élmény volt a kötetet elolvasni. A leendő olvasó bizonyos lehet abban, hogy nem csak azért, mert e sorok írója fizikus. A szerző bámulatos ügyességgel gondoskodik arról, hogy az olvasót tájékoztassa a szükséges fogalmakról. A „terjedelmes” mű nem öncél, a rendkívül összetett kép megfelelő illusztrálása érdekében olyan, amilyen.

Nekünk, magyaroknak az általános élményen túl attól lehet melegség a lelünkben, hogy híres tudósok között legalább hét (7) emigrált hazánkfiát ismerhetjük fel, akik bámulatos tisztasággal őrizték meg magyarságukat, anyanyelvüket. Ezek Kármán Tódor, Hevesy György, Polányi Mihály, Szilárd Leó, Wigner Jenő, Neumann János és Teller Ede. (Közülük Hevesy és Wigner Nobel-díjas, Kármán és Neumann is hatalmas kitüntetések birtokosa.)

(Richard Rhodes: *Az atombomba története. Park Kiadó, Budapest, 2013*)

ABONYI IVÁN

Három könyv – kapcsolódó témákkal

Talán nem is olyan ritka, hogy a véletlen folytán olyan könyvek kerülnek az ember kezébe, amelyek valamiféle tartalmi és szellemi összefüggésben állnak egymással. Ezúttal is egy ilyen asszociációs élményről adok hírt, bízva abban, hogy mások érdeklődését is felkelti.

Akinek csak egy csepp lehetősége is adódott rá gyermekkorában, biztosan próbálkozott a fafaragással. A fa, mint alakítható anyag, a faragás ténye, vagyis a tevékenység, és az (elfogult) szemét gyönyörködtető eredmény egyaránt olyan materiális és spirituális élmény, aminek emléke életfogytig megmarad. *Sacha Kempter* könyve ennek az élménynek a megszerzéséhez ad felbecsülhetetlen segítséget: ösztönzést és tudást. Ha valaki úgy érezné, hogy nem tud gyermekének segíteni, egyúttal félti a „veszélyes” faragástól, jobb, ha előbb alaposan áttanulmányozza e gazdagon illusztrált könyvet. Igen, címe szerint a gyerekeknek szól az írás, de úgy, hogy a felnőttek is értsenek belőle. Igaz, nem minden gyerekből lesz fafaragó művész, még asztalos sem, mégis, akiből az lett, szinte kivétel nélkül farigcsalással kezdte.



A szerző megismertet bennünket a faragás alapjaival: faféleségekkel, szerszámokkal, használatukkal, látványos eredményt biztosító témákkal és a legegyszerűbb szobrok, játékok elkészítésével. Mindehhez fafaragó táborba sem kell men-

ni (bár, ha van rá lehetőség, az is kihagyhatatlan élmény), csak jó fa és jó szerszám kell hozzá az alkotói fantázián kívül – ami szerencsére sohasem hiányzik a gyerekekből.

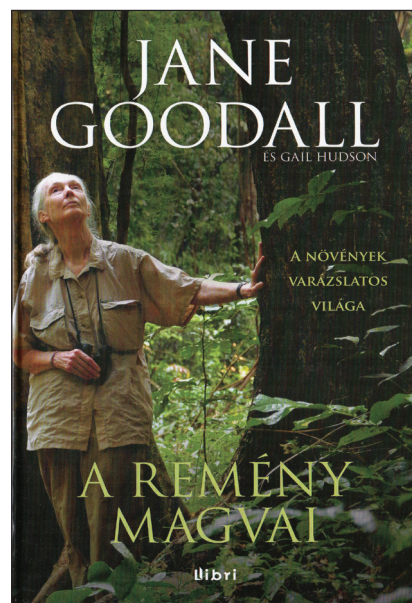
(*Sacha Kempter: Fafaragás gyerekeknek. Fordította dr. Szüle Dénes; Cser Kiadó, Budapest, 2015*)

Most pedig foglalkozunk egy régi ismerőssel, aki gyerek lány korában ugyancsak megpróbálkozott a faragással. Innen, ebből az időszakból eredezteti a fák szeretetét, bár mégsem ez a vonzódása tette híressé. *Jane Goodall* neve ugyanis, még a tájékozottabbak számára is a csimpánzokkal (ezzel összefüggésben az állatvilággal) fonódik össze. Tudóssá válását, nagy horderejű etológiai és ökológiai felfedezéseit a tudományos értekezéseken kívül ismeretterjesztő művek sorozatában ismertette meg a világgal. A globális természetpusztulás (pusztítás) ténye azonban egyre inkább a veszedelmek feltárására, még inkább azok megelőzésére és orvoslására irányította a figyelmét. Ehhez kapcsolódóan indította el a gyerekekhez kapcsolódó Roots & Shoots mozgalmat, illetve írta meg *A remény gyümölcsei-t*, az *Amíg élek, remélek* c. kötetét, és most legutóbb *A remény magvai-t*.

Ez utóbbi műve abban különbözik az összes többitől, hogy igazi biológusként most a növényvilágra, főként pedig az erdőségekre irányítja a figyelmet.

Ezt tükrözi a kötet tartalomjegyzékének néhány példája is: Magvak, Kertek és kertészkedés, Növények, amelyek gyógyíthatnak, Élelmiszernövények, Genetikailag módosított szervezetek, Az erők megmentése, Élő akarás stb.

A földi élet alappillére a növényvilág. A növények, ezen belül az erdőségek elpusztítása az öngyilkossággal egyenlő. Goodall példák sokaságán mutat rá az eddigi pusztításra és következményeire. De példái között azok a tények is szerepelnek, amelyek a dolgok visszafordítása felé mutatnak. A remény magvai nemcsak valóságos növényi magok, hanem azok a gyerekközösségek is, akik felnőve másféle viszonyt ápolnak a környezetükkel. Megrendítő olvasmányról van szó, melynek példái remélhetőleg széles körben ismertek, ám így egybegyűjtve talán sohol sem szerepelnek. Emiatt is kiemelkedő szerep a nyolcvan oldalas jegyzetgyűjtemény – voltaképpen forrásmegjelölés, ami bárkit további irodalmi kutakodáshoz segíthet. A visszakeresést név- és tárgymutató segíti.



Ennek a könyvnek helye kell, hogy legyen minden család könyvtárában csakúgy, mint a természet védelmére fogékony ifjúsági közösségek körében, így az iskolákban. Külön dicséret illeti Szolláth Györgyöt a szakértő, gondos fordításért.

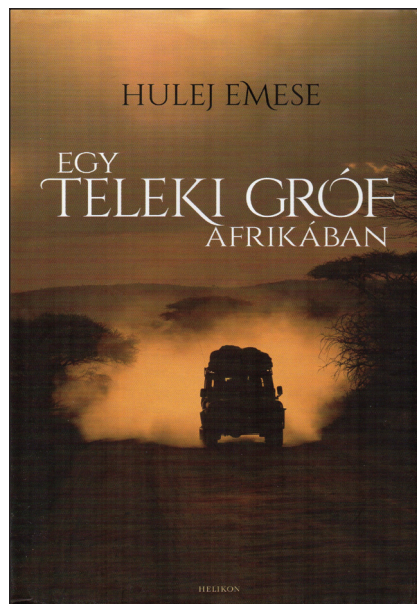
(*Jane Goodall és Gail Hudson: A remény magvai – A növények varázslatos világa. Fordította dr. Szolláth György; Libri Kiadó, 2014*)

Ha az ember elé egy olyan könyv címlapja kerül, amelyiken ez áll: *Egy Teleki gróf Afrikában*, első hallásra kire is gondolhatna másra, mint Teleki Sámuelre, a XIX. századi vadász felfedezőre. Bár a Teleki-expedíció(k) már több mint száz éve lezajlott(ak), illetve a MTA által szervezett „megismétlésük” is már 30 éve megtörtént, a köztudatban mégis élénken él mindegyik. Pedig a Teleki–Afrika kapcsolatnak ezzel nincs vége. És, hogy *gróf Teleki Géza* által az éppen előbb emlegetett Jane Goodall-hoz is köze van, hát ezt bizony kevesen tudják. *Hulej Emese*, a Nők Lapja újságírója megtudva ezt, személyes kapcsolatokra is szert tette, könyvbe írva foglalta össze a témában szerzett ismereteit. Mindjárt hadd dicsérjem ezért is: nem szakíróként alaposan beleásta magát azokba a tudományokba, amelyekkel a Telekiek megismerkedtek, hogy életrajzi tudósítása minél hitelesebb legyen. Lépésről lépésre bontakoztatja ki előtünk három Teleki – a nagyapa (Pál), az apa (Géza) és a fiú (szintén Géza) élettörténetét, igazi személyiségét, emberi nagyságát, ha-

zaszeretetését és tudósi elhivatottságát. Az elmúlt évtizedekben a csak lejárata hangján emlegetett magyar arisztokrácia valóságos érényivel ismerkedhetünk meg, miközben a szög is kibújik a zsákból: a legifjabb Teleki Géza világra szóló tudományos eredményeit nálunk még ma is agyonhallgatják. (Mindössze a Fővárosi Növény- és Állatkert emlékezik meg róla, egyetemünk viszont nem.) Éppen ezért hiánypótló munkáról van szó, olyasmiről, amit a jó tanár legelsőként ad az érdeklődő fiatal kezébe, és amit a jó tanár is elolvas, mert elképzelhető, hogy meglepődve okul belőle.

Ifjabb Teleki Géza a maga útját járta a tudományban és a magánéletben egyaránt. A világról alkotott felfogása sem sorolható a mindennapiak közé. Nehéz ember volt, akit mégis nagyon sokan elismertek és szerettek. Úgy tartotta, a természetpusztító erőkkkel szemben nem elég a szelíd meggyőzés hangján szólni. Csak betegségei győzték le, szelleme köztünk kell, hogy maradjon, a mi feladatunk a természetért folytatott küzdelem folytatása.

Hulej Emese teljesítménye átlag feletti, az utóbbi idők legizgalmasabb tudománytörténeti vonatkozású ismeretterjesztő írásművét alkotta meg. Köszönet érte.



Teleki Géza szavait idézve „...egy könyvnek abban lehet hatása, ha kinyit olyan ajtókat, amelyek addig nem voltak nyitva...” Márpedig ez a könyv ilyen.

A kiadót a dicséreten kívül egyetlen kritikai megjegyzés illeti a magyar terminológiában járatos szaklektorai megjegyzések, illetve a nagyon is ide illő illusztrációk, térképek hiánya miatt.

(Hulej Emese: *Egy Teleki gróf Afrikában*. Helikon Kiadó, 2014)

SZILI ISTVÁN

Beszélgetés a Vatikáni Obszervatórium új igazgatójával

Szeptember 18-án Ferenc pápa Guy Consolmagno jezsuita szerzetest nevezte ki a Vatikáni Obszervatórium új igazgatójának. Az obszervatóriumban egy tucat csillagász dolgozik az aszteroidák, a meteoritok, a Naprendszeren kívüli bolygók, a csillagok fejlődése és a kozmológia tanulmányozásán. Az obszervatórium telephelye, Castel Gandolfoban, Rómától délre, a pápa nyári rezidenciáján van, ezenkívül egy 1,8 méter átmérőjű távcsövet is működtet Arizonában, ahol a légkör tisztább. (Vatican Advanced Technology Telescope, VATT, Mount Wilson, Arizona, USA) [1]. A 63 éves Consolmagno a Michigan állambeli Detroitban nőtt fel. Egyetemi tanulmányait a Massachusetts Institute of Technology (MIT) végezte és az Arizonai Egyetemen szerzett PhD fokozatot bolygótudományból (planetary science). Posztdoktori kutatóként a Harvard Egyetemen és az MIT-n dolgozott, majd a Pennsylvania állambeli Lafayette College-ban tanított fizikát, mielőtt 1989-ben belépett a jezsuita rendbe. Négy évvel később csatlakozott a Vatikáni Obszervatóriumhoz, ahol a meteoritokat, az aszteroidákat és a kisméretű naprendszerek fejlődését tanulmányozza. Munkája során ellátogatott a Föld minden kontinensére, 1996-ban például hat hetet töltött az Antarktiszon a NASA expedíciójával, ahol meteoritokat gyűjtött. 2014-ben elnyerte az Amerikai Csillagászati Társaság Carl Sagan-érmét.

A Science magazin szeptemberi száma a kinevezés alkalmából interjút közölt Guy Consolmagnoval, amelynek kissé rövidített változata az alábbi formában jelent meg [2].

– Miért foglalkozik a Vatikán csillagászáttal?

– Néhány éve, amikor még az MIT posztdoktori kutatója voltam, azt kérdeztem magamtól, miért foglalkozom csillagászáttal, amikor vannak emberek, akik éheznek? Nem tudtam válaszolni erre, ezért elmentem Afrikába (Kenyába), az Egyesült Államok Békehadtestével. Ott fedeztem fel, hogy amint kimondtam, hogy csillagász vagyok, az emberek többet akartak erről tudni. Nem volt folyóvíz az otthonukban, de bele akartak nézni a távcsöbe. Az tesz minket emberré, hogy képesek vagyunk az eget nézni. A lelkünknek ugyanúgy szüksége van elesésre, mint a gyomrunknak. Ez a felismerés vett rá, hogy visszajöjjenek, és csillagászatot tanítsak. Véleményem szerint a Vatikán azért támogatja a csillagászatot, mert az olyan valami, ami emberré tesz bennünket. Ezért van két évente egy nyári programunk, amely eljuttatja a csillagászatot a fejlődő világ embereinek, akik ehhez rendszerint nem jutnak hozzá.

– Mikor alapították az obszervatóriumot?

– A gyökerek visszanyúlnak a XVI. századba, XIII. Gergely pápa naptárreformjához, amelyhez szükség volt a csillagászok részvételére. Az intézményt azonban XIII. Leó alapította az 1890-es években, hogy megmutassa, a vallás és a tudomány nem ellenségei egymásnak, ellentétben az-



Guy Consolmagno, a Vatikáni Obszervatórium új igazgatója

zal a benyomással, amit a Galilei-ügy sugallhat. Ezenkívül az is volt a célja, hogy hangsúlyozza, a Vatikán egy független állam. Vagyis az Obszervatórium létrehozása egy kicsit politika, és egy kicsit egyházi tanítás is.

Emlékezzünk arra, hogy a genetikus Gregor Mendel szerzetes volt, valamint a kozmológia Ősrobbanás elmélete egy Georges Lemaître nevű katolikus paptól ered. Mint tudósok nyitottak vagyunk mindenre, amihez a tudomány vezet. Valójában a munkám az, hogy jó tudományt műveljek. Ezen túl nincs teendőm.

– Mennyire érdekli a jelenlegi pápát a tudomány?

– A Vatikáni Obszervatórium előző igazgatója, José Funes argentin volt. Ami-



A Vatikáni Obszervatórium, Castel Gandolfo, Olaszország

kor arra gondolt, hogy jezsuita lesz, megkérdezte a rend egyik idősebb tagját, hogy lépjen be azonnal, vagy előbb fejezze be csillagászati tanulmányait. Azt a tanácsot kapta, hogy fejezze be a tanulmányait. Az a jezsuita, aki a tanácsot adta, Jorge Bergoglio volt, aki most Ferenc pápa. Kémiai tanulmányokkal a múltjában, ő bátorította a jezsuitákat 30 évvel ezelőtt, hogy legyenek csillagászok.

– Volt-e a vatikáni csillagászoknak fontosabb hozzájárulása a tudományhoz?

– Úgy gondolom, igen, de ez a hozzájárulás kissé különbözik más tudósok eredményeitől. Nem azért, mert van külön ideológiánk,

vagy isteni inspiráció hatására dolgozunk, hanem azért, mert nincs hároméves pályázati ciklusunk, ami miatt aggódnunk kellene. Mi tipikusan áttekintő kutatást végzünk, ami pedáns és néha igen unalmas tud lenni. Például az 1930-as években az obszervatórium egy laboratóriumot hozott létre, hogy kimérje a fémek spektrumvonalait, és a szerzett adatokat a mai napig használják a csillagspektrumok értelmezésére.

Ezenkívül nekünk van a világon a legnagyobb meteoritgyűjteményünk. Katalogizáljuk a fizikai és kémiai tulajdonságait, és azt tanulmányozzuk, hogy a kisméretű testek hogyan alakulnak ki és fejlődnek a Naprendszerben. A témán dolgozó kutatóknak évekre telt, amíg felismerték, hogy ezt érdemes csinálni. A dolog nem fog cimlagra kerülni, de olyan adatokat szolgáltat, amit mindenki más használ.

– Isten nem áll-e útjában a komoly csillagászatnak?

– Éppen ellenkezőleg. Ő az oka annak, hogy csillagászzal foglalkozunk. Azt mondanám, hogy ez akkor is igaz, ha valaki nem hisz Istenben. Először is azért csinálhatjuk, mert a Világegyetem törvények szerint működik. Ez egy vallásos elképzelés. Ezzel szemben a rómaiak természeti istenekben

hittek, akik szeszélyeik szerint avatkoznak be – de ha ebben hiszünk, akkor nem lehetünk tudósok. Egy természetfeletti istenben való hit más dolog. Abban is hinni kell, hogy a Világegyetem valóság, és nem illúzió. Hinni kell, hogy a Világegyetem annyira jó, hogy érdemes életünket a tanulmányozásával tölteni, még ha nem is leszünk gazdagok és híresek. Ilyen értelemben Isten jelenléte az, ami minden nap felkelt bennünket.

– Mit remél elérni, mint a Vatikáni Obszervatórium igazgatója?

– Először is lehetőséget akarok teremteni más csillagászoknak, hogy végezzék a dolgukat. Azt is meg akarom mutatni a világnak, hogy a vallás támogatja a csillagászatot. Gyakran éppen a vallásos emberek azok, akiknek tudni kell, hogy a csillagászat csodálatos, nem kell félniük tőle. Gyakran idézem II. János Pál pápát, aki az új vezető csillagászzal a tudományról és Istenről beszélgetve azt mondta (az evolúcióról): „az igazság nem mondhat ellent az igazságnak”. Ha azt gondolják, hogy már mindent tudnak a világról, akkor nem jó tudósok, és ha azt gondolják, hogy mindent tudnak Istenről, amit tudni kell, akkor a vallásos hitük hibás. ●

Irodalom

[1] <http://www.vaticanobservatory.va/content/specolavaticana/en.html>

[2] <http://news.sciencemag.org/europe/2015/09/talking-science-and-god-popes-new-chief-astronomer>

Perseida meteoroeső (Címképünkhöz)

„Az égen járó csillagok közt
Minden halandónak van egy,
És midőn csillagfutást látsz,
Tudd, egy halandó élete lobban el.”

Tompa Mihály soraihoz hasonlóan sokan megénekelték már a hullócsillagokhoz fűződő népi hiedelmeket, sőt naptári hivatkozást is találunk hozzá: augusztust a népnyelvben csillaghullajtónak is nevezik. A magyarázat a Perseida meteorrajban keresendő, amely, mint minden évben, ez alkalommal is látványos égi produkcióval szolgált. A jelenség periodikus ismétlődésének az az oka, hogy bolygónk minden évben augusztus derekán keresztezi a 109P/Swift–Tuttle-üstökösből származó törmelékfelhőt, amelyek darabkáiból származó felfényléseket láthatunk hullócsillagok formájában.

Az előjelek kedvezően alakultak, ugyanis a maximum éjszakája kis holdfázissal párosult, tehát égi kísértők fénye nem zavarta a hal-

vány rajtagok megfigyelését sem vizuálisan, sem fotografikusan. A Nemzetközi Meteoros Szervezet a legnagyobb intenzitás időszakára óránként 80–100 meteor felvillanását is jósolta, ami igencsak kecsegtető értéket jelentett. A valóság azonban némileg keresztülhúzta a reményeket: a légkörben jelen levő nagy mennyiségű afrikai eredetű homok és hullámokban vonuló fátyolfelhők jelentősen redukálták a 12-e 13-a éjszakájának eredményeit. Összességében mégis pozitív lett meteorokkal szembeni kozmikus könyvelés tartozásának és követelésének egyenlege.

Jómagam ezúttal semmit nem akartam a véletlenre bízni; ez alkalommal a Magas Bakonyt választottam az észlelés színhelyéül. A városi fényszennyezéstől távoli környezetben bíztam abban, hogy a halszemoptika által nyújtott nagy látómezőn minél teljesebb képet tudok majd nyújtani az égi eseményekről. Tudni kell azonban, hogy még a modern fototechnika sem alkalmas arra, hogy az összes égi felvillanást meg-



örökítse. Mivel a kamera érzékelője előtt a hullócsillagok relatíve gyorsan suhannak el, még nagy érzékenység és fényerő használata mellett is csak a legfényesebbek hagynak „maradandó nyomot” az érzékelőn.

A cimlapon látható felvételen az éjszaka hat és fél óra expozícióját, kompozit technikát használva, egyetlen képben összesítettem, amely jól érzékelteti az ideai aktivitást. A fotó tetején szemléletesen kirajzódik a raj radiánszpontja, azaz ahonnan a meteorok látszólag kiindulnak.

LADÁNYI TAMÁS

PNAS

(2015. augusztus)

AZ ELSŐ VIRÁGOS NÖVÉNYEK A VÍZBEN JELENHETTEK MEG

Több mint ezer ősmaradvány vizsgálata alapján a paleontológusok megállapították, hogy egy 130 millió éves vízi növény lehetett az egyik legelső virágos növény a Földön. Az ősi, édesvízhez alkalmazkodott *Montsechia vidalii* számos eddigi elméletet összezavar, és új lehetőségeket vet fel a virágos növények kialakulásáról.

A virágok viszonylag új „találmánynak” számítanak a növények életében, és a megjelenésük előtt a növények a nélkül oldották meg a szaporodást, hogy ilyen sokszirmú csalátkeket növesztettek volna a nektár után kutató rovaroknak. Kissé bonyolult rendszernek tűnhet odacsalogatni egy rovarra a ríktó vagy jó illatú virágokkal, elhelyezni néhány pollent a testükön és abban reménykedni, hogy ezek a rovarok majd találjanak egy másik példányt ugyanabból a növényfajból. Ugyanakkor azonban ez nagyon sikeres evolúciós újításnak bizonyult, hiszen nem sokkal azután hogy megjelentek a színen, a virágos növények kiemelkedő szerephez jutottak a növényvilágban.

Mintegy 120 millió évvel ezelőtt jelentős biológiai folyamatok zajlottak a bolygón. A virágos növények és általában a zárvatermők abban az időben fokozatosan teret nyertek a nyitvatermőkkel szemben és a flóra uralkodó elemeivé váltak a Földön. Ez az átmeneti folyamat végül megváltoztatta az egész bolygó jellegét. Érthető módon a zárvatermők gyors felemelkedése felkeltette a paleoökológusok és az evolúcióbíológusok érdeklődését is, akik igyekeztek magyarázatot találni a minden várakozást felülmúló sikeres radiációjukra.

A kutatók meg akarták érteni, hogy miért és hogyan lettek a virágos növények ennyire sikeresek. Ezt a kérdést azonban nagyon nehéz megválaszolni, ha nem tudjuk, hogy nézett ki a legkorábbi virágos növény, és aztán hogyan változott a korai története során. Annak ellenére, hogy a genetika és a bioinformatika területén bekövetkező rendkívüli technikai fejlődés forradalmasította a növények kutatását az elmúlt évtizedek során, a földtörténeti múlt növényvilágának megértéséhez még mindig ugyanarra a régóta bevált

információforrásra támaszkodnak a kutatók, nevezetesen az előkerült ősmaradványokra.

A paleontológusok azonban a rendelkezésre álló leletek alapján eddig még azt sem tudták biztosan megmondani, hogy vajon a virágos növények először a vízben, vagy a szárazföldön fejlődtek ki. A kutatók egy része a sötét erdőket javasolta a megjelenés helyszínéül, míg mások a nyíltvízi, vagy vízhez közeli élőhelyeket. Mivel a ma élő virágos növények közül nagyon kevés található vízben, ebből sokan arra következtettek, hogy a virágok először a szárazföldi környezetekben jelentek meg, és csak azután terjedtek el a vízi élőhelyeken is. Jelenleg a virágos növényeknek körülbelül 2%-a él vízben, és az általánosan elfogadott nézetek szerint ezek a vízi fajok is olyan növényekből alakultak ki, amelyek szárazföldi környezetekben éltek. Ugyanezek a trendek valószínűnek tűntek a múltban is.

A kora-kréta környezetek ökológiai értelmezése eddig elsősorban a szárazföldi növényfajokon alapult, amelyek egyeduralgoló mennyiségűek a paleobotanikai leletanyagban. Több mint egy évtizeddel ezelőtt fedezték fel az *Archaeofructus*nak nevezett vízinövényt Kinában, amely az egyik legkorábbi virágos növényt képviselheti. Most ugyanaz a kutatócsoport vizsgálta és publikálta a *M. vidalii* leleteket. Ennek a fajnak az első példányait több mint 100 évvel ezelőtt fedezték fel a spanyolországi Pireneusok mészkövében, de akkor még nem ismerték fel az igazi jelentőségüket.

A most megjelent cikk szerzői szerint ezt a fosszilis növényt a múltban eléggé félreértelmezték. A *M. vidalii* 125–130 millió évvel ezelőtt élt a kréta időszakban, amikor a dinoszauruszok uralkodtak a szárazföldeken. Nem a mai virágos növényekhez, hanem inkább a még ma is élő leszármazottjához, a *Ceratophyllum*hoz hasonlíthatott. A magyarul borzhinárként, vagy tócsagazként ismert *Ceratophyllum* ma is ideális növény a dísztavakban.

A modern virágos növényektől eltérően a *M. vidalii*-nak nem voltak szirmai, vagy nektártermelő részei, viszont egyetlen magja volt, ami az angiospermák jellegzetes tulajdonsága. A kora-kréta korú, vízben élő zárvatermők, mint például az *Archaeofructus* és a *Montsechia* felvetik annak a lehetőségét, hogy a vízinövények lokálisan gyakoriak lehettek már a zárvatermők evolúciójának nagyon korai szakaszában is, és a vízi élőhelyek nagyon fontos szerepet játszhattak néhány korai zárvatermő evolúciós lánc változatosá válásában.

THE EARTH INSTITUTE COLUMBIA UNIVERSITY

(2015. október 2.)

MEGACUNAMI

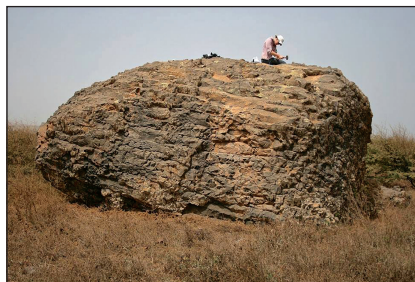
A nyugat-afrikai partokhoz közeli Zöld-foki-szigeteken dolgozó kutatók bizonyítékokat találtak arra, hogy egy vulkán hirtelen összeomlása sok ezer évvel ezelőtt akkora cunamit indított el, amelyet ember még nem látott. Úgy vélik, egy csaknem 170 méter magas hullám elnyelt egy 50 kilométerrel odébb fekvő szigetet. Ez a felismerés elmélyítheti a vitát arról, hogy ilyen hirtelen vulkáni események napjainkban jelenthetnek-e reális veszélyt. A kutatás vezetője, Ricardo Ramalho úgy véli, ilyen események nagyon gyorsan történnek, s bár nem túl gyakoriak, figyelembe kell venni a vulkáni katasztrófák között. A szóban forgó esemény több tízezer éve történt a Fogo vulkánnál, mely a világ legaktívabb szigetvulkánjai közé tartozik. Napjainkban 2829 méterre emelkedik és nagyjából 20 évente tör ki, utoljára tavaly ősszel. A Santiago sziget, amit elérte a cunami, jelenleg negyedmillió ember lakhelye.

A vulkáni eredetű cunamik már előfordultak pl. Alaszkában, Japánban és némelyik halálosnak bizonyult. A kutatók jó része azonban úgy véli, inkább a tenger alatti csuszamlások válhatnak ki cunamikat, melyek kisebb hullámokkal járnak, hirtelen katasztrófális események már kevésbé. Egy francia kutatás során megvizsgálták egy fogói összeomlást, ami valamikor 124–65 ezer éve történt, de szerintük a legmagasabb hullámok is csak kb. 25 méteresek lehetnek. Ez persze napjainkban bőségesen elegendő lenne egy katasztrófához. Számos korábbi vizsgálat derített fényt arra, hogy megacunami a régmúltban előfordultak Hawaii, az Etna, vagy Réunion sziget társ-égében, ám ezekre kevés a meggyőző bizonyíték. Az új kutatás becslése szerint Fogo esetében mintegy 160 köbkilométernyi közet mozdult meg és omlott a tengerbe egyik percről a másikra és ez közel 170 méter magas hullámot eredményezett. Összehasonlításképpen: a legnagyobb ismert cunamihullám, melyet korunkban megtapasztaltunk (2004-ben az Indiai-óceánban és 2011-ben Japán partjainál), nagyjából 30 méter magas volt. (Ezeket azonban az óceáni aljzaton kipattant földrengés indította el, nem pedig vulkáni tevékenység.)

Santiago szigete mintegy 50 kilométerre van Fogótól. Ramalho és csoportja néhány éve Santiagon dolgozott, amikor szokatlan kötömbökre lettek figyelmesek mintegy 600 méterre a partvidéktől, nagyjából 200 méteres tengerszint feletti magasságban.

Akad olyan is, melynek tömege meghaladja a 700 tonnát. Némelyik szikla akkora volt, mint egy furgon és nagyon különböztek attól a fiatal vulkáni térszíntől, amin hevertek. Inkább olyan kőzetekre emlékeztettek, amilyenek a jelenlegi partvidéket is felépítik: mészkövek, konglomerátumok és tenger alatti kitérésekből származó bazaltok. Ottlétükre egyetlen reális magyarázat kínálkozott: egy hatalmas hullám szakította ki és sodorta őket a partvidékről. A közettömbök korát a felszínükről vett minták izotópvizsgálásával próbálták megállapítani, ugyanis a héliumizotópok annak függvényében változnak, hogy a kőzet milyen hosszú ideig volt kitéve a kozmikus sugárzásnak. Az elemzés nagyjából 73 ezer éves eredményt hozott. Ramalho ugyanakkor megjegyezte, hogy nem minden vulkáni összeomlás vált ki szükségképpen ilyen méretű cunamit, de elvileg számolni kell vele.

A kutatók a 2000-es évek eleje óta foglalkoznak intenzíven a Zöld-foki-szigetek környékén esetlegesen előforduló cunamik várható hatásaival, de hasonló vizsgálatokat végeztek a Kanári-szigeteken is. Többször felvetették annak lehetőségét is, hogy a Kanári-szigetek egyik nyugati tagján, La Palmán egy aktív, de jelenleg alvó vulkán, a Cumbre Vieja egyik pereme kitérés során a tengerbe omlhat és akár 100 méter magas cunamihullámot is kiválthat. Ha ez bekövetkezne, nemcsak a környező szigeteken vé-



Óriási szikla, idegen környezetben

gezne hatalmas pusztítást, hanem 10 méteres magassággal Nyugat-Afrika partjain is. Ez persze csak elvi lehetőség, mert a szakemberek többsége szerint a Kanárikon inkább fokozatos omlások, leszakadások képzelhetők el, nem pedig egyszériek és hirtelenek.

A viták nem csupán az omlások fizikáját érintik, hanem azt is, hogy a keletkező hullámok milyen hatékonysággal haladnak. 1792-ben például a japán Unzen vulkán összeomlása mintegy 10 méter magas cunamihullámokat váltott ki a közeli öblökben és kerekén 15 ezer ember halálát okozták. 1958. július 9-én Alaszka egyik eldugott vidékén, a Lituya-öbölben egy földrengés keltette óriási cunamihullám söpört végig, de csak két halászt dobott partra a hullám a csónakjával együtt és csodálatos módon túléltek.

Wissenschaft erleben

(2015. 1. szám)

FRISS SZELEK AZ ÉSZAKI-TENGER AKVAKULTÚRÁJÁBAN

Egyre szűkebb a hely az Északi-tengerben, s a mindig kisebb helyért folyamatosan emelkedik a haszonlesők száma. Így például a nyílt tengeri szélenergia hasznosítása verseng a természetes haszonélvezőkkel. A hasznosítási elméletek, pl. az akvakultúra a szélkerékterületeken egyre jelentősebbek. A tengeri halászati Thünen Intézet azt vizsgálta, hogy adott szélkerékterületen mely fajok és milyen összetételben jöhetnek szóba.

A Thünen Intézet projektpartnerével, az Alfred Wegener Sark- és Tengerkutató Intézetrel közösen választottak ki algákból, kagylókból, rákokból és halakból vizsgálati anyagokat. A kiválasztás kritériuma az volt, hogy az Északi-tengerben természetesen előforduljon, az uralkodó időjárási viszonyokkal szemben pedig ellenálló legyen, valamint legyen gazdasági potenciálja. A szakirodalomra, valamint a szakértők véleményére alapozva megállapították a környezeti paramétereket, melyek segítségével meghatározható volt az adott terület alkalmassága a kiválasztott vizsgálati anyagok részére.

A projektben részt vevők kíváncsiak voltak arra, hogy milyenek a környezeti feltételek és a szezonális adottságok az adott területen. Geostatistikai módszerekkel a fizikai és biológiai környezeti faktorokat, a hőmérsékletet, sótartalmat, oxigént, tápanyagokat, mint pl. a nitrát, a nitrit vagy az ammónium, valamint a klorofilltartalmat térben nagy felbontású modellt alakították. Ehhez hozzáadták az áramlási sebesség és a hullámmagasság adatait. Ily módon minden akvakultúra alany részére alkalmassági faktort tudtak megállapítani és azt rendszerezni. A Hajózási és Hidrográfiai Hivatal által felállított nyílt tengeri szélkerékparkokkal kombinációban megállapítható volt, hogy mely szélkerékparkban milyen jellemző akvakultúra telepítése lehetséges.

A vizsgálat arra is kiterjedt, hogy a kijelölt területek integrált multitrópusi akvakultúrák (IMTA) számára is megfelelőek-e. Az IMTA az alapján az elv alapján működik, hogy a tápláléklánc különböző szintjeinek akvakultúra egyedeit egyidejűleg neveli fel. Így teremthető meg az egyensúly az etetéssel és kiválasztással történő táplálékbevitel, valamint a halak, kagylók és algák halászatából adódó táplálékfelvonás között.

A projekt első fontos felismerése, hogy a területek alkalmassága az akvakultúra kü-

lönböző alanyai számára jelentős szezonális mutató. Az alanyok közül a kagylók és az algák boldogulnak a legjobban az uralkodó tavaszi feltételekkel a parttól távoli területeken, míg ebben az időben a halak a parthoz közeli területeken találják meg a számukra legjobb adottságokat.

Figyelembe vették azt is, hogy az algákat, amelyek nem csupán a biológiai megújulás részei, hanem eladásra is kerülnek, már tavasz végén halásszák. A kagylókat ezzel szemben rugalmasan kezelik és tavaszi vagy nyári telepítést követően a kifejlődéshez mélyebb vizekbe szállítják. Ezért érdemes egy terület tisztán biológiai-fizikai alkalmassága mellett további logisztikai, illetve gazdasági szempontokat is figyelembe venni, ilyen például a parttól való távolság. A parthoz közeli terület különösen alkalmas például a foltos tőkehal nevelésére. A halak ugyan egész évben nyílt tengeri kultúrákban lennének tarthatók, ugyanakkor nagy odafigyelést, gondozást (etetés, ketrec tisztítás) igényelnek, így a partközeli gondozás logisztikailag előnyös jelent.

A könnyű megközelíthetőség mellett a parti területeknek a folyókból származó táplálékbevitel révén magas a termelékenyséjük. Ezért ez a terület a kagylók és az algák csoportjából származó akvakultúra egyedinek ugyancsak jelentős. Gazdaságilag az étkezési kagyló termesztése nagyon nyereséges. Pedig a nyereség megállapításánál az infrastruktúra és a személyzet közös használatából származó szinergiahatást még nem is vették figyelembe. A makroalgák nyeresége ezzel szemben attól függ, hogy a nagyon értékes összetevők leadására van-e természetes lehetőség, mivel ezen anyagok kiválasztása jelenleg technikai problémát jelent.

Mivel bizonyított a *Laminaria* (ujjmoszat, pálmamoszat) fajba tartozó algák halkultúrák közelében történő jobb növekedési rátája, az ujjmoszat, az óceáni osztriga és a foltos tőkehal olyan kombinációt képeznek, amely a partközeli IMTA-alkalmazás szerint különösen ajánlott és gazdaságilag is előnyös.

Az ujjmoszat (*Laminaria digitata*) is egyértelmű pozitív alkalmassági értékeket mutat a parttól távoli területeken. A tény, hogy az ujjmoszat nem igényel gondozást, még inkább lehetővé teszi a parttól távolabbi tenyésztést. Az egész éves IMTA-tervet tekintve a parttól távoli területeken a tengeri sügérek ujjmoszattal való kombinációja figyelemreméltó.

Bár az európai homár (*Homarus gammarus*) és a nagy rombuszhal (*Scophthalmus maximus*) tűntek gazdasági szempontból a legérdekesebbnek, a viszonylag nagy áramlási sebesség és a túl alacsony hőmérséklet miatt a teljes német gazdasági zóna szélkerékparkjainak akvakultúrájában alkalmatlannak bizonyultak.

Magyar fiatalok a diákolimpiákon

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

FIZIKAVERSENY „A VILÁG LEGNAGYOBB DEMOKRÁCIÁJÁBAN”

Öt érem Mumbaiban a diákolimpián

A 2015. július 4. és 13. között az indiai Mumbaiban megrendezett versenyen a magyar csapat négy ezüst- és egy bronzéremmel az előkelő tizenkettedik helyen végzett az országok közti nem hivatalos pontversenyben.

Évek óta vártam az indiai diákolimpiát. Már több helyen is jártam Ázsiában (közelebb és távolabb is), de India külön világ, szubkontinens, saját kultúrával, saját történelemmel, saját konyhával. Persze azt sejtettem az utazás előtt is, hogy ha egy hetet Mumbaiban leszünk, az csak nagyon keveset fog megmutatni Indiából. (Körülbelül, mint ha valaki pár napot Brüsszelben tölt, és azt gondolja, így megismerte egész Európát.) A szervezők hamar felvették a kapcsolatot a résztvevő országok csapatvezetőivel. Valamelyik korai értesítőben mutatták be az országukat mint „a világ legnagyobb demokráciáját”. Bár a honlapon kezdetben nem sok mindent lehetett találni, a szervezők mindig nagyon gyorsan és kedvesen válaszoltak minden kérdésre (ráadásul rögtön érezni lehetett: értenek angolul, megértik a kérdéseket, és próbálnak is segíteni).

Ugyanakkor a korábban ott járt olimpiai csapatoktól (Mumbaiban rendeztek matematika és kémia diákolimpiát is 15–20 éve) hallottunk ételmérgezésről és a menzán rohangáló patkányokról is. Bár kötelező oltások nincsenek, a csapatból néhányan – saját költségre – beoltattuk magunkat hepatitisz és hastífusz ellen (persze, ételmérgezés ellen ezek sem védenek). Aztán, ahogy közeledett a verseny, és fel kellett tölteni a csapat adatait, elkezdteni a vízumok intézését, megismerkedtünk az indiai bürokráciával, amely valószínűleg a gyarmati hagyományokból fejlődött tovább a hatalmas országban. A vízumkérőlapokon sok minden más mellett a szülők születési helyét és korábbi állampolgárságait, az esetleges pakisztáni nagyszülők adatait, az útlevel különböző oldalainak beszkenelt képét, pontosan megadott méretű fényképet (digitálisan és fényképként is), az elmúlt öt évben meglátogatott országok teljes listáját is meg kellett adni. Szerencsére a rendezők elláttak minket a legkülönbözőbb igazolásokkal a minisztériumokból, és a konzulátus dolgozói is segítőkészek voltak, így időben elintéztünk minden papírmunkát.

Az európai repülőjáratok valamilyen okból kicsivel éjfél után érkeznek meg Mumbaiba.

Az országba való belépés a rendben lévő papírok ellenére sem volt könnyű és gyors (ekkor még nem tudtuk, hogy kilépni még sokkal bonyolultabb és hosszadalmasabb lesz), így az előző reggeli indulás, frankfurti átszállás és hosszú repülés után örültünk, amikor végre kiléptünk az összetéveszhetetlen illatú, forró trópusi éjszakába. A diákokat azonnal el is vitték a szállodájukba, nekünk azonban „valamennyit” még várniuk kellett, mert három csapatvezető még nem érkezett meg. Félóra álldógalás után beülhettünk egy öreg buszba (aminek ázsiai szokás szerint járt a motorja a légkondicionálás miatt), és abban még közel három órát vártunk, mire hajnalban végre megjöttek a hiányzók, és elvittek minket a talán nyolc kilométerre lévő szállodánkba. Senkinek nem jutott eszébe, hogy a várakozó

kérdésben dönteni), másrészt az időhöz való viszonyuk, egyfajta ráérős nyugalom miatt is (amit később a rendszeresen fél-háromnegyed óra késéssel induló buszok is mutattak).

Erre valahogy a szervezők is számíthattak, és a megnyitó a szokásokkal ellentétben nem délelőtt, hanem délután volt, a feladatok megbeszélése és a fordítás pedig csak másnap kezdődött. (Indiában minden egy kicsit más: az időzóna is három és fél órával tér el a Közép-Európaítól, és az olimpia is fél nap eltolással kezdődött és fejeződött be.) Így viszont a megnyitóra jutott bőven idő, körülbelül négy órán át tartott, rengeteg hosszú beszéddel. Nem baj, legalább utána kialhattuk magunkat a nehéz másnap: a feladatmegbeszélés és -fordítás előtt. Ebben az évben a csapatot *Vankó Péter* (BME Fizikai Intézet) és *Vigh Máté* (ELTE Fizikai Intézet) vezette, *Szász Krisztián* (MTA Wigner Fizikai Kutatóintézet) pedig megfigyelőként segítette a munkát.

Indiában a verseny napok sorrendje is más volt a szokásostól eltérően a mérési feladatokkal kezdtünk. Ami azonnal kiderült: a rendezők hihetetlen jó minőségű eszközöket készítettek, és nagyon szép mérési feladatokat találtak ki. *A Fény Nemzetközi Évében* optikai mérések voltak: csavarvonalú szerkezeteket és víz felszínén terjedő kapilláris hullámokat kellett vizsgálni diffrakció segítségével. Az első feladatban egy parányi csavarugó és egy,



A magyar csapat tagjai (balról jobbra): Vigh Máté (csapatvezető), Vankó Péter (csapatvezető), Öreg Botond (ezüstérem), Holczér András (ezüstérem), Sal Kristóf (ezüstérem), Tompa Tamás Lajos (bronzérem), Balogh Menyhért (ezüstérem), Szász Krisztián (megfigyelő)

10–15 embert hamarabb elvigyék, és a később majd egy másik busszal vagy egy taxival szállítsák el. És nem rosszindulatból volt ez így, hanem egyrészt egyfajta döntésképtelenségből (az ott lévő beosztott nem mert ilyen

a DNS kettős spirálját modellező szerkezet geometriai adatait kellett megállapítani az elhajlási képből. (Az 1950-es években a DNS térbeli szerkezetének megfejtését egy röntgendiffrakciós felvétel segítette. Ez a

mérés ennek „modellezése”. A látható fény nagyobb hullámhossza miatt természetesen a vizsgált szerkezetek is nagyobbak.) A második feladatban különböző frekvenciájú rezgések hatására kialakuló felületi (kapilláris-) hullámok hullámhosszát mérték a versenyzők. A frekvencia és a hullámhossz kapcsolatából meghatározható a víz felületi feszültsége, a hullámok csillapításából pedig a víz viszkozitása. Ennek a feladatnak külön érdekessége, hogy áprilisban a Kunfalvi Rezső Olimpiai Válogatóversenyen, ahol a magyar csapatot válogattuk, lényegében ugyanezt a mérési feladatot készítettük el és adtuk fel (a kivitelezésben természetesen volt különbség). Egy mérés elvégzésében azonban ez nem olyan nagy előny, mint ha egy elméleti feladatot ismerne valaki.

Sajnos hiába voltak a feladatok szövegei aránylag rövidek, és hiába kezdtük el már reggel a munkát, a hosszúra nyúlt megbeszélések miatt csak nagyon későn készült el a végleges angol verzió, és csak hajnalra lettünk kész a fordítással, nyomtatással. Körülbelül 20 órát ültünk a légkondicionált alagsori teremben, amit csak az étkezések szakítottak meg. Már két napja voltunk Indiában, de a megnyitóra való egyórás buszozást kivéve még semmit nem láttunk az országból. Másnap aztán, egy-két óra alvás után, miközben a diákok a mérési feladatokat oldották, végre bejutottunk a szűkebb értelemben vett városba: *South Mumbai* a húszmillió embernek helyet adó félsziget déli csücskében található. Itt van India gazdasági központja, és itt található az angol gyarmati építészet legszebb emlékei: a tengerparton álló *Gateway of India* és az UNESCO világörökségi listán is szereplő *Chhatrapati Shivaji* (egykori Victoria) pályaudvar. A városban egymás mellett látni a nyugati luxusmárkák üzleteit és a földön ülő árusokat. Nagy a tömeg és nagyon nagy a forgalom.

Másnap reggeltől újra az alagsori teremben ültünk, és most az elméleti feladatokkal foglalkoztunk. A nagyon magas szintű mérési feladatok után az elméleti feladatok csatlósítást keltettek bennünk. Indiától szebb, eredetibb, izgalmasabb feladatokat vártunk. Az első feladat témája a Nap volt, és a szervezők talán megsejtették, hogy az ideai fizikai Nobel-díjat a neutrínókkal kapcsolatos kutatásokért adják, így neutrínók is szerepeltek benne, a megoldás azonban inkább hosszadalmas számításokat kívánt fizikai gondolatok és ötletek helyett. (Sajnos az olimpiákon egyre inkább ez a jellemző.) A második feladat különböző szélsőértékkelvekkkel foglalkozott. A kérdések jó része egyetemi bevezető fizikatananyagból ismert levezetés volt. A harmadik feladat atomerőművek tervezési kérdéseit tárgyalta, talán azért, mert az olimpiának helyet adó intézmény névadója, *Homi Bhabha*, az „indiai atomenergia atyja” volt. Érdekes fizika ebben a feladatban is kevés volt. (Az elméleti feladatok teljes szövege és megoldása, valamint a mérési feladatok részletes ismertetése

a KöMaL októberi és novemberi számában jelenik meg: <http://www.komal.hu/>.)

A megbeszélés megint rettentően elhúzódt, fordítani csak késő este kezdtünk, és így megint hajnalig dolgoztunk (azért most kicsivel többet aludtunk). Másnap a szokásos menetrend: miközben a diákok a feladatokat oldják, mi kirándulni megyünk. A hatalmas város közepébe beékelődik egy nemzeti park (*Sanjay Gandhi National Park*), amely népszerű kirándulóhely. A parkon belül a *Kanhari*-barlangokat látogattuk meg: a több száz kisebb nagyobb barlangot az I. és a X. század között vájták a bazaltsziklába. (60 millió éve Mumbai környékén volt a világ legnagyobb bazaltkiömlése, több százezer négyzetkilométert borít be. A belváros már említett műemlék épületei is ebből a szép, sárgás-rózsaszín kőből épültek.) A barlangok körül szép trópusi erdő nő, a turistáktól majmok várják az annivalót, a barlangok feletti kopasz bazalttetőről pedig látni a város felhőkarcolóit.

A kirándulás után találkoztunk a csapattal, meglátogattuk őket a szállodájukban, együtt

lehetett, a városból ők még kevesebbet láttak). Ránk még várt a dolgozatok javítása és a „moderáció”, egy olyan alkalom, ahol még utólag vitatkozhatunk a szervezőkkel a diákjaink pontszámáról. Közben, amikor volt egy kis szabad időnk, kétszer kimentünk a városba (mi, felnőttek szabadon mozoghattunk): nekem ez a két kiruccanás volt a legnagyobb élményem. Mielőtt az eredményekre térek, legyen erről is szó.

Először a szálloda előtt fogtunk egy taxit, nem a külföldieknek szánt elegáns autót, hanem a helyiek által használt kicsi, szűk, fekete, légkondicionálás nélküli járgányt. Épphogy befértünk hárman, aztán elindultunk a belváros felé, hogy kicsit többet lássunk, mint a szervezett buszos kiránduláson, és vásároljunk valami apróságot a családjunknak. Nagyon jó utazás volt: nyitott ablakok, arab zene (Mumbaiban sokféle ember él, a mi sofőrünk muszlim volt), jobb kormány, és félelmetes vezetési stílus. Négy-öt „sáv”-ban mennek egymás mellett az autók (de sávok nincsenek), néha pár centire egymástól, a legkisebb rést is kihasználva, még-

se láttunk sehol semmi balesetet, még egy koccanást se.

A második alkalom egy séta volt a szálloda néhány kilométeres környezetében. A szálloda a tengerparton áll, de szögesdrót kerítéssel körülvéve, saját kerttel, medencével, belső világgal. (Bemenni is csak a repülőtérről hasonló ellenőrzés, csomagátvizsgálás után lehet.) Ahhoz, hogy a tengerhez jusson az ember, ki kell lépni a „külső” vil-



Mumbaii életkép – ételosztás

vacsoráztunk. (Az olimpiákon a diákok teljesen külön életet élnek, más szállodában laknak, egy helyi kísérőt kapnak. Ők akkor kirándulnak, akkor vannak a programjaik, amikor mi dolgozunk, így azokról sokkal kevesebbet, csak az utólagos elbeszélésekből tudok. Az ideai olimpia alatt a nyitó- és záróünnepség között csak ezen az egy estén találkoztunk.) Az eredményeket ilyenkor még nem lehet tudni, de azért az már látszik, hogy mi ment jól, és mi nem sikerült. A kevés idő (vagy túl sok feladat) szinte mindig probléma, nagyon nehéz mindent végigszámolni. Az egyik diákunk sajnos épp a második versenynapon érezte rosszul magát – úgy persze még nehezebb a feladatokra összpontosítani. (Szerencsére – aggodalmink ellenére – ezenkívül csak egy, szintén nem túl súlyos megbetegedés volt a csapatban, és az már a verseny után, az utolsó napokban.)

A diákok ezután már kötetlenül élvezhették a furcsa „luxus rabság”-ot (ötszázlagos szálloda, a kertben medencével – viszont kimentniük csak a szervezett programok során

lágba. Ez először is a légkondicionálás helyett az éjjel-nappal 30 fokos, szeles, de nagyon páras meleget jelenti, aztán pedig az árusok sokaságát, a piszkot, a nyüzsgést. A tengerpart itt köves, hatalmas hullámokkal, sziklákkal. Sokan kijönnek ide sétálni, sült kukoricát enni, nézni a tengert, de fürdeni senkit nem láttunk, legfeljebb bokáig mentek be a vízbe. Innen befelé indultunk egy kis utcán, a szállodákat hirtelen sokkal kisebb épületek váltották fel, szűk utcákkal, és mindenhol árusokkal, üzletekkel, étkezdékkel. (Sajnos mi nem mertünk a szállodán kívül enni.) Árultak élő állatot is, mindenféle használcikket, de volt, aki csak egy fürdőszobamérleggel üldögélt, amin bárki megmérhette a súlyát néhány rúpiáért.

Kicsit odébb, modern irodaépületek és egy sokszagos gyorsforgalmi út közé beékelődve egy „dobozáros” volt, amit a buszból már többször láttunk. Itt hatalmas szemét közt, ócska, többemeletes dobozszzerű építményekben élnek emberek. Egyedül mentem be, szerettem volna közelről látni. Az

egyik szélén épp ételt osztott egy helyi segélyszervezet. Főleg gyerekek álltak sorba, örültek a főzeléknek, kemény tojáshoz, teának. Látszott, hogy itt naponta kapnak enni, nem csontsoványak, mint az afrikai éhség-övezetekben. A telep fölél, a gyorsforgalmi út szélén hatalmas reklámtáblák magasodnak, luxusautók, ékszerek reklámjaival: megdöbbentő kontraszt. Aztán eszembe jutott, hogy hasonló kontraszt van a Budagyöngye bevásárlóközpont és az előtte „lakó” hajléktalanok között is. De az, amit Mumbaiban láttam, mégis több szempontból más. A nagyságrend sokkal, főleg a rengeteg kisgyerek. Ugyanakkor ezeknek az embereknek az arcán kevesebb elkeseredettséget láttam, mint a budapesti hajléktalanokén. Talán ők jobban elfogadják a sorsukat, amibe beleszülettek, szemben egy európai hajléktalannal, aki egykor a társadalom tagja volt, ahonnan aztán kiesett. Fontos különbség az is, hogy itt szinte ismeretlen az alkohol, és talán ezért is, sehol nem láttunk kiabáló, veszekedő embereket. Azért a látvány szívszorító volt.

meg (az elmúlt évtizedben a három magyar győzelem volt a kivétel), legfeljebb azon, hogy idén egyéniben nem kínai diák győzött (az országok közötti nemhivatalos versenyt azért megnyerték). Az egyes érmekhez szükséges minimális pontszámok a tavalyinál jóval magasabbak lettek: aranyérmét 42,2 ponttal, ezüstérmét 33 ponttal, bronzérmét 24 ponttal lehetett kapni.

Az egyes érmek közti pontthatarokat még a moderáció előtt rögzítették, így az egyik versenyzőnknel az utolsó pillanatig „harcoltunk” néhány tized pontért és az aranyérméért, sajnos sikertelenül. (Teljesen korrekt volt a vita, el kellett fogadnunk az eredményt.) A magyar csapat tagjai és eredményeik:

Öreg Botond (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, 12. osztály, felkészítő tanára: Horváth Gábor) ezüstérmét (41,9 pont),

Holczer András (Janus Pannonius Gimnázium, Pécs, 12. osztály, felkészítő tanárai: Dombi Anna, Kotek László) ezüstérmét (38,2 pont),

Gimnázium, Miskolc, 10. osztály, felkészítő tanárai: Zámboreszky Ferenc, Kovács Benedek) bronzérmét (31,0 pont).

Az érmeiket egy, a megnyitónál is hosszabb és fárasztóbb, ötórás záróünnepélyen osztották ki (ismét a szokásostól eltérő időpontban: dél-előtt). Ezt követte a délutánra csúszott búcsú-ebéd, ahol utoljára élvezhettük a főleg vegetáriánus fogásokból álló indiai konyhát, majd nem sokkal utána indulhattunk a repülőterre. Ahogy említettem, a kijutás nehezebb volt, mint belépni, de végül sikerült megszereznünk az összes pecsétet, és éjjel után kicsivel elindulhattunk vissza Európába.

Az eredményekkel elégedettek vagyunk, örülünk. Mindenki érmet szerzett, az országok közötti nemhivatalos pontversenyben pedig a 12. helyen végeztünk 84 ország közül (lásd az érem- és ponttáblázatot). Az EU-tag országok közül csak Románia végzett előttünk, és sikerült megelőznünk a házigazda Indiát is. (Ez utóbbiban persze szerepe van az indiaiak becsületességének is. A korábbi években gyakran előfordult, hogy a házigazda „túlnyerte” magát. Talán ez is azt igazolja, hogy India valóban demokrácia.)

Az elmúlt években többször is elemeztem az olimpiai szereplés „háttérét”, az iskolai fizikaoktatást. Megfogalmaztam aggályaimat, írtam az olimpiai szintű tudást megalapozni képes iskolák egyre szűkülő köréről. Ez a folyamat sajnos folytatódik: a következő néhány évben egy sor olyan fizikatanár megy (vagy kényszerül) nyugdíjba, akik olimpiakonokot neveltek. Utánpótlás pedig szinte egyáltalán nincsen. Azok az eredmények, amelyeket elértünk, így az idej siker is, elsősorban néhány lelkes tanárnak és tanítványainknak köszönhető. Reménységre ad okot a csapat legfiatalabb, 10.-es tagja, aki korához képest nagyon felkészült (és idén inkább csak a versenyzői rutin hiánya miatt maradt le az ezüstérméről), vagy az a négyfős 11.-es társaság a Baár-Madas Gimnáziumban, amelyből idén egy diák fért be az olimpiai csapatba, de a másik három szorosan követte a válogatóversenyen, és jövőre mind a négyen újra megpróbálják. A pesszimista jövőkép helyett most inkább ezzel fejezem be a beszámolót.

Akik szintén szeretnének eljutni a 2016-ban Zürichben megrendezésre kerülő 47. Nemzetközi Fizikai Diákolimpiára, és ott sikeresen szerepelni, azok az önálló tanulás, KöMaL-feladatmegoldás mellett vegyenek részt valamelyik (vidéki vagy budapesti) elméleti szakkör és a budapesti mérési szakkör munkájában! Információ a <http://ipho.elte.hu/> honlapon és a KöMaL szeptemberi számában.

| | | | | | | | | |
|-----|-------------|-------|-----|--------------|-------|-----|----------------|-------|
| 1. | Kína | 234,3 | 11. | Románia | 195,5 | 21. | Bulgária | 158,3 |
| 2. | Dél-Korea | 229,3 | 12. | Magyarország | 181,9 | 22. | Csehország | 157,7 |
| 3. | Tajvan | 222,1 | 13. | India | 178,5 | 23. | Törökország | 157,6 |
| 4. | USA | 217,9 | 14. | Indonézia | 170,7 | 24. | Nagy-Britannia | 155,7 |
| 5. | Oroszország | 217,6 | 15. | Ukrajna | 169,9 | 25. | Franciaország | 155,1 |
| 6. | Hongkong | 210,9 | 16. | Japán | 168,2 | 26. | Olaszország | 152,5 |
| 7. | Szingapúr | 209,1 | 17. | Németország | 168,1 | 27. | Lengyelország | 152,2 |
| 8. | Irán | 207,5 | 18. | Örményország | 163,9 | 28. | Ausztrália | 135,3 |
| 9. | Vietnam | 207,2 | 19. | Izrael | 162,1 | 29. | Kanada | 134,5 |
| 10. | Thaiföld | 196,3 | 20. | Belarusz | 159,4 | 30. | Szlovákia | 134,3 |

Ponttáblázat a 2015. évi 46. Nemzetközi Fizikai Diákolimpián (a legjobb 30 ország)

| | A | E | B | d | | A | E | B | d | | A | E | B | d |
|-----|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|
| 1. | | | | | 11. | | | | | 21. | | | | |
| 2. | | | | | 12. | | | | | 22. | | | | |
| 3. | | | | | 13. | | | | | 23. | | | | |
| 4. | | | | | 14. | | | | | 24. | | | | |
| 5. | | | | | 15. | | | | | 25. | | | | |
| 6. | | | | | 16. | | | | | 26. | | | | |
| 7. | | | | | 17. | | | | | 27. | | | | |
| 8. | | | | | 18. | | | | | 28. | | | | |
| 9. | | | | | 19. | | | | | 29. | | | | |
| 10. | | | | | 20. | | | | | 30. | | | | |

Éremtáblázat a 2015. évi 46. Nemzetközi Fizikai Diákolimpián (a legjobb 30 ország)

Közben elérkeztünk a verseny végére, megszülettek az eredmények. A legjobb eredményt (50-ből 48,3 pontot) egy dél-koreai diák érte el, az abszolút első helyezéssel kívül a legjobb elméletért járó díjat is ő kapta. A legjobb mérésért járó díjat egy másik, szintén dél-koreai versenyző érdemelte ki. Az ázsiai fölényen már senki nem lepődik

Sal Kristóf (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, 11. osztály, felkészítő tanárai: Kotek László, Horváth Gábor) ezüstérmét (36,9 pont),

Balogh Menyhért (Baár-Madas Gimnázium, Budapest, 11. osztály, felkészítő tanára: Horváth Norbert) ezüstérmét (33,9 pont) és

Tompa Tamás Lajos (Földes Ferenc

VANKÓ PÉTER

Beszámoló a 22. Közép-Európai Informatikai Diákolimpiáról (CEOI 2015)

BRNO, CSEHORSZÁG, 2015. JÚNIUS 29–JÚLIUS 4.

Résztvevő országok: Csehország, Grúzia, Horvátország, Lengyelország, Magyarország, Németország, Románia, Svájc, Szlovákia, Szlovénia. Csehország rendezőként 2 csapatot indított, így 11 csapat 44 versenyzője vett részt az olimpián.

A magyar olimpiai csapat tagjai

Csapatvezető: *Horváth Gyula, Horváth Győző*. A magyar csapat a válogatóverseny után többnapos intenzív felkészítésen vett részt, összesen 9 napig készült az ELTE-n. A felkészítés során – az eddigi versenyek tapasztalatait figyelembe véve – olyan ismeretek elsajátítása volt a cél, amelyek felhasználásával megoldhatók az utóbbi években gyakori feladattípusok.

A versenyt a CEOI szabályainak megfelelően bonyolították le: a versenyzőknek mindkét versenynapon 3–3 feladatot kellett megoldani öt óra alatt. Jó eredményt Lengyelország, Horvátország és Románia csapatai értek el. Magyarország csapata a 6. helyezést érte el, ami megfelel a tavalyi eredménynek.

A magyar csapat eredménye

11. *Erdős Márton* (ezüstérem), *Batthyány Lajos* Gimnázium, Nagykanizsa

Oklevéllel elismert dicséret a versenyző teljesítményéért:

26. *Radnai László*, *Veres Péter* Gimnázium, Budapest

28. *Alexy Marcell*, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest

36. *Zarándy Almos*, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest

A következő olimpiák

• 23. Közép-Európai Informatikai Diákolimpia, Románia, Piatra-Neamt (Karácsonkő).

• 24. Közép-Európai Informatikai Diákolimpia, Szlovénia

Horváth Gyula csapatvezető,
Horváth Győző csapatvezető-helyettes

(Forrás: A Neumann János Számítógéptudományi Társaság honlapja)

Beszámoló a XII. IGU Nemzetközi Földrajzi Diákolimpiáról – a magyar csapat eredményei, a verseny és felkészítés tanulságai

A magyar csapat immár hetedik alkalommal vett részt az IGU (International Geographical Union) védnöksége alatt szervezett Nemzetközi Földrajzi Olimpián, ahova a nemzeti válogató versenyeken kiválasztott legjobb 16–19 év közötti középiskolás földrajzosok utazhattak ki a világ számos szegletéből. Idén az oroszországi Tver melletti Computeria képzőközpont adott otthont az olimpiának, ahol 41 ország 164 versenyzője volt jelen, tovább erősítve az évek óta megfigyelhető tendenciát a mezőny létszámának növekedéséről (2004-ben 16, 2006-ban 24, 2013-ban pedig már 32 ország vett részt az eseményen). A csapatok döntő hányada még mindig európai országból érkezik, ugyanakkor a közelmúltban az ázsiai nemzetek delegációi bővítik inkább a kört. A versenysorozat 1996-ban Hollandiából indult útjára, hazánk pedig a 2006-os ausztráliai verseny óta tagja a mezőnynek. A diákolimpia nemcsak résztvevőinek számát tekintve esett át változásokon a rajt óta, a kezdetben kétfévente zajló rendezvény mára évente, más-más országban (és lehetőség szerint kontinensen) rendezik meg.



Csoportfotó a résztvevő országok diákjairól és tanáiról

Minden egyes nemzetet négy diák képvisel, akik az adott ország oktatási rendszerében folytatják tanulmányaikat, így az eredmények jó összehasonlítási alapot adhatnak a magyar földrajzoktatás nemzetközi szintén történő pozicionálásáról is. Rendszerint kiemelkedő teljesítményt érnek el a kelet-európai (lengyel, román, horvát) és az ázsiai nemzetek (Szingapúr, Tajvan) diákjai, a magyar csapat pedig többnyire a középmezőnyben végez. Most sem volt ez másként, hiszen egy ezüstéremmel (*Stein Ármin*) és egy bronzéremmel (*Steenhuis Nathaniel*) térhet-

tek haza diákjaink. Összességében, az olimpia nemzetközi szervezőbizottságának döntése alapján, a versenyzők közel felének nyakába kerül valamilyen színű medál (idén 13 aranyat, 27 ezüstöt és 40 bronzot osztottak ki).

A verseny nemcsak megméretetés, hanem óriási nemzetközi tapasztalat, egy idegen ország kultúrájának, tájainak megismerési lehetősége is. A szervezők mindvégig törekednek arra, hogy változatos programokkal, túrákkal és rendezvényekkel tegyék felejthetlenné az olimpiát. Idén a diákok kulturális esten, kórusfellépésen, több félnapos és egy egész napos kiránduláson, városnézésen, kézműves műhelymunkában vehettek részt, az eseményt pedig fergeteges tűzijáték zárta.

Hazai válogatóverseny és felkészítés

A magyar csapat tagjainak kiválasztásáért hagyományosan a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézete felel, ahol is oktatók és doktoranduszok bevonásával zajlik a válogató megszervezése, majd ezt követően a diákok felkészítése.



A magyar nemzeti válogatott (balról: Trócsányi András, Csontos Gábor, Bálint Dóra, Mojzes Kinga, Steenhuis Nathaniel, Stein Ármin)

Már az első lépéseknél komoly a tét, hiszen sokat nyom a latban a jelentkezettek köre. A versenyzők előzetes tudása és képességei meghatározóak a későbbi jó szereplés szempontjából. Évről évre kiváló képességű és tanáraik révén felkészültségükről tanúbizonyságot tevő diákok jelentkeznek a válogatóra, akik nemcsak tudásukkal, hanem hozzáállásukkal is kiemelkednek kortársaik közül. A diákoknak az országos angol nyelvű földrajzi tanulmányi versenyen (Hungarian Geographical Contest) ugyanakkor sokféle elvárásnak kell megfelelniük. Önmagában a „hagyományos” földrajztudás nem elegendő, a lexikális ismeretek mellett a problémamegoldás, az ismeretek gyakorlati alkalmazása és a különböző (térképes) források megfelelő használatát mind-mind olyan szempontok, melyek elengedhetetlenek a jó szereplés érdekében és sok esetben a hazai középiskolai földrajzoktatás berkeiben szocializálódott diákok számára újszerű hozzáállást igényelnek. A versenyre való jelentkezésnél az idegennyelv-tudás sajnálatos módon sokakat visszaszorongat, így meglehetősen szűk bázisból választják ki az olimpikonokat (2014/2015-ben összesen 24 jelentkező volt az országból) és a jövőben komoly kihívást jelent a versenyzők számának növelése a szervező csapat számára. Mielőtt azonban bárkinek kétségei merülnek fel a delegáció „minőségével” kapcsolatban a jelentkezők kisszámú tábora alapján, leszögezhetjük, hogy ebből a szűk meritésből is remek felkészültségű és tehetséges diákokat találunk az olimpiára.



Diájkaink a verseny előtt (balról: Csontos Gábor, Stein Ármin, Mojzes Kinga, Steenhuis Nathaniel)

rajz, hanem más tudományterületek művelői számára is. Egész egyszerűen biztos nyelvtudás nélkül nem értik meg a feladatok instrukcióit, illetve nem képesek elemzést, esszét írni a megadott témában.

A hazai háromfordulós válogató már-

örvendetes azonban, hogy az elmúlt két évben kiválasztott diákoknak a korábbi időszak csapattagjaival ellentétben magasabb szintű a nyelvtudása, így nem indultak hátrányból külföldi társaikhoz képest. Ugyan az olimpián a nem angol anyanyelvűek számára többlet idő (a teszt esetében például extra 30 perc) és a kulcsszakszavak előzetes anyanyelvű szöszedete járul hozzá az egyenlő feltételek megteremtéséhez, de ez nem pótolhatja a biztos angol nyelvtudást, ami mára elengedhetetlen nemcsak a föld-

cius elejéig tartott, ekkor a döntő napján, az eredmények összesítése után kirajzolódtott a végső sorrend. A verseny az olimpia tematikáját követte, mely általában három fordulóból áll: írásbeli, terepi és szóbeli részből. (A 2015/16-os tanévben egy újabb online forduló bevezetésével próbáljuk még hatékonyabban szimulálni a nemzetközi megmérettetést.) Áprilistól került sor a felkészítésre, ennek során a PTE TTK Földrajzi Intézet oktatói egyhetes intenzív, előadásokkal és terepi feladatokkal tarkított tréninget tartottak a négy diák számára, ahol lehetőség adódott a további olimpiai programok (poszterszekció, prezentáció, kulturális est) feladataira való felkészülésre és a válogatott tagjaink összekovácsolódására is. Az idei visszajelzések rámutattak arra, hogy a diákok számára az jelentette a leghatékonyabb segítséget, mikor az egyes feladattípusokat, feladatsorokat begyakorolhatták, melynek révén alkalmazkodni tudtak a különbö-



A poszterszekcióban Csontos Gábor és Mojzes Kinga magyarázza hazánk demográfiai viszonyainak alakulását az érdeklődőknek

ző fordulók által támasztott követelményekhez. Éppen ezért az egy-egy témakört felölelő előadások szemléletükben is igyekeztek megfelelni a nemzetközi trendeknek, vagyis az oktatók törekedtek a feladatközpontú, problémaorientált és interaktív foglalkozások összeállítására. Ezen a téren értékes tapasztalatokat jelentett az idei verseny, melyek a következő években a felkészülés eredményességének növelésében nagy segítséget nyújthatnak.

Verseny és feladatok

Milyen feladatokkal találkozunk a 2015-ös oroszországi versenyen? A nemzetközi bizottság által összeállított megmérettetések idén is három nagy egységből álltak, melyekre különböző napokon került sor. Ezek nem egyenlő arányban számítottak bele az értékelésbe: az írásbeli és a terepi feladat 40–40%-ban, míg a multimédia teszt 20%-ban járult hozzá a végső pontokhoz.

Az első és talán a magyarországi diákok számára leginkább testhez álló feladat az írásbeli (Written Response Test) forduló volt, ahol összesen hat témakörhöz (két-két természet- és társadalomföldrajzi, illetve komplex: mállás, trópusi viharok, nyomor-nyegedek, kulturális sokszínűség, térképezés, vízhasználati konfliktusok) kapcsolódtak a feladatok. A témák mindegyike lépcsőzetesen épült fel, az egyszerűtől a többsoroson keresztül az esszé formában megválaszolendő kérdésekig terjedt a skála. A feladatokhoz kapcsolódó háttéranyagok (térképek, adatok, diagramok, fényképek) egy önálló, ún. resource bookletben kaptak helyet.

A diákok ezt követően a terepi feladat helyszínére, egy a Tver körzetén belül kedvezőtlen társadalmi és gazdasági mutatókkal rendelkező Sztarica nevű településre utaztak. Sztarica tipikus példája a funkcióváltás következtében zsugorodó kisvárosnak, amelynek komplex problematikáját kellett a diákoknak feladatokon keresztül megérteni, illetve a fejlesztési tervekbe bekapcsolódni. Mint ahogy a korábbiakban, most is ez a feladattípus jelentette a legkevényebb kihívást diákjaink számára, hiszen a középiskolában nem találkoznak ilyen jellegű problémaorientált komplex feladatokkal. A problémakör (zsugorodó városok Oroszországban) elméleti háttérrel a diákok egy bevezető előadást hallgathattak meg. Ezt követte a terepbejárás, ahol

közvetlen közelről találkozhattak a jelenséggel. Ennek során saját térképvázlatokat, skicceket kellett készíteniük a felméréndő területről, majd a következő napon, immár tantermi körülmények közepette konkrét fejlesztési javaslatokat készítettek. Ez a feladattípus áll legmesszebb a hazai közoktatásban földrajz névvel illetett témakörtől, így ez állította legnagyobb kihívás elé diákjainkat. Sajnos, bár a versenyen és a felkészítésen is hangsúlyosan törekedtünk hasonló feladatok szimulálására, mégis, az eredmények azt mutatják, még nagyobb hangsúlyt szükséges fektetnünk erre a feladattípusra. Végül a harmadik, multimédia teszt már egy jóval könnyebb és egyszerűbb, képekkel és videókkal illusztrált feleletválasztós egység volt, melyhez talán a leginkább volt szükség a lexikális ismeretekre.

A diákok sikeréhez a szakmai felkészítés mellett természetesen elvülhetetlen a verseny és felkészítés megvalósulását lehetővé tevő pénzügyi háttér, melyhez idén is az Emberi Erőforrások Minisztériuma járult hozzá jelentős mértékben, továbbá biztosította a csapat kiutazásának, szállásának és étkeztetésének költségeit is. Emellett a Magyar Földrajzi Társaság, a Modern Geográfus Alapítvány, a Földrajztanárok Egyesülete és a Prospero internetes könyvtárház támogatta az olimpiikonokat és versenyzésüket.

2016-ban ismét sor kerül a következő olimpiára, amelynek helyszíne ez-

A 2015. évi magyar keret tagjai

Steenhuis Nathaniel (Pécsi Janus Pannonius Gimnázium; felkészítő tanára: Szlovák-Baris Katinka)

Stein Ármin Krisztián (Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium; felkészítő tanára: Gruber László)

Mojzes Kinga Csilla (Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely; felkészítő tanára: Papp Tibor)

Csontos Gábor (Szekszárdi Garay János Gimnázium; felkészítő tanára: Bosnyák Eszter)

Dr. Trócsányi András tanszékvezető egyetemi docens (PTE TTK Földrajzi Intézet) csapatkapitány, IGEO International Board Member

Bálint Dóra PhD-hallgató, kísérő, a verseny és felkészítés koordinátora

úttal Pekingben, Kínában lesz, és már készülnek a még összetettebb feladatok az angol nyelvű válogatóversenyre, amelynek első négy helyezettje a távoli országban képviselheti a nemzeti színeket. (A hazai válogatóversenyre az alábbi honlapon lehet jelentkezni: Hungeocontest.org)

BÁLINT DÓRA – TRÓCSÁNYI ANDRÁS

Beszámoló az 56. Nemzetközi Matematikai Diákolimpiáról

Az idei Nemzetközi Matematikai Diákolimpiát július 4–16. között Thaiföldön, Chiang Mai városában rendezték meg.

A versenyen 104 ország 577 diákja vett részt. Ez a részt vevő országok számát tekintve csúcseállítás, a résztvevő versenyzők számát tekintve pedig abszolút csúcs. (2009-ben Brémában is 104 ország vett részt, de ott a versenyzők száma csak 565 volt.) A legtöbb ország a megengedett maximális létszámú, 6 fős csapattal szerepelt; az alábbi listában az országnevet után zárójelben tüntettem fel az adott ország versenyzőinek számát, ha ez hatnál kevesebb volt.

A résztvevő országok

Albánia, Algéria, Amerikai Egyesült Államok, Argentína, Ausztrália, Ausztria, Azerbajdzsán, Banglades, Belgium, Belarusz, Bolívia (5), Bosznia-Hercegovina, Botswana, Brazília, Bulgária, Chile (2), Ciprus, Costa Rica, Csehország, Dánia, Dél-Afrika, Dél-Korea, Ecuador, Észak-Korea, Észtország, Finnország, Fran-

ciaország, Fülöp-Szigetek, Ghána (5), Görögország, Grúzia, Hollandia, Hongkong, Horvátország, India, Indonézia, Irán, Írország, Izland, Izrael, Japán, Kambodzsa, Kanada, Kazahsztán, Kína, Kirgizisztán, Kolumbia, Kozovó, Kuba (1), Lengyelország, Lettország, Liechtenstein (1), Litvánia, Luxemburg (2), Macedónia, Magyarország, Makaó, Malajzia, Marokkó, Mexikó, Moldova, Mongólia, Montenegro (3), Nagy-Britannia, Németország, Nicaragua (3), Nigéria, Norvégia, Olaszország, Oroszország, Örményország, Pakisztán, Panama (3), Paraguay, Peru, Portugália, Puerto Rico (3), Románia, El Salvador(4), Spanyolország, Sri Lanka, Svájc, Svédország, Szaúd-Arábia, Szerbia, Szingapúr, Szíria, Szlovákia, Szlovénia, Tadzsikisztán(5), Tajvan, Tanzánia (3), Thaiföld, Törökország, Trinidad és Tobago (4), Tunézia (4), Türkmenisztán, Uganda (5), Új-Zéland, Ukrajna, Uruguay, Üzbegisztán, Venezuela (2), Vietnam.

A versenyen szokás szerint mindkét

napon négy és fél óra alatt 3–3 feladatot kellett megoldani. Mindegyik feladat helyes megoldásáért 7 pont járt, így egy versenyző maximális teljesítménnyel 42 pontot szerezhetett. A verseny befejezése után megállapított pontszámok szerint aranyérmes a 26–42 pontot elért, ezüstérmes a 19–25 pontos, míg bronzérmes a 14–18 pontot szerzett tanulók kapták. Dicséretben részesültek azok a versenyzők, akiknek 14-nél kevesebb pontjuk volt, de egy feladatot hibátlanul megoldottak.

A magyar csapatból

Williams Kada (Szeged, Radnóti Miklós Kísérleti Gimn., 10. o. t.) 25 ponttal, *Szabó Barnabás* (Fazekas Mihály Föv. Gyak. Gimn., 11. o. t.) 22 ponttal és *Fehér Zsombor* (Fazekas Mihály Föv. Gyak. Gimn., 12. o. t.) 21 ponttal *ezüstérmes*, *Janzer Barnabás* (Fazekas Mihály Föv. Gyak. Gimn., 12. o. t.) 16 ponttal, *Baran Zsuzsanna* (Debreceni Fazekas

Mihály Gimn., 10. o. t.) 15 ponttal és *Di Giovanni Márk* (Győr, Révai Miklós Gimn., 12. o. t.) 14 ponttal *bronzérmét* szerzett.

A magyar csapat vezetője *Pelikán József* (ELTE TTK, Algebra és Számelmélet Tanszék), helyettes vezetője *Dobos Sándor* (Fazekas Mihály Főv. Gyak. Gimn.) volt. *Kós Géza* (MTA SZTAKI, ELTE TTK) a problémakiválasztást előkészítő bizottság meghívott tagjaként vett részt az olimpián.

Az országok (nem hivatalos) pontversenyében Magyarország a 20–21. helyen végzett. A csapatverseny élményének sorrendje így alakult (megszerzett pontszámaikkal):

1. USA 185, 2. Kína 181, 3. Dél-Korea 161, 4. Észak-Korea 156, 5. Vietnam 151, 6. Ausztrália 148, 7. Irán 145, 8. Oroszország 141, 9. Kanada 140, 10. Szingapúr 139, 11. Ukrajna 135, 12. Thaiföld 134, 13. Románia 132, 14. Franciaország 120, 15. Horvátország 119, 16. Peru 118, 17. Lengyelország 117, 18. Tajvan 115, 19. Mexikó 114, 20–21. Magyarország és Törökország 113, 22–24. Brazília, Japán és Nagy-Britannia 109, 25. Kazahsztán 105, 26. Örményország 104, 27. Németország 102, 28. Hongkong 101, 29–32. Bulgária, Indonézia, Olaszország és Szerbia 100 ponttal.

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

Árki Tamás (DGM), *Bruder Györgyi* (DGM), *Dobos Sándor* (BZs,DGM, FZs,JB,SzB,WK), *Gyenes Zoltán* (FZs,JB,SzB), *Juhász Péter* (DGM),



A képen balról Kós Géza és felesége Rita, Janzer Barnabás, Pelikán József, Di Giovanni Márk, Szabó Barnabás, Williams Kada, Baran Zsuzsanna, Dobos Sándor, Fehér Zsombor, valamint a csapat thaiföldi kísérője

Kiss Gergely (FZs,JB), *Kiss Géza* (SzB), *Kosztolányi József* (WK), *Lakatos Tibor* (BZs), *Mike János* (WK), *Molnár-Sáska Gábor* (WK), *Pósa Lajos* (BZs, DGM, FZs, JB, SzB, WK), *Schultz János* (WK), *Surányi László* (FZs,JB,SzB), *Táborné Vincze Márta* (SzB), *Tóth Mariann* (BZs).

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

Chiang Mai környéke természeti és kulturális látványosságokban is bővelkedik –

ezekből a szervezők igyekeztek minél többet megmutatni. A legemlékezetesebb program azonban legtöbbünknek alighanem az elefántparkban tett látogatás volt. (E sorok szerzője is először ült életében elefántháton.)

Az olimpiát közvetlenül megelőző intenzív edzőtáborhoz Rockenbauer Gabriella (a tavalyi ezüstérmes Homonnay Bálint édesanyja) biztosított számunkra helyszínt, amiért ezúton is szeretnék köszönetet mondani.

A következő matematikai diákolimpiát Hongkong rendezte, 2016. július 6–16. között.

PELIKÁN JÓZSEF

Diákolimpiák a Kaukázusban

Lasan már gyakorlat lesz abból, hogy a magyar diákok évente két kémia-olimpián vesznek részt. Az első tavasszal a *Mengyelejev Diákolimpia*, szűkebb körben, nehezebb feladatokkal. A másik a nyár közepén megrendezett, a teljes földgolyót megmozgató *Nemzetközi Diákolimpia*. Az idén mindkét versenyre ugyanabban a régióban került sor. Az orosz-szovjet versenyek mai utóda Jerevánban, Örményországban, a szocialista táborból elindult világverseny pedig Bakuban, Azerbajdzsánban volt. Sajnos a két ország rossz viszonya miatt kölcsönösen bojkottálták egymást, nem hoztak az olimpiák beképességét közéjük.

A két versenyre a csapatok kiválasztása időben jócskán különvált, de jó esélye van az átfedéseknek. A tavaszi „Mengyelejev” jó megmérettetés és gyakorlás a másik olimpiára, de az összes többi verseny mellett nincs mód és idő még egy tavaszi válogatásra. Így mindig az előző év olimpiai válogató-

ján derül ki, kik a legjobbak azok közül, akik a következő évben is középiskolások maradnak. Ők a Mengyelejev-csapat biztos tagjai, és kemény munka mellett bekerülhetnek az olimpiai csapatba is.

Az idén mindkét versenyre ugyanaz a négy fő utazott 2014-es és 2015-ös eredményeik alapján, bár ezt még 2014-ben nem is sejtették. Ugyanis a tavaszi versenyt technikai okokból későbbre tolták, mégpedig akkorra, amikor Magyarországon az érettségi írásbeli vizsgák vannak. Ez két olimpiát érintett volna, de a törvény megengedi a vizsgák pótlását, ha a mulasztás nem róható fel a diáknak. Viszont a hatóságok az olimpiai részvételt a diák hibájából való mulasztásnak vették volna, így a fiatalabb póttagok utaztak el Jerevánba, és jutottak be a keretbe Bakuban is.

Az érme, mint általában, szépen csillogtak, különösen, ha észrevesszük, hogy sok éve ez volt a legfiatalabb csapat (egy végzős,

két 11-es, egy 10-es).

A két verseny szervezésében is vannak különbségek, nem csak a méretekben: itt két ótórás elméleti vizsga van, ott csak egy. A „Mengyelejev” esetén nincs előzetes témakijelölés, így szinte a teljes kémiát nem árt ismernie a résztvevőknek. Az idén a nagy eltérés azért a rendezvényekre fordított pénzben volt. Jerevánban mindenki egy puritán kollégiumban lakott és dolgozott, Bakuban viszont elegáns és rettentő drága szállodákban helyezték el a 75 országból jött közel 300 diákot és a 150 kísérőt. Itt egyszerű és szokásos laborszerekkel műtrágyamintákat analizáltak, ott fejtenként több milliót műszerekre költve, de egyaránt szellemes feladatokat kaptak a gyakorlati fordulón a diákok. Tagadhatatlanul meglátszott, hogy Azerbajdzsán vezetőjének sógornője volt a verseny elnöke. Ez a tény persze volt, amikor visszaüött. Például az eredményhirdetés ko-reográfáját személyesen ő hagyta jóvá, nem

lehetett ezért változtatni azon, hogy az érmekeket logikátlan sorrendben jelentették be. Elsőnek a legjobbat, és aztán már senki nem izgult a hosszú névsorolvasáson.

A két verseny hasonlatos is volt egymáshoz, hisz a „Mengeyelejev” példait évről évre változatlan, nemzetközi (főleg orosz) bizottság állítja össze. A nagy olimpián mindig a helyi erők adják a kérdéseket, de az idén az azeriek oroszokat bíztak meg ezzel – mégpedig jobbára ugyanazokat a személyeket. Ilyen tapasztalt versenybizottság esetén senki nem számít nagyobb bonyodal-

mérő, minispektrométer, termosztát, kiértékelő számítógép, egy asztalt betöltő üvegekészülék a sok apróbb eszköz, vegyszer mellett. Egyenként a problémák érdekesek és szellemesek voltak, de egy gyakorlott laboráns sem tudott volna végezni velük 5 óra alatt, nemhogy egy életében néhányszor laborban járó középiskolás. Hiába harcoltunk a kurtításért, a feladatok mind megmaradtak, és sok-sok diák jött ki a laborból keserű szájjal, és meg nem érdemelt kudarcélménnyel. Volt, akinek a sokk még napokkal később, az elmé-

Bakuban, az olimpia alatt az állandó aggodalom forrása az volt, hogy 2016-ban hol lesz a verseny, ugyanis a rendezésért rég lemondó Ausztrália helyett jelentkezett Oroszország is visszalépett. Az idő rövidsége miatt a megoldás nem csupán a szervezés komplexitása, hanem a felhajtandó összeg miatt is egyre reménytelenebb lett. Már a rendkívüli részvételi díj emelését fontolgattuk, amikor Pakisztán elvállalta a 48. Kémiai Diákolimpia megrendezését. Ezt már nekem volt szerencsém bejelenteni, ugyanis az Olimpia Intézőbizottságának elnökévé választottak a verseny végén. Az

Az eredmények

| Diák | Olimpiai érem | Mengeyelejev eredmény | Iskola | kémiantanár |
|--------------------------|---------------|-----------------------|--|-------------------------------|
| Kovács Dávid Péter | Arany | Bronz | Szent István Gimnázium, Budapest | Borbás Réka |
| Perez-Lopez Áron Ricardo | Ezüst | Ezüst | ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest | Villányi Attila |
| Stenczel Tamás Károly | Bronz | Bronz | Török Ignác Gimnázium, Gödöllő | Karasz Gyöngyi, Kalocsai Ottó |
| Vörös Zoltán János | - | - | Váci Mihály Gimnázium, Tiszavasvári | Bényei András |



Vörös János, Stenczel Tamás,
Perez-Lopez Áron, Kovács Dávid



A csapat tagjai (balról jobbra): Villányi Attila (kísérőtanár), Perez-Lopez Áron, Varga Szilárd (mentor), Magyarfalvi Gábor (mentor), Stenczel Tamás, Kovács Dávid, Vörös János Bakuban az Alijev Központban

makra, de Bakuban a laborfeladatok – nem először az olimpiákon – némileg balul ütöttek ki.

Talán a bőkezű forrásoknak is volt köszönhető, hogy a szervezők három összetett feladatot is kitűztek: egy szerves szintézist forralással, desztillációval, majd vákuumdesztillációval, egy ötvözet analitikai összetétel-meghatározását, és egy számítógépezérelt fotométerrel reakciósebességek követését hőmérséklet-szabályzás mellett. Tehát volt ott mindenkinek digitális nyomásmérő, törésmutató-

leti vizsgán és a zárőnnepségen is tartott. A szokásos eredményeknél kicsit ziláltabb volt – talán a leirtak miatt – a nemzetek diákjainak sorrendje, de egy dolog nem változott: távol-keleti versenyzők vezették az élbolyt.

A Nemzetközi Kémiai Diákolimpia magyar programját az ELTE Kémiai Intézete szervezi a EMMI megbízásából és támogatásából. A Mengeyelejev Diákolimpia osztozik a felkészítőn és a válogatón, de az utazást a nagylelkű szponzorok (Richter Gedeon, EGIS, MOL) támogatásának köszönhetjük.

utóbbi évtizedben egy cambridge-i és egy koreai professzor töltötte be ezt a tiszteket. Ez nagy megtiszteltetés és egyben sok munka is lesz ebben az évben, ugyanis Karachi, a kijelölt helyszín sok ország polgárai számára nem ajánlott úti célnak. Bár a rendezők állami garanciát vállalnak a verseny résztvevőinek biztonságáért, már most több ország visszalépett a részvételtől. Mindenesetre bízunk abban, hogy a rövid idő és a nehéz körülmények ellenére sem marad el közel 50 év után az olimpia.

MAGYARFALVI GÁBOR

XXIV. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

Párizs szeme

OLÁH ERIKA

Berde Áron Közgazdasági és Közigazgatási Szakközépiskola, Sepsiszentgyörgy, Románia

Halász Gyula (művésznévén Brassai) élete – egy szenvedély nagyszerű története – mindaz, ami több mint ötven éven át az író, a fényképész, a szobrászt, a filmet a főváros zezugaihoz, de a város értelmiségéhez, művészeihez, nagy családjaihoz, utcalányaihoz és gazembereihez is kötötte, más szóval mindahhoz, ami a legenda Párizst jelenti. Lényegében egész életét piros fonalként hálózza be Párizs, jelen van minden gondolatában, minden munkájában.

„Brassóban születtem. Az 1899-ik év 9-ik havának 9-ik napján. Négyyszeresen a 9-es számmal megjelölve” — tudjuk meg Illyés Gyula Brassaival készült interjújából. Anyja, Verzár Margit, erdélyi örmény család sarja, apja, id. Halász Gyula pedig csetényi születésű író, költő, újságszerkesztő. Apja egykor arról ábrándozott, hogy költő lesz. Minden bizonnyal legnagyobb fiára, Gyulusra ruházta a küldetést, hogy álma testet öltson. Ő alapította a Brassói Szemle című lapot. Eredeti végzettsége szerint magyar-francia szakos középiskolai tanár volt, és imádkozta Párizst, így 1903-ban kapva kapott a lehetőségen, hogy egy időre a Sorbonne egyetemen képezze magát. A család egy évre Párizsba költözött, és a város később az ifjabb Halász életében is döntő jelentőségű lett. A francia fővárosból hazatérve a fiú először a brassói Főreáliskola, majd 1917-től a budapesti Képzőművészeti Akadémia diákja lett, ahol rajzot és szobrászatot tanult. Már kisgyerekként megmutatkozott a művé-

szetek iránti fogékonysága, és szülei is támogatták ezen törekvéseit. Egyenes volt tehát az út a rajztanársáig, amihez azonban az ifjúnak nem volt sok kedve.

Othagyta az iskolát, de továbbra is a művészeteknek szentelte magát, igaz ekkor még csak útját keresve. Még sza-

igen barátságosan fogadott, s megígérte, hogy elolvassa. Ma úgy vélem, hogy a vázlat gyatra volt, de alkalmat teremtett, hogy megismerjem Bartókot, ezt a csodálatos embert...”

Rövidesen besorozták az osztrák-magyar hadsereg lovasságához. Az első világháború végeztével a Vörös Hadseregbe jelentkezett, ami nem bizonyult szerencsés lépésnek, ugyanis román hadifogságba esett. Apja közbejárására végül kiszabadult, de a háborútól, majd Trianontól tépázott országban már nem volt maradása.

Életének ezt a szakaszát a következőkkel nyugtázta: „Amit Brassóban csináltam, az játék volt, mondjuk az előzetes erőpróba, amelyben megállapíthattam, van szín- és formaérzésem, de ezt a munkásságot nem nevezhettem az enyémmek, s rajtam keresztül is Mattis-Teutsch szólalt meg, ami nem csoda, hiszen első ecsetvonásától kezdve összes fejlődési fázisán végigkísértem.” Elvágott Brassóból is. 1920 decemberében, hétnapos utazás után ért Berlinbe, ahol újságíróként és grafikusként tevékenykedett. Itt ismerte meg Tihanyi Lajost, Moholy-Nagy Lászlót, Kandinskit és Kokoschkát. A következő tavasszal beiratkozott a berlini Képző- és Iparművészeti Iskolába, de itt se maradt sokáig. 1922 nyarán visszatért szülővárosába, amely ekkor már Romániához tartozott. Másfél évet töltött odahaza, míg végül ismét nyakába vette a világot. Útjának célja ezúttal a szeretett Párizs volt, ahol folytatta Berlinben megkezdett tevékenységét.

Párizsban töltött kezdeti éveiben a megélhetésért bármilyen művésze-



Szegélyárok, az „Éjszakai Párizs” sorozatból

valóestekkel és zeneszerzéssel is megpróbálkozott, igaz mérsékelt sikerrel. Egy táncjáték librettóját Kassák Lajos tanácsára és ajánlásával elvitte Bartók Bélához: „...felkerestem Bartókot, aki

ti, szervezői munkát elvállalt, és lázasan kereste a helyi körök ismerettségét. Néhány éven belül már barátai közé tartozott többek között a festő Tihany Lajos és Hans Reichel, a költő Léon-Paul Fargue és Jacques Prévert, a filmrendező Korda Sándor, vagy Alfred Perlés és Henry Miller írók. Ötven év szédítő távlatából egy kis iróniával beszél akkori éveiről: „...én voltam az a sporttudósító, aki jószerint jártasság híján, épp csak a szakma zsargonját elsajátítva beszámolókat írt olimpiai mérkőzésekről, a karikaturista, aki sportbajnokok és szépségkirálynők nyomába szegődött, és én voltam az a »néger« is, aki német újságírócápaik megrendelésére gátlás nélkül gyártotta a hamis interjúkat világnagyságokkal.”



Brassai munka közben

Tette mindezt egzisztenciális kényszerből. Mindig ki kellett találni valami „szélhámit”, hogy megélhetéshez jusson: „Mennyi szokatlan lehetőséget ragadtunk meg akkor, s mennyire hálásak voltunk, ha kerestetünkől legalább egy kiadós ebédre futotta.”

Érdekes tény, hogy kevésbé értékesnek ítélt karikatúráit, rajzait a húszas évek végétől Brassai művésznéven szignózta, míg festményeire a Halász aláírás került. Első fotóira is ez a művésznév került, és ezen a néven lett világhírű: „A családi nevemet, a Halászt akartam halhatatlannítani: a festményemmel, tisztán. A Brassai név a kenyérkeresethez kellett, a fényképek szignálásához. A kettőt kezdetben kényesen elválasztottam.” Riportjaihoz, saját készítésű rajzai mellett alkalomadtán fotókra is szüksége volt, amiket kénytelen volt „külső forrásból” beszerezni. A fo-

ográfia a húszas évek közepén kezdte igazán érdekelni. A fotózásra kezdetben újságcikkei miatt volt szüksége, de rövid időn belül több lett pusztá illusztrációnál. A párizsi műkritikus, Tériade figyelt fel elsőként fényképeire, és nem kellett hozzá sok idő, hogy a művészkörök és a közvélemény is felkapja fejét a tehetséges „új” fotósra.

Brassai – a fényképész

1925-ben egy barátja, Zborowski megismerteti Agét képeivel. Ezek olyannyira elbűvölik, hogy ettől fogva egész életében példaképének tekinti a párizsi fotóst. Egy évvel később ismerte meg André Kertészt, akit több fotós útjára is elkísért, sokat tanultva tőle. Bár Kertész már ekkor biztatta a fényképezésre, Brassai valójában csak 1929-től fotografált. „Harmincéves koromig azt

sem tudtam, mi a fényképezőgép.” Felismerte, hogy a fényképezés korának sajátos közlési eszköze: „...amikor ez 1930-ban tudatosodott bennem, egy csapásra fordulat állott be életemben”. Egy beszélgetés során, Illyés Gyula azon kérdésére, hogy miért is választotta a fényképezést, így válaszolt: „Mert nem fértek már el bennem a képek, annyit szedtem magamba, főleg az éjszakai csavargásaim alatt. Ki kellett adnom őket, más közvetlenebb formában is, mint amit az ecset nyújtott.”

Egy kölcsönbe kapott, egyszerű géppel kezdett dolgozni. Eleinte a leghétköznapibb tárgyakat fotózta, 1930-ban pedig az éjszakai Párizst kezdte fényképezni. Jobbára egyedül kószált. A lemezek, kazetták tekintélyes súlya miatt éjszakánként 24 lemeznél többet sosem vitt magával. Éjszakai útjainak eredményeképpen 1932. december 2-án, Paul Morand előszavával megjelent a *Paris de nuit* (Éjszakai Párizs) című albuma. Brassai úttörői érdemei nem magában a speciális fényképfajta létrehozásában vannak, hiszen előtte és vele egy időben mások is készítettek éjjeli felvételeket, de ő az éjjeli felvételek megejtően gazdag és finom lehetőségeit aknáztá ki. Sok egyszerű éjjeli témát is kezdeményezett, a város apróbb részleteit, intímabb jeleneteit, amikre még nem gondoltak kortársai, akik elsősorban csak a nagyszabású látványokat igyekeztek megfogni: épületsoportokat, lámpák-tól ragyogó középületeket, kivilágított házakat, tornyokat, szobrokat és sok

más effélet. Ő is fényképezett ilyeneket, de nem mások nyomában, hanem ezeket is a maga látása szerint, újszerűen. Nagy fototechnikai tudását nem öncélú virtuozkodással használta fel, mint kortársai, hanem mindig csak a művészi kifejezés szolgálatában. Éjjeli városképei között azok a legszebbek, amelyekben éppen a lámpáknak van a legkisebb szerepük. A nedves kövezeten visszaverődő gyenge lámpafényben éppen csak elkülönítve az égbolt feketeségétől, lágy fénypásztákban sejlik fel valami: a Nôtre Dame árnyéktömbje, egy-két beszélgető alak, szerelmespár egy park padján, fáradt arcú virágáros lány az orgonavirágok erdejében, öreg koldusszony batyujával rideg magára hagyottságában vagy az éjjeli újságáros. A párizsi kocsmában fáradtan üldögélő nő egyetlen kézmozdulata sokat mond a világ egyetlen pillanatáról.



Montmartre-i lépcsők

A sok szívvel, művészi intuícióval, az élet bensőséges tolmácsolásával, a fények és árnyékok finom poézisével megkomponált képek a művész embe-riességére, a társadalom legtehetetlenebb elesettjei iránt érzett szolidaritására hívják fel figyelmünket. A fény és az árnyék fogalma a képeiben mélyebb jelentésre tesz szert: csak úgy vonatkozik az emberi lét szélsőséges helyzeteire és szerepeire, mint arra a sajátos költőiségre, amely a rütség, a nyomor, az olcsó gyönyör, a perverzio látványát is beragyogja.

Ugyancsak 1932–1934-re esik „erkölcsei tanulmányainak” megvalósítása.

Megfeszített munkával sikerült elkészítenie azt a fényképsorozatot a párizsi alvilágról, amelyből csak negyven év múltán állíthatta össze a *A harmincas évek Titkos Párizsa* című könyvét. Egyidejűleg Párizsban, Londonban, New Yorkban és Frankfurtban is gyönyörködhetek albumában. 1933-ban ebből a képsorozatból számos „durva” fotót ki kellett hagynia. Prostituáltokról, kábítószer-élvezőkről készült képekre a harmincas évek nagyközönsége még nem volt felkészülve.

Párizs mindennapi életének bemutatása mellett a felső tízezer, valamint az értelmiség és a művészvilág tagjairól is készültek fotói. Munkái között szerepeltek barátai, Salvador Dalí, Pablo Picasso vagy Henri Matisse portréi, megörökítette például Jean Genet és Henri Michaux írókat is. Barátja Henry Miller *„Párizs szemének”* nevezte őt.



La maïne Bijeau

„Számára minden dolognak, de mindnek volt jelentősége. Soha nem bíralt, ítéletet soha nem mondott a dolgokról vagy eseményekről. Egyszerűen csak számot adott arról, amit látott és hallott”, mondta róla Miller.

Ezen időszakáról így számolt be szüleinek: *„Az alvilág és az éjszaka után most inkább a felső világot fotografálok (...) ugyanazzal a passzióval, mert az életnek minden ágaszöge egyformán érdekel, s most már, hogy a napról napra megrögzített képekből lassan kibontakozik az egész, a fény és az árnyék, a főlépcső és a hátsólépcső, az 500 frankos bankett és a pöcegödör, el kell is-*

mernem, hogy úgy látszik, valóban én vagyok »Párizs szeme«.”

Picassóval igen közeli barátságba került, akinek szobrairól a *Minotaur* magazin első számához készített fotókat, majd később is gyakorta fényképezte munkáit, műtermét. Picasso révén ismerkedett meg a párizsi művészvilág elitjével, amelynek rövidesen ő is tagja lett. 1933-ban rendezte első kiállítását Londonban, de neve a tengerentúlon is jól csengett. A rochesteri George Eastman házban, a chicagói Művészeti Intézetben, valamint a New York-i Modern Művészetek múzeumában tartott önálló előadásokat a fényképezés fortélyairól. A harmincas években már világhírű Brassai olyan neves magazinoknak készíthetett képeket, mint a *Verve*, *Picture Post*, *Lilliput*, *Coronet*, *Labyrinthe*, *Réalités*, *Plaisirs de France* és a *Harper's Bazaar*. Utóbbinak 1937-től 25 évig dolgozott, teljes alkotói szabadságban, önálló témaválasztással.

1984-ben bekövetkezett haláláig számos kiállításon mutatták be fotómunkáit, utolsó évtizedeiben már világhírű művészként ünnepelték, és számos díjjal jutalmazták: így például 1957-ben aranyérmeket kapott a Velencei Biennálén, 1974-ben a művészet és irodalom lovagja ranggal, 1976-ban a francia Becsületrenddel tüntették ki, 1978-ban pedig a nemzeti fotografiai nagydíjat kapja meg. P. H. Emersontól utolsóként vehette át személyesen a róla elnevezett díjat. Bármennyire érdekes és megkapó is az, amit Brassai a képzőművészet más területein alkotott, kétségtelen, hogy fényképezési életművét kell legfontosabb alkotói teljesítményének tekinteni. Fényképei maradéktalanul kifejezik tehetségét, egészükben

pedig a XX. század legjelesebb képzőművészeti vállalkozásai közé sorolhatók. A fényképezés terén elért sikereinek az a titka, hogy *„...nem fényképezésként lett művész, hanem művészként választotta a fényképezetet.”* Brassai teljesítménye azért eredeti, mert személyes kihívásból született: bizonyítani, hogy a fényképezés a pusztán valóságáhségnél többre, művészi világteremtésre is alkalmas.

Rajzai között seregszámú remekmű van, amelyek az 1946-ban megjelentetett albumában *Trente dessins* címmel kerültek a nagyközönség elé. Bizonyára ezeket a rajzokat láthatta 1940-ben



Szerelmespár a padon

Picasso, amikor a következő szavakkal nyugtázta a látottakat: *„Maga rajzolóknak született... Miért nem folytatja? Sóbányával cserélte fel az aranybányáját.”* Picasso eme unszolására kezdett el újra rajzolni. Amikor 1944 májusában bemutatta az újabb, a megszállás éve alatt készített rajzait, Picasso dicsérete akkor sem maradt el: *„Ezek még jobban tetszenek, mint a fiatalkori rajzai. Semmi okom rá, hogy hízelegjek magának, vagy áltassam. Kiállítást kellene rendeznie. Mi értelme annak, hogy rejtegeti a dolgait? Meg kell mutatni, el kell adni őket...Komolyan, nem értem magát. Van tehetsége, és nem él vele.*



Picasso

Lehetetlen, érte, lehetetlen, hogy a fényképezés teljesen kielégítse.” A Picasso említette aranybányáról a New York Times kritikusa, A. D. Coleman így vélekedett: *„Ha művészetről mondott ítéletet, Picasso ritkán tévedett, Brassaival*

kapcsolatban mégis melléfogott, amikor azt mondta neki: *aranybánya van a birtokában, és beéri egy sóbányával.* 1952-ben megjelent *Brassai* című kötete az ifjúkori sorozat mellett szobrainak fényképeit is közli. Brassai zsenialitását bizonyítja, hogy a három művészet — fotó, grafika, plasztika — mindegyikének saját nyelvét beszéli, mindegyikben mások a mondanivalói és mások a kifejezés eszközei is, de az egész mégis, természetesen, egy egyéni alkotó szellemi egységbe kondenzálódik, megvalósítva így a képzőművészeti kultúra egységét.

Brassai – az író



Picasso műterme

A fotóművészet mellett íróként is sikeres volt. A Brassói Lapok újságíróigazolványával érkezett Berlinbe, majd Párizsba. Az újságírás kijáratá vele a villámgyors tájékozódás és a tömörség iskoláját. Magyar nyelvű cikkeket küldött az elcsatolt területek magyar lapjainak. Cikkeit, beszámolóit a Brassói Lapok, a Napkelet, a Keleti Újság és a Periszkop közölte. Újságíró volt a javából. Erről tanuskodik Szentimrei Jenő a Napkelet első esztendejéről szóló beszámolójában. A lap fő érdemének tekinti, „hogy egészen új neveket hozott, izmos, tehetséges fiatalokat, akiknek legtöbbje egyre komolyabb és komolyabb értéket termel ki magából”. Balázs Ferenc, Becski Andor, Finta Zoltán mellett a verselgető-írogató, de már a képzőművészettel eljegyzett Halász Gyulát említi meg. 1943-ban *Bistro Tabak* címen



A Trente dessins sorozatban megjelent rajza

könyvet írt a megszállt Párizs életéről, a háború visszasságairól. Nagy sikert aratott franciául 12 kiadásban, magyarul *Beszélgetések Picassóval* címen 1968-ban megjelent könyvével. A mű egy harmincéves barátság tapasztalatáról, Picassóról és a párizsi művészeti élet sok más jelentős egyéniségéről emlékezik meg. A könyv Picassóval és a párizsi művészvilág jeles egyéniségeivel folytatott közös beszélgetéseik, beszélgetésmorzsáik, visszaemlékezéseik, közös történeteik gyűjteménye. 1948-ban, már ismert névként nem volt nehéz megjelentetnie első regényét sem *Histoire de Marie* címen, amelyhez barátja, Henry Miller írt előszót. Különösen lebilincselő a szüleihez írott levelek gyűjteménye (Berlini levelek, Párizsi levelek). 1980-ban a Kriterion Könyvkiadó jelentett meg válogatást ezen levelekből *Előhívás* címmel. Tudósításaiban varázsos eredetiséggel ötvöződik a gyermeki őszinteség és felelősségtudat, a családi közvetlenség és a küzdelem a vállalt szereppel való azonosulásban. Leginkább megragadó az, ahogyan ennek az azonosulásnak a válságairól, buktatóiról és a kísértések leküzdéséről tudósítanak. A levélsorozatot regényszerűnek, inkább esszyszerűnek érezzük, melynek igazi főszereplője a művészet és a művész maga, valamint fő kérdése a „*lenni vagy nem lenni*”. Brassai patetikusan önmaga keresése mögött fény derül az egész korszak európai művészetének a kérdéskörére. Van-e kiút ab-

ból a dilemmából, amely a tehetséget arra kényszeríti, hogy vagy áruvá váló művészi tárgyat gyártson, vagy az ipari civilizáció futószalagján névtelen szerzője legyen a szépség mindennapi formáinak. A levelek hiteles tolmácsolói annak, hogy miként kutatja Brassai a művészet és a művészi lét új lehetőségeit. Művészetről szóló vallomását Illyés Gyula jegyezte le: „...a művész dolga nem a valóság: hanem a valóság kifejezése. Mivel az ábrázolni való teljességgel utánozhatatlan, a földadat csak az, hogy lényegét és mondanóját le tudjuk fordítani valami közös nyelvre... A folyó világot



Az idő múlásának bizonyítékai

szilárd partok közé kellett terelnem. Az elfolyó életet mozdíthatatlan formában akartam ábrázolni. Akkor is amikor fényképeztem, akkor is amikor ismét írni kezdtem. Így már érthető, hogy miért választotta művészként a fényképezést.

Brassai – a falfirók gyűjtője

Sokoldalú egyéniség, a graffitinek, a falra karcolt és írt képeknek, szavaknak, mondatoknak, a párizsi utca folk-

lójának felfedezője. 1932-ben kezdett el érdeklődni a párizsi házfalakra rögzített falfirkák iránt. Nem volt ez divat abban az időben. A képekkel kezdetben nem volt különösebb célja, csak művész barátai gyűjtötték. Tíz évvel később ismét ellátogatott a régi helyszínekre, és újra lefotózta az egyszerű már megörökített graffitiket, hogy ily módon rögzítse az idő múlásának lenyomatait. A graffitifotók sokáig heverték az asztalfiókban, s bár barátai – Picasso, Miro, Prévert, – nagyra tartották azokat, nyomtatásban csak 1960-ban jelentek meg, fotóalbumként láttak napvilágot. Nagy visszhangot keltett a New York-i Modern Művészetek Múzeumában megrendezett Graffiti című kiállítása, amely a művész sokrétű érdeklődésének bizonyítéka.

Graffitifelvételeinek gyűjteményét Leonardo da Vinci szavaival vezette be: „...úgy tettem, mint a szegény ember, aki utolsónak érkezik a vásárba, és megveszi a másoktól megnézett és lenézett árut.”

Azt, amit Brassai tett magáévá és mindenkivé, sokan látták, de kevesen nézték meg igazából, kevesen álltak meg előtte a felfedezés borzongató örömeivel. Olykor a fal szebb a képnél, amit ráagatnak. Ha nem is szebb, de mindenesetre őszintébb, természetesebb, akár csak a ráhulló eső, por, füst, vagy akár azok a spontán indulatú névtelen alkotók, akik rajta hagyják politikai vagy szerelmi szenvedélyük, keserűségük vagy játékoságuk nyomát. Minden nemzedék otthagyja a járdán, a porban és a falakon világot felfedező izgal-



Picasso

manak és spontán állásfoglalás-kényszerének tanulságát. A naiv pátosz és a kezdetleges technika, amely a nagyváros graffitigyűjteményeit jellemzi, felidéz valamit az emberiség gyermekko-

rából. Maga a műfaj ősinek tekinthető. Megteremtője az az altamirai barlanglakó, aki kőbaltájával bölényeket karcolt szállásának falára.

François Maurois, a graffitialbumot méltatva a következőket mondta: „Brassai nem talál ki, nem képzel el semmit, nem alkot: ismeretlen mikrokozmoszok felfedezője ő.” Ő csak megtalál valamit, amihez hozzáadja saját egyéniségét, gondolatát, érzését, állásfoglalását. Elsősorban graffitifelvételeiben érvényesül művészre valló szelektáló képessége, amely a hétköznapiiban meglátja a rendkívülit. A látás pedig abban a pillanatban láttatássá válik, amint el-kattan a gép. A művész személyes állásfoglalását közvetítve, a szemlélőt is kiragadja a passzivitásból, a tevékeny művelvés örömeivel gazdagítja. Nem csupán arról van szó, hogy ismert látványokat kell a nézőnek a felvétel hatására új összefüggésrendszerbe illeszteni, hanem egy merőben új világ felfedezésében kell képzeletét, kombináló készségét, társadalmi és lélektani ismereteit mozgósítva a művész társaul szegődni. Kezünkbe adja ugyan a kulcsot, de a rejtvényt magát nekünk, nézőknek kell megfejtenünk.

Brassai nemcsak fényképezte a graffitiket, hanem tanulmányozta is „a fal nyelvét” és annak jelentőségét: „A fal a kifejezés nagy változatosságát suggerálja, és ha önmagában véve nem is művészi alkotás, megoldásokat sugalmaz. Megfigyeltem, hogy a fal más technikát követel, mint a papír, a falon a lényeg azonosulása a művészi kifejezéssel másként valósul meg, ez esetben nem a szem a döntő, hanem a nézés. A falon a kifejezés fő eszköze a lyuk. A gyermek a papírosra kört rajzol, a falra ellenben lyukat vés.”

Brassai – a szobrász

1961-ben felhagyott a fényképezéssel, és szobrokat kezdett készíteni kőből és bronzból. A Pireneusokban talált, lekerekített formájú kavicsokban talált ihletet. Készítettek róla kögyűjtés közben fényképet, amint hason fekvé, kezében kő és kés, mintha krumplit hámozna. Műtermében kerek, hasas, mindenféle formájú kövek voltak, amiket Picasso receptje szerint legtökéletesebben tartósító fakó por takart. Brassai csiszolásában, s csak a nélkülözhetetlen faragással, véséssel, a legfukarabb eszközökkel teremtett, vízözön előtti kavicsokból életre kelnek női alakjai. Csupa feminin kerekesség, formai szelidesség a nőiesség domborulataival és lágy hajlataival, mintha a kő keménységének feleselnének vissza.

Ezek a faragott és csiszolt, bőrnél simább női „galeit”-k, kavicsok valóságos kőbe álmódott szépségek, a patak, a tenger természetiségétől elrablott szépségek. Legszebbek a kisebb és szépen érezett fehér kövekből készült női torzók. Ezek a szobrok szép nyakban végződnek, de lehetetlen nem odaképzelnéni a különböző ívelésben elhelyezkedő női alakoknak a fejét. Lehet, a művész is így képzelte, és érezte, hogy fölösleges részletelés lett volna befejezni a szobrot.

Halász Gyula egyéb tevékenységi területei

A háború után új műfajjal ismerkedik, díszletet és fotódíszletet tervezett különböző szindarabokhoz. Ő tervezte Jacques Prévert szövegkönyve és az ugyancsak magyar Joseph Kozma zenéje nyomán készült *Le Rendez-vous* című balett díszleteit.

1956-ban a vincennes-i állatkertben forgatta *Amíg lesznek állatok* című filmjét, amely Cannes-ban elnyerte a legeredetibb filmnek járó díjat.

1965-ben tanúságát adja, hogy nem hálátlan, nem felejt. Az 1938-ban elhunyt festőbarát, Tihanyi Lajos hagyatékát Bölöni Györggyel és Jacques de Fregonnière-rel összegyűjtik és átadják a magyar államnak.

A párizsi UNESCO-székházban egy 7×3 méteres falfreskót fest feleségével, Gilberte-tel.

1984. július 8-án hunyt el a dél-franciaországi Beaulieu-sur-Merben. Nyughelye a párizsi Montparnasse temetőben található. Sokoldalú művész volt. Valóban az, mégis szerteágazó tevékenysége egybefogható: az élet titkait kívánja megfejteni a számára kínáló eszközökkel. De lássuk, hogy



Női torzó: Éva

élete alkonyán hogyan látta pályájának alakulását: „A sors azzal áldott vagy inkább vert meg, hogy több, mondhatni egyenértékű hajlamot éreztem magamban, és ezek mindegyike követelte

a maga jussát. De ki tudná eldönteni, közülük melyikben rejlik termékeny ígéret? Hajlamaim szüntelen harca állandó idegfeszültség és gyötrellem forrása volt. Az a veszély fenyegetett, hogy eltvedek tulajdon képességeim érdekében. Ugyanakkor egész életemben elutasítottam azt, hogy egyik tehetségemet a másik rovására részesítsem előnyben. Röviden: mindig is gyűlöletes volt előttem a szakosodás, civilizációknak egyik követelménye – és csapása. Szemmel látható, hogy a XVII. századi embereszmény lebegett előttem, illetve a reneszánsz nagy alakjainak példája, akiknek megadatott a csodálatos összhang, hogy

az életben és a művészetben teret nyissanak valamennyi képességüknek”.

Jól jellemezte őt Henry Miller, amikor azt írta, hogy „Brassaï azzal a képességgel rendelkezik, amelyet annyi művész irigyel tőle: normális látásmóddal. Nincs szüksége arra, hogy deformálja vagy formátlanítsa a dolgokat, miként nem érzi annak a szükségét sem, hogy hazudjon vagy prédikáljon. A világ élő rendjén egy fikarcnyit sem változtat. Olyannak látja a világot, amilyen, és milyen kevés a normális látású ember. Amin megakad a tekintete, az értéket és értelmet nyer; olyan értéket és értelmet, melyet addig nem vettek észre, vagy pedig elvesztettek... Brassaï voltaképpen eleven szem.”

Irodalom

- Brassaï Gyula (1980): Előhívás, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest
 Szilágyi Júlia (1962): „Párizs szeme” – Brassaï, Korunk, 1962/12, 1485–1486. o.
 Kovács János (1968): Párizsi látogatás Brassaïnál, Korunk, 1968/3, 402–405. o.
 Méliusz József (1972): Brassaïval öttől nyolcig, Korunk, 1972/4, 570–576. o.

Az írás a Kultúra egysége kategóriába beérkezett dolgozat.

A Kun-Fehér-tó

MOLNÁR BENCE

Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola, Baja

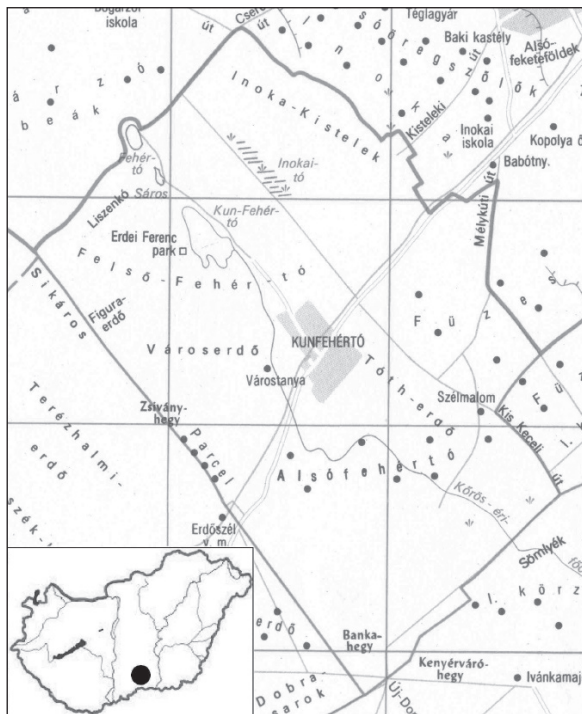
Szülőhelyem közigazgatási területén található egy mára már kicsinek számító, amelyet régen Fehér-tónak, a mostanában kiadott térképeken pedig Kun-Fehér-tónak neveznek. Jelenléte fontos szerepet játszik a Kunfehértó településen élők mindennapjaiban: nemcsak remek kikapcsolódást biztosít a parkosított partszakaszain pihenni vágyóknak és a nyaranta vízében hűsölést keresőknek, hanem egy leválasztott, de csatornával a fő tóval továbbra is kapcsolatban lévő része még a horgászás és a halfogó versenyek kedvelőinek is helyszínt biztosít halállományával. Emellett az itt megrendezett nyári Holdruta- és Grill-fesztiválokat a helyieken túl a közeli és távolabbi vidékeken élők is látogatják. Munkámban ezt a tavat kívánom bemutatni.

Egy kis településtörténet

A táj a Duna–Tisza közének déli részén fekvő Kiskunhalas és Jánoshalma között nagyjából félúton, mindkettőtől 11–12 kilométer távolságra fekszik (1. ábra). Állandó lakosainak száma mintegy 2100, a település lélekszáma nyaranta a 800 ingatlanból álló üdülőfalu tulajdonosaival, családtagjaikkal és mellettük további vendégekkel gyarapszik. A vonzerő a tiszta és kellemes vízű tófürdőnek, továbbá a klímának köszönhető leginkább. A község belső részeit gondosan ápoltt utcák, hangulatos parkok, külterületét pedig tanyák jellemzik. A 2. világháború előtt jellemzően körülöttük feküdtek a tanyatulajdonosok földjei, akik közül számosan nem itt, hanem Kiskunhalason laktak.

Gyakran birtokukat kiadták árendába, tehát a tanyákon leginkább a bérlők, a napszámosok, a cselédek és a részesmunkások éltek.

Kunfehértó önálló története az 1952-es községgé válással kezdődött, korábban Kiskunhalas pusztájaként tartották nyilván.



1. ábra. A Kun-Fehér-tó elhelyezkedése Magyarországon. Az 1980-as állapotokat bemutató térképen jól látható, hogy a környező víztestek közül ez a legnagyobb vízfelületű

A 2. világháborút követő átalakulások új irányt szabtak a vidék fejlődés-

nek. Kunfehértó önálló története az 1952-es községgé válással kezdődött, korábban Kiskunhalas pusztájaként tartották nyilván. De a korábbi időszak is fontos szerepet játszott a hely történetében: számos érdekes és értékes régészeti lelet és történelmi dokumentum maradt fenn, amelyek zöme a jánoshalmi és a kiskunhalasi múzeumba került, ott tekinthetők meg.

1950-ben a község helyén még pusztta volt: szántóföld és legelő. A jelenlegi faluközpont területén az Állami Gazdaság, a vasútállomás és a Kertészképző Iskola épületei álltak (utóbbi ma gyermekotthonként működik). A felsoroltaknak helyet adó építmények 1940–41-ben készültek és ugyanez igaz az Iskola utca dombján épült kis házra is (eredetileg egy tanya volt, majd átalakították cselédlakássá). Az első háznak helyet adó telkeket 1950-ben mérték ki, majd a következő évben megtörtént a névadás. Kezdetben Bácsfehértónak nevezték el, ezt azonban 1952 áprilisában visszavonták: az új név Kunfehértó lett. Legelsőnek a tanácsháza és titkári lakás, majd hamarosan körülbelül 180 ház és



7. ábra. A parti részt leginkább a nád uralja

dik a nádszálakra. Sekélyebb és még szél idején sem hullámzó, nádszálak közötti részeken megtalálhatjuk a békalencsét és a zöldmoszatokat (utóbbit a helyiek egyszerűen csak békanyálként említik). A nádas részek víz felőli oldalán gyakoriak a hínárok.

A hínárnövények a víz felszínén úszó és gyökérrel az aljzathoz rögzült vagy lebegő növények. Előbbiek legszebb itteni képviselője a fehér tündérrózsa (8. ábra), amelyről Tompa Mihály *A vízi liliom* cí-



8. ábra. A tündérrózsa júniustól szeptemberig nyíló virágainak átmérője eléri a 8–15 centimétert

mű virágregéjében az alábbiakat olvashatjuk:

„... *S amint észrevette azt a tó tündére:
Levarázsolta őt a tó fenekére;
Erősen a földbe gyökerezett lába...
Ah, nincs visszatérés elhagyott honába!
Tündődött... sohajtott... s ha vissza nem térhet:
Legalább hogy lássa hívét s a vidéket,
Vizi liliommá változott, - s ekképen
Emelkedett ki a habokból fehéren. ...*”

A napjainkban leginkább fehér tündérrózsa néven ismert növény a Tompa leírta le-

10. ábra. Szépen parkosított strandrészlet



gendával ellentétben virágját – védeve gyorsan romló virágporát a harmattól és a páratól – este összezárja, és éjszakára a vízfelszín alá merül. A reggeli nap sugarai csalják ismét elő, majd keleti irányba fordulva kinyílik és a továbbiakban követi a Nap pályáját.

A tó körül a területhasználat különböző módjaitól függően rét, park és erdős részek változnak. A strand melletti, gondosan nyírt és ápolt gyeprészt különböző fajtájú, az itt felüdülést-pihenést keresőknek megfelelő árnyékot biztosító fák tarkítják. Más, kevésbé használatot látogatott partrészekben a cserjék, a fűzfák és a nyárfák szinte a vízig érnek. A tónál élő fűzfákra jellemző: zárt állásban törzsük egyenes, szabad állásban rövid, gyakran elhajló. Ágaik vékonyak, messze terjednek, végük lelógó. Kérgük fiatal korukban sima, zöldesszürke, idősebb korban szürkésbarna, mélyen repedezett és vastag.

A tó és környezetének állatvilága

A tó partján napközben az emberek élvezik a strandot, de estefelé előmerészkednek a kisebb élőlények. Például a keleti sütnyíl táplálékot kereső példányainak terített asztal a hely: rovarokat, gilisztákat stb. keresnek (9. ábra). A tó környékén számos fa található, amelyek terméseikkel remek élőhelyet biztosítanak a mókásoknak (10. ábra). A part mentén sokszor lehet hallani a víznek a partról beugráló békák által keltett csobbanását. Mellettük a teknősbéka-knak is remek élőhelyet biztosít a tó: napközben a kövek tetején sülkereznek, éjszaka pedig a nádas menedékében keresnek táplálékot.

A víz tökéletes környezetet teremt a hullóknak is. Többször találkoztam már a tó vízének tetején úszó vagy a part mentén kisebb rágszálóra, békára vadászó vízisiklóval. A Kun-Fehér-tóba rendszeresen telepítenek halakat – főleg pontyokat – a horgászok elmondása szerint mellettük fogtak már amurt, kárász, keszeget, harcsát és törpeharcsát is. A harcsák láthatóan jól érzik magukat a tóban, hiszen közülük az eddig kifogott legnagyobb példány tömege 37 kilogramm, hossza pedig 146 cm volt (2007-ben fogták). A halakon kívül a vízben a rákok is vannak.

A madarak közül leglátványosabb a két évvel ezelőtt ide költözött haty-tyúcsalád (11. ábra), amely védi területét, és az itt élő emberek környezetetésének köszönhetően jól érzi magát. A pár idén négy utódot nevelt, szívesen jártak ki etetni őket a kunfehértói emberek. A kisebb madaraknak kihelyezett madáretetőkben állandóan találnak élelmet az arra re-

pülő madarak: cinegék, csuszkák, verebek stb. A tó sekélyebb részén lehet látni fehér gólyákat: ők a vízben keresnek táplálékot maguknak.

Összegzés

A Kun-Fehér-tó a róla elnevezett falu különlegessége, és büszke vagyok arra, hogy itt élhetek. A tavat és környezetét kikapcsolódást és pihenést keresve egyre több ember keresi fel, a folyamatot a település vezetése segíti. Ugyanakkor az elmúlt évtizedek nem várt környezeti változásai a víztest és -használat



9. ábra. A strandon táplálékot kereső keleti sütnyíl



11. ábra. A hatyútojó fiókaival az egyik stéghez közeledve (a háttérben a vadabb, távolságtartóbb hím)

megóvása érdekében beavatkozásokat tettek szükségessé. Ezek eredményképpen alakult ki a napjainkra jellemző kép, amely a várható jövőbeni munkálatoknak köszönhetően megőrződik az utóknak. Mindezek mellett az állandó lakosoknak, az itt üdülőépülettel rendelkezőknek és az ide látogatóknak a megőrzés érdekében fokozottan óvniuk kell a Kun-Fehér-tó értékeit.

Az írás az Önálló kutatások, elméleti összességek kategóriába érkezett dolgozat.

Irodalom

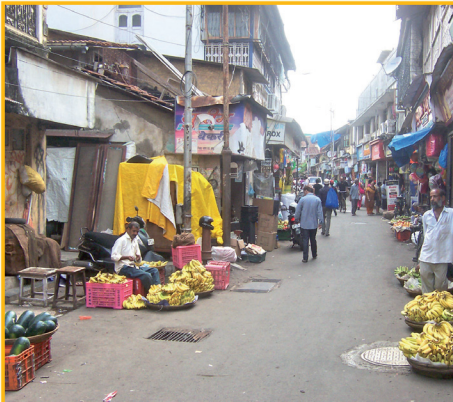
- Borovszky Samu (szerk.): Magyarország vármegyéi és városai. Pest-Pilis-Solt-Kiskun vármegye II. Budapest, é.n.
Földi Ervin (szerk.) (1980): Magyarország földrajzinév-tára II. Bács-Kiskun megye.
Kovács Erzsébet (szerk.) (1992): Kunfehértó a régmúlt idők tükrében

A Nemzetközi Fizikai Diákolimpia helyszíne, az indiai Mumbai



Az India Kapu

Kanhari barlangok



A piac utca



A belváros



A Chhatrapati Shivaji pályaudvar



A dobozváros



Mosoda

A várost elkerülő híd a tengeren



Életkép



Megjelenik a Természet Világa új különszáma!

A FÉNY ÉVE – 2015

Az Európai Fizikai Társulat (EPS) kezdeményezésére 2015. év *A Fény Nemzetközi Éve* volt. A világeseményné váló kezdeményezéshez Magyarország is csatlakozott.

A fényvel kapcsolatos hazai események, programok kidolgozására, szervezésére a Magyar Tudományos Akadémia 26 fős Programbizottságot kért fel, amelynek elnöke *Kroó Norbert* akadémikus, elnöki tanácsadó. Kroó professzor mondja a vele készített interjúban: „*A Fény Évét ürügynek, eszköznek kell tekinteniünk ahhoz, hogy a széles nagyközönség, elsősorban a fiatalok figyelmét ráirányítsuk a tudományra, azon belül elsősorban a fizikára... Hangsúlyt adjunk olyan dolgoknak, melyeket az egész társadalom számára fontosnak tartunk, amik a természettudományhoz is kötődnek.*”

A tervezett programok között ajánlott kiadványként szerepel a *Természet Világa* tudományos ismeretterjesztő folyóirat tematikus *Különszáma*, amely a fénynek a természettudományokban és az élet számos területén betöltött, kiemelkedően fontos szerepét mutatja be.

A fény szerepének sokoldalú megvilágításakor fontos tudományos kérdések kerülnek boncaszitalra, és az is, hogy milyen eredményeket értek el a magyar kutatók ezen kérdések megválaszolása során. A közérthetően megírt cikkek ezeket az eredményeket eljuttathatják az olvasókhhoz, fontos missziót teljesítve ezzel. A *Természet Világa Fény Éve* különszáma országos terjesztési hálózatba kerül, november végétől minden érdeklődő számára elérhetővé válik.

A különszám tartalma

„Aki a múltját nem becsüli, az a jövőt sem érdemli meg.”
Beszélgetés **Kroó Norbert** akadémikussal, a Fény Éve magyarországi Programbizottság elnökével
(**Both Előd** interjúja)

Both Előd: Évfordulók

A fény Nobel-díjasai

Abonyi Iván: I. A fénysugárzás modern elméletének kialakulása a fizikai Nobel-díjak tükrében

Radnai Gyula: II. Fénylő évek, nevek, események az orvosi, fizikai, kémiai Nobel-díjak történetében

Pécz Béla: Legyen világosság! – mondta a Nobel-díj Bizottság. A 2014. év Nobel-díjasai

Patkós András: Létezik-e anyag fény nélkül?
Kutatás a fénytelen anyag után

Solt György: Az első fény



Kiss L. László: A számokká alakított fény.
Digitális égboltfelmérések

Kolláth Zoltán: Történetek a fényszennyezésről

Farkas Győző: Hogyan készül és mire jó az ultrarövid fényimpulzus?

Fényreszabott méter. Beszélgetés **Bay Zoltánnal** (**Staar Gyula** interjúja)

Schiller Róbert: Napfényből hidrogén

Kajtár Márton: Miért piros a paprika? (**Tomasz Jenő** előszavával)

Horváth Ottó–Szabóné Bárdos Erzsébet–Fodor Lajos:
A fotokémia környezetünkben és környezetünkért

Lente Gábor: „...és lön világosság.” Fényt kibocsátó kémiai reakciók a világító rudaktól a szentjánosbogarakig

Horváth Gábor: A fénysarkítás dicsérete. Látás poláros fényvel

Szabad János: Fény, belső óra és napi ritmus

Kozma-Bognár László: A növényi cirkadián óra

Andrásfalvy Bertalan: Világító pipettahegy

Csáji Attila: A fényművészetről a Fény Évében