

Természet Világa

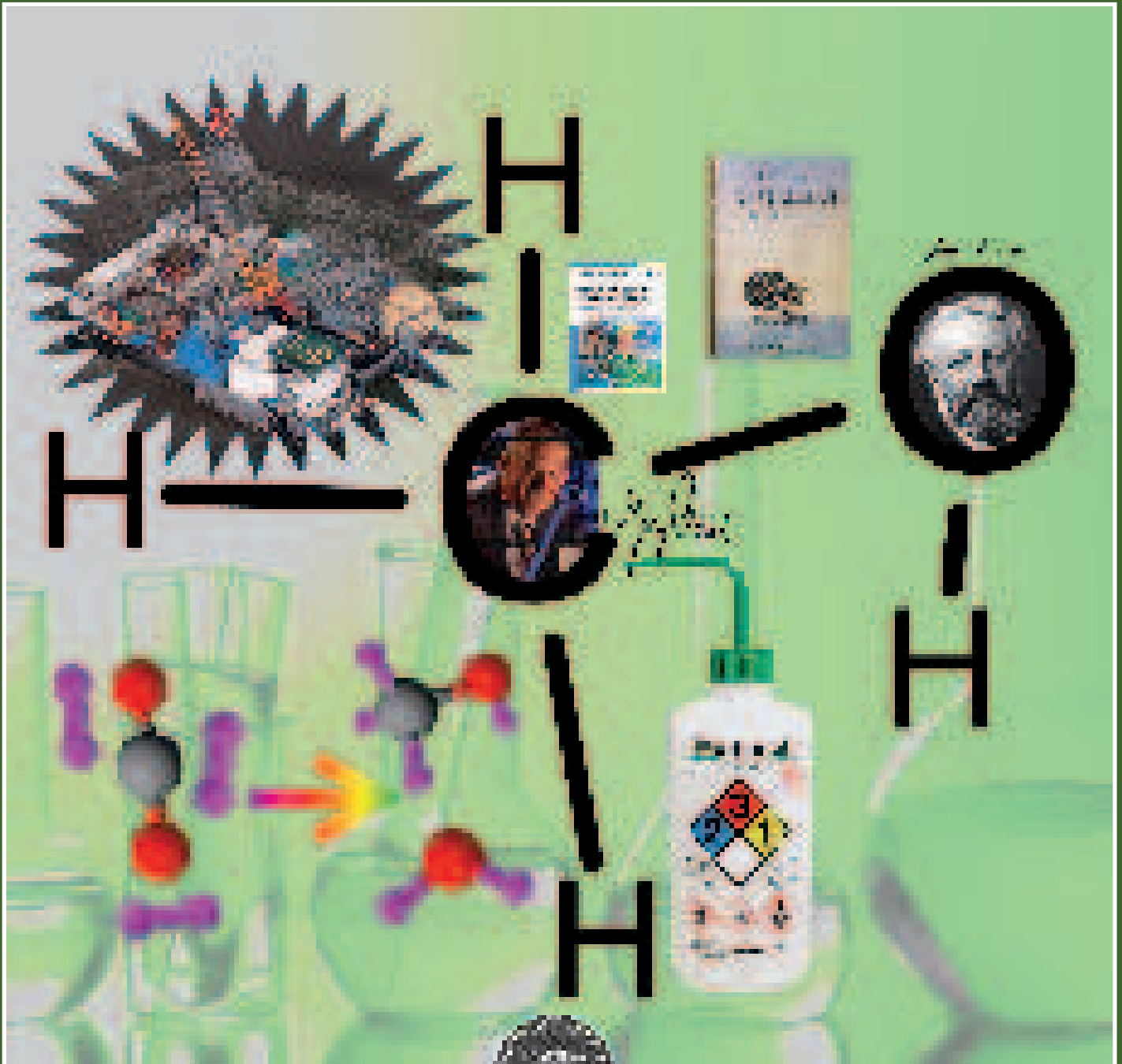
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY -

145. évf. 4. sz.

- 2014. ÁPRILIS

ÁRA: 650 Ft

Előfizetőknek: 540 Ft



- METANOLGAZDA(G)SÁG
- ÖRVÉNYPÖFFÖK-TURBULENCIA
- HERMAN OTTÓ, A PÉLDAKÉP

- A SÁVOS VASÉRC
- BOLYGÓVADÁSZAT
- SZÁZ ÉVES A PANAMA-CSATORNA

■ AZ ÉV ISMERETTERJESZTŐ TUDÓSA: PATKÓS ANDRÁS

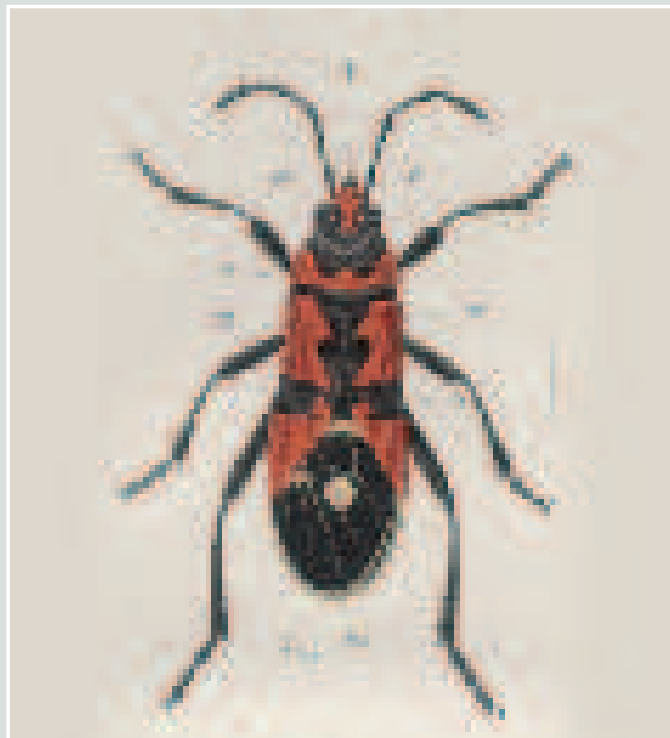


Válogatás Herman Ottó illusztrációiból



Balkáni nőszirm a Természetrzaji Füzetekből

A Természetrzaji Füzetekben Herman Ottó mások írását is illusztrálta (itt Horváth Gézáét)



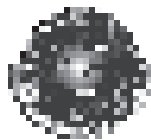
Lovagbodobács rajza Horváth Géza monográfiájához



Lemming és sarki fajd csirkéje. Illusztrációk Az északi madárhegyek tájáról című olvsmányos Herman Ottó útikönyvből



Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI
TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
145. ÉVFOLYAMA



2014. 4. sz. ÁPRILIS
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi-díjas folyóirat



Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala,
az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok
(OTKA, PUB-I 111 142) támogatásával.
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

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

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomtatás:
Infopress Group Hungary Zrt.

Felelős vezető:
Lakatos Imre
vezérigazgató

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8995
e-mail: eltud@eletestudomany.hu
Előfizethető:
Magyar Posta Zrt. Hírlap üzletág
06-80-444-444
hirlapelofizetes@posta.hu

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

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

TARTALOM

Tél Tamás: Örvénypöföktől a turbulenciáig. Új kép a turbulencia kialakulásáról csöbéli áramlásokban	146
Lente Gábor: Metenolgazda(g)ság – a jövő energiája?	152
Kovács Zsófia–Pálffy József: A rozsdamentes Föld talányos bányakincse. A sávós vasérc	156
Dálya Gergely–Hanyecz Ottó–Szabó Róbert: Új feladat vár a bolygóvadászra..	161
<i>E számunk szerzői</i>	165
Kiss László: Egy felfedezés története	166
Az Év Ismeretterjesztő Tudósa: Patkós András	167
Patkós András: A tudományos alkotás és hatása	168
Horváth Gábor–Egri Ádám–Herczeg Tamás–Antoni Györgyi–Majer József– Kriszta György: Polarizációs bögölycsapdák. Második rész. Folyadékcsapda	169
Vásárhelyi Tamás: Herman Ottó, a tudománykommunikátor	172
A tudatformálásra épülő megoldásokban hiszek! Lukácsi Béla beszélget Vida Antallal , a Nemzeti Környezetügyi Intézet Természetvédelmi Osztályának vezetőjével	175
<i>HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSEGEK</i>	177
Száz éves a Panama-csatorna (K. A.)	180
Mező Szilveszter: Déri Frigyes természetrajzi gyűjteménye	183
Angelo Osmiro Barreto–Major István: Lampião, a betyárok királya. Legenda és valóság	186
<i>ORVOSSZEMMEL (Matos Lajos rovata)</i>	189
<i>FOLYÓIRATOK</i>	190

Címképünk: Metanolgazdaság (*Lente Gábor* montázs a Metanolgazda(g)ság –
a jövő energiája? című cikkünkhöz)

Borítólaponk második oldalán: Válogatás Herman Ottó illusztrációiból

Borítólaponk harmadik oldalán: Száz éves a Panama-csatorna

Mellékletünk: Szili István: Díjátadó huszonharmadszor. A XXIII. Természet–Tudo-
mány Diákpályázat díjátadó ünnepe. Diákpályázatunk díjnyertes cikkei (Madar Lili
Adrienn és Vadai Alexandra, valamint Kovács Miklós írása)

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

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

Főszerkesztő: STAAR GYULA

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

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Titkárságvezető: LUKÁCS ANNAMÁRIA

TÉL TAMÁS

Örvénypöfföktől a turbulenciáig

Új kép a turbulencia kialakulásáról csőbeli áramlásokban

A folyadékok nagy távolságra történő eljuttatása csövekben történik. Gondoljunk csak a víz-, gáz-, vagy olajvezetésekre, vagy az élőlények érhálózatára. A folyadéktranszport sokkal hatékonyabb, ha az áramlás sima, lamináris, vagyis a póréhagyma héjaihoz hasonló hengeres rétegeken belül közel azonos sebességű (de az egyes rétegekben más és más: a sebesség közepén a legnagyobb, a falnál pedig eltűnik). A belső súrlódásból, a viszkozitásból adódó veszteségek ugyanis ilyenkor a legkisebbek. Az áramlás azonban lehet rendezetlen, örvényekkel teli, ún. turbulens áramlás is. Ebben a vízhozam azonos nyomás mellett jelentősen csökken, hiszen a befektetett energia egy része örvények keltésére fordítódik. Már lassúnak tekinthető áramlá-

si sebességek esetén is megfigyelhető, hogy egészen gyenge külső zavarok az eredetileg lamináris áramlást turbulenssé tehetik. Nagy sebességeknél minden csőbeli áramlást spontán módon turbulensnek várunk.

A hagyományos szemlélet

A csőbeli áramlást először Osborne Reynolds vizsgálta alaposan a XIX. század nyolcvanas éveiben. Állandó nyomáskülönbség hatására vízszintes csőben áramló vízbe óvatosan keskeny festékfonalat fecskendezett a cső közepén (1. ábra). Lamináris

áramlásban a festékfonal jó közelítéssel vízszintesen nyúlik el a cső tengelye mentén. Az áramlás rendezetlenné, turbulenssé válását az jelzi, hogy a festék egy bizonyos távolság megtétele után egyenletesen oszlik el a cső teljes keresztmetszetében.

A Manchesteri Egyetemen végzett alapvető kísérleti megfigyelései összefoglalásaként

1. A Reynolds-szám általános jelentése

A Reynolds-szám általában úgy adható meg, mint egy arány:

$$Re = \frac{\text{a nyugalom eléréshez szükséges idő}}{\text{az áramlás jellegzetes ideje}}$$

Bármely áramlásra alkalmas általános képlete

$$Re = UL/v,$$

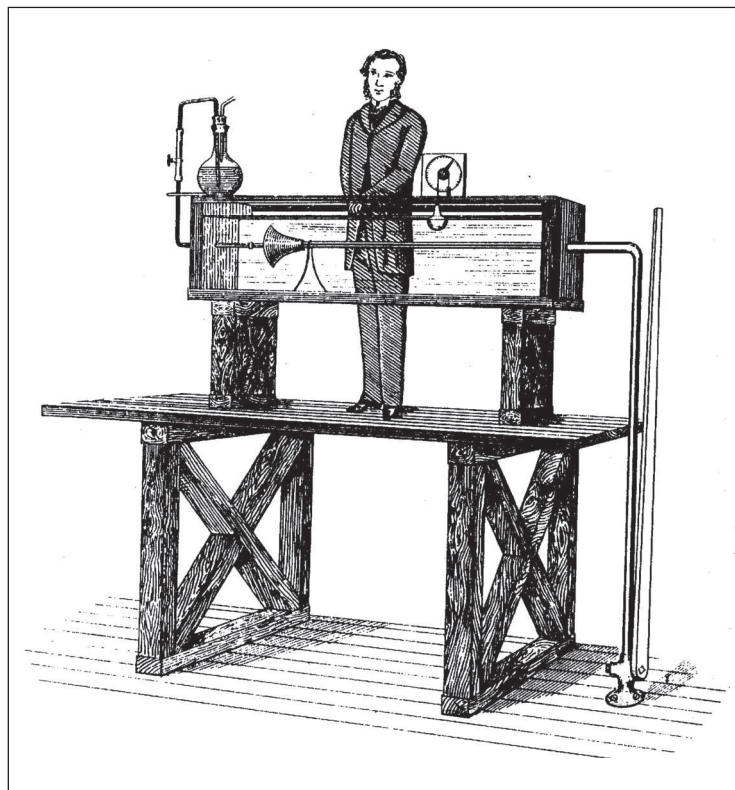
ahol U és L az áramlás jellegzetes sebessége és lineáris mérete, v pedig a folyadék kinematikai viszkozitása, mely táblázatokból kiolvasható. Az áramlásban az L távolság megtételéhez szükséges idő L/U . A belső súrlódás miatt a folyadék megállásához szükséges idő L méretű zavarokban L^2/v . (Ez könnyen megérthető abból, hogy a kinematikai viszkozitás mértékegysége m^2/s , s a távolság ismeretében csakis ez az idő dimenziójú mennyiség képezhető.) Az L^2/v és az L/U mennyiségek hányadosa valóban UL/v . A Reynolds-szám rögzített elrendezésben és adott közegben a sebességgel arányos, úgy is tekinthető, mint az U -nak v/L sebesség-egységben mért értéke. A Reynolds-szám jelentősége abban áll, hogy sok esetben kiderül, ez az egyetlen lényeges paraméter az áramlásban. Ilyenkor minden olyan áramlás, melyben az Re érték azonos, dinamikailag hasonló. Ez azt jelenti, hogy ha egyetlen elrendezésben több Reynolds-szám mellett is mérünk, más, pl. fele akkora, de geometriailag hasonló elrendezésben már felesleges ismét méréseket végeznünk, hiszen ott ugyanazt a viselkedést tapasztalnánk $2U$ sebességgel. Ez a megfontolás jelenti pl. a műszaki repülőgép-modellezés fizikai alapját.

Az az állítás, miszerint a Reynolds-szám az egyetlen lényeges mennyiség, azt is jelenti, hogy vízzel elvégzett kísérletsorozat után nem érdemes más folyadékkal is elvégezni a kísérletet ugyanabban a berendezésben. Ha tejjre gondolnánk alternatívaként, mivel a tej viszkozitása 4,3-szor nagyobb a vízénél, ugyanazt a viselkedést látnánk a tej 4,3-szor nagyobb átlagsebessége esetén, mint a vízzel.

1. ábra. Reynolds kísérleti elrendezése eredeti cikkéből [1]

(http://misclab.umeoce.maine.edu/boss/classes/SMS_491_2003/Week_5.htm).

A berendezés ma is látható a Manchesteri Egyetemen [2].



Forrás	Re_c
Németh [3]	2000–2100
Budó [4]	2320
Landau-Lifsic [5]	1600–1700
Kundu [6]	3000
Lajos [7]	2300
angol nyelvű wikipedia [8]	2300–4000
magyar nyelvű wikipedia [9]	2320

1. táblázat. A kritikus Reynolds-szám értéke különböző források szerint

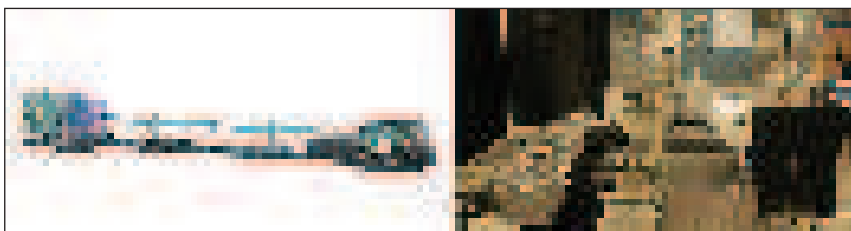
írt 1883-as cikkében Reynolds megfogalmazta, hogy elegendően hosszú csövek esetén az egész probléma szempontjából egyetlen lényeges paraméter létezik, az azóta róla elnevezett Reynolds-szám (**1. blokk**). Ez az

$$Re = U D / \nu \quad (1)$$

összefüggéssel adható meg, ahol U a csőbeli átlagsebesség, D a cső átmérője, és ν a folyadék ún. kinematikai (vagyis egy-egységnyi sűrűsége vonatkoztatott) viszkozitása.

Az a felismerés, hogy az (1) Reynolds-szám az egyetlen lényeges paraméter, azt is jelenti, hogy bármilyen mennyiség, mely a csőbeli áramlással kapcsolatos, *csak* a Reynolds-szám függvénye lehet. Elegendően hosszú cső esetén a cső L_0 hossza nem játszik szerepet.

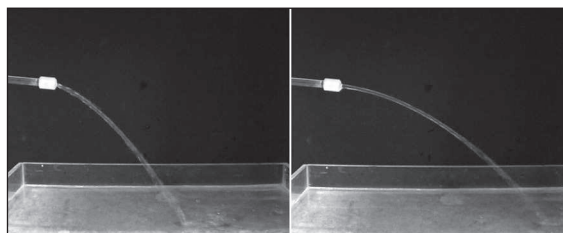
Reynolds kísérletei azt is sugallták, hogy a turbulencia hirtelen jelenik meg, meghozza akkor, ha a Reynolds-szám túllép egy kritikus Re_c értéket. A kísérleteket az azóta eltelt százharminc évben sok



2. ábra. A göttingeni kísérleti összeállítás sematikus ábrája (balra) és a cső (középen) hosszszézeti fényképe. A bal oldali kamerák segítségével a csőbeli sebességeloszlás pontosan mérhető (Alberto de Lozar felvétele). A cső átmérője $D=4\text{mm}$, hossza $L_0=15\text{m}$

helyen megismételték, s a Reynolds által legvalószínűbbnek talált (1900 és 2000 közötti) értéktől és egymástól is jelentősen eltérő kritikus értékeket találtak! Az **1. táblázat** összefoglalja néhány megbízható tankönyv adatait és érdekességként a nagyon divatos wikipédiában jelenleg található számértékeket is idézi.

A táblázatban megfigyelhető nagy eltérések arra utalnak, hogy Reynolds eredeti elképzelése nem lehetett teljes. Ha ugyanis a csőbeli turbulencia kialakulása hirtelen történne, ak-



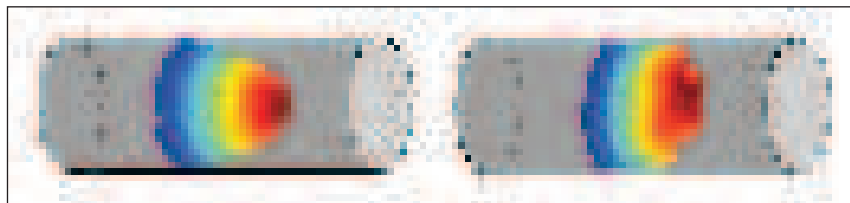
3. ábra. A víz kifolyási távolsága $Re=2500$ esetén egy nagyobb és egy kisebb érték között ingadozik (az ELTE Kármán Laboratórium felvétele)

kor minden kísérletben ugyanazt az Re_c értéket kellene kapni. A jelenség fizikája tehát jóval bonyolultabb, mint ahogy első ránézésre tűnik.

Már Reynolds észrevette, hogy „a cső bemeneténél fellépő zavarok gondos elkerülésével” [6] sokkal nagyobb Reynolds-számokig marad lamináris az áramlás. Később világossá vált az is, hogy a cső falának érdessége is számít, s durvább falú csőben előbb alakul ki a turbulencia.

hozam alapján: $U=0,9\text{ m/s}$. Mivel a 20 fokos víz kinematikai viszkozitása $\nu=10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$, a Reynolds-számra $Re=2500$ -et kapunk. Meglepve tapasztaljuk, hogy anélkül, hogy a tartályt vagy a csövet mozgatnánk, a víz hol távolabbra, hol közelebbre spriccel (**3. ábra**).

A kifolyási sebességek különbözősége arra utal, hogy a csőben egyszerre vannak jelen lamináris és turbulens tar-



4. ábra. A lamináris áramlásra az ún. parabolaprofil jellemző (bal oldali ábra). A sebesség a csővel párhuzamos, közepén a legnagyobb. Eloszlása henger-szimmetrikus (póréhagymaszerűen réteges), a sebesség négyzetesen csökken a tengelytől mért távolsággal a cső faláig, ahol eléri a nulla értéket. Turbulens esetben (jobb oldali ábra) a sebességnek lehet a cső tengelyére merőleges összetevője is. A mért adatok a csővel párhuzamos komponens pillanatnyi értékeit mutatják. Az eloszlás szabálytalan, nem hengerszimmetrikus (Alberto de Lozar ábrái)

tományok, s amikor lamináris tartomány ér a cső végére, akkor nagyobb a kifolyási sebesség.

A lamináris és a turbulens viselkedésre jellemző sebességeloszlás pontosan ki is mérhető a cső keresztmetszete mentén a **2. ábrán** látható berendezésekkel (**4. ábra**).

Az ábra jobb oldalán látott turbulens sebességeloszlások átlagolásával a hengeres szimmetria helyreáll, de kiderül, hogy az átlagolt eloszlás közepén sokkal laposabb, mint a parabolaprofil, és a maximális sebesség, ill. az átlagos sebesség is jóval kisebb. Ez a különbség mutatkozik meg a **3. ábra** spriccelési távolságaiban, összhangban az azzal a már említett állítással, miszerint a turbulens áramlás vízhozama kisebb.

Kísérleti szempontból jelentős előrelépést jelentett az az egyszerű felismerés, hogy a $Re=2000$ körüli Reynolds-számok tartományában jól reprodukálható viselkedés kapható, ha (rögzített, sima falú csőben) az áramlás megzavarása úgy történik, hogy rövid idő alatt adott mennyiségű folyadékot juttatunk kívülről a csőbe egy injekciós tű szerű beren-



5. ábra. Numerikus szimulálásban meghatározott pöffök és cső menti helyzetük egymást követő két időpontban. A színezett tartomány azt jelzi, ahol jelentős a sebességnek a parabola profiltól való eltérése (mértük itt ezért csak kb. 5D-nek tűnik, [10] alapján). A pöffök egyenletesen mozognak a cső mentén

dezással (szemben a régebben használt módszerrel, mely akadályt alkalmazott a cső belsejében).

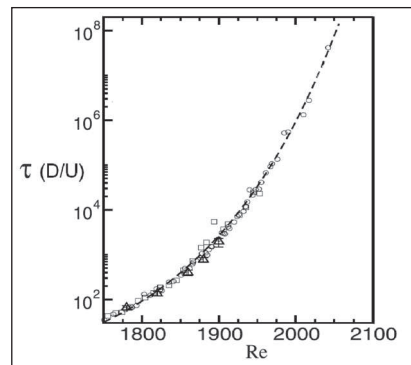
A kísérletek azt mutatják, hogy az 1700 és 2100 közötti Reynolds-szám tartományban az injektálás hatására turbulens viselkedés alakul ki, a turbulencia azonban egyáltalán nem tölti be a csövet. A turbulens viselkedés *örvénycsomagokba*, ún. *pöffökbe* (angolul puff) koncentrálódik (5. ábra). A megfigyelések szerint ebben a tartományban minden injektálás egyetlen pöfföt kelt, vagyis a pöfföket csakis az injektálások hozzák létre. A pöffök sebessége körülbelül megegyezik a csőbeli átlagos U áramlási sebességgel. A mérések szerint egy pöff hossza kb. az átmérő húszszorosa, $20D$.

A jelenség megértéséhez fontos elméleti hozzájárulás volt az a megfigyelés, hogy a lamináris parabola profil (4. ábra bal oldali kép) minden Reynolds-száma stabil [11], vagyis bármilyen kis zavar előbb-utóbb elhal és a parabolaprofil előbb-utóbb helyreáll. A kritikus Reynolds-szám (ha létezik) elérésekor a parabola profilnak megfelelő áramlás tehát nem vesztetheti el stabilitását, ahogy pedig azt korábban hitték. Erre a hitre az adott okot, hogy több ismert átváltási folyamat, mint pl. az áramlás beindulása alulról fűtött folyadék rétegben (az ún. termikus konvekció kialakulása), azzal jár, hogy az eredeti áramlás instabillá válik. A turbulencia csőbeli kialakulása tehát más jellegű, mint amit az áramlástan egyéb jelenségeiben megszokhattunk.

Úgy is fogalmazhatunk, hogy az elmélet szerint a parabolaprofil az *egyetlen* olyan áramlási forma, mely hosszú idő után beállhat, vagyis ez a probléma egyetlen állandósult mozgásformája, attraktora. Ez arra utal, hogy a turbulens pöffök, melyek az áramlás viszonylag jelentős megzavarásával jönnek létre és ezért nem követik a parabolaprofil, véges élettartamúak, hiszen nagyon hosszú idő után a lamináris áramlásnak (a parabolaprofilnak) kell visszaállnia. A pöffbeli turbulencia így elvileg sohasem permanens, s ezért a Reynolds által keresett kritikus Re_c nem létezhet.

Csőbeli turbulencia és tranzien káosz

A turbulencia összetettebb, mint a káosz, hiszen térbeli rendezetlenséget is tartalmaz (a káosz pedig alapértelmezésében időbeli



6. ábra. A pöffök D/U egységekben mért élettartamának függése a Reynolds-számtól. Számos mérés (különböző szimbólumok) eredményeit összesítő grafikon. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a függőleges tengely logaritmikus. ([14,15] alapján)

2. A szuperexponenciális függvény

Vezessünk be egy függvényt, mely a témakörben több összefüggésben is előkerül majd. Legyen $f(x;a;b)$ az x változó szuperexponenciális függvénye, azaz olyan exponenciális függvény, melynek kitevőjében is az exponenciális függvény szerepel

$$f(x;a;b) = e^{ax+b} \tag{I}$$

ahol a és b paraméterek. Az ilyen függvénynek tehát még a logaritmusa is exponenciális ütemben nő, s ezért rajza log-lineáris ábrázolásban is gyorsan emelkedő.

A mérések azt a meglepő eredményt adták (6. ábra, szaggatott vonal), hogy a pöffök élettartama jó közelítéssel szuperexponenciális ütemben nő a Reynolds-számmal:

$$\tau_f(Re) = f(Re; 0,005556; -8,499) = e^{0,005556Re - 8,499}$$

A τ élettartam tehát elvileg egyetlen Reynolds-számnál sem végtelen.

A később tárgyalandó 8. ábra pöff-felhasadási adataira is szuperexponenciális függvény illik legjobban. A pontos eredmény (8. ábra, folytonos görbe)

$$\tau_f(Re) = f(Re; -0,003115; 9,161).$$

Végül a 9. ábrán bemutatott L_t mért turbulens hosszak is szuperexponenciális függvény szerint nőnek:

$$L_t(Re) = f(Re; 0,0035; -7,49).$$

Ezek magyarázatára megjelent az első elmélet is [*]. Az alap gondolat az, hogy akkor hal ki egy pöff, ha a legnagyobb sebességfluktuáció kisebb egy küszöbértéknél. Ez egyfajta extrém esemény, s az *extrém fluktuációk* elmélete alapján már következik a (I) szuperexponenciális függés.

[*] N. Goldenfeld, N. Guttenberg, G. Gioia, Phys. Rev. E 81, 035304(R), 2010

változás (I. Gruiz Márton keretezett írását a *Káosz, környezet, komplexitás* c. különszámunkban), tehát térbeli kiterjedéssel nem rendelkező jelenségekre vonatkozik). A turbulencia véges élettartama miatt azonban érdemes mégis felvetni azt a gondolatot, hogy a turbulencia lecsengése nem hasonló jellegű-e mint a káoszé. A káoszelmé-

let szóhasználatával, a pöffökben megjelenő turbulencia nem olyan jellegű-e, mint a tranzien káosz [12].

Egy pöff meglétét a cső végén, a 3. ábra egyszerű kísérletének szellemében, a spricelési távolságban mutatkozó visszaesés mutatja. Ha ilyen nincs, akkor a pöff elhalt, mielőtt elérte volna a cső végét. A

mérésekből kiderült, hogy a pöffök valóban általában elhalnak.

A gerjesztéseket különböző helyeken végezve, vagy különböző hosszúságú csöveket használva, meghatározható az egyes pöffök t élettartama adott Reynolds-szám mellett. Sok-sok mérésből az is kiolvasható, hogy mi a $P(t)$ valószínűsége annak, hogy egy pöff legalább t ideig él.

Az eredmények kivétel nélkül azt mutatták, hogy a valószínűségeloszlás eleendően nagy időkre exponenciálisan cseng le

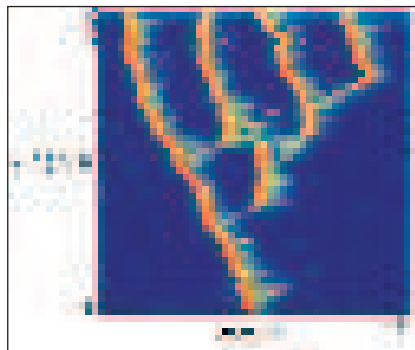
$$P(t) \sim e^{-kt} = e^{-t/\tau} \quad (2)$$

Az élettartamok (jelen esetben a turbulens élettartamok) *ugyanazon* eloszlását kapjuk tehát, mint tranziens káoszban [13] (l. Gruiz Márton írását és benne a Szökési ráta blokkot). A κ mennyiség neve szökési ráta, annak τ reciprokát pedig a káosz átlagos időbeli hosszának tekinthetjük, a turbulencia összefüggésében a pöffök *átlagos élettartamának*.

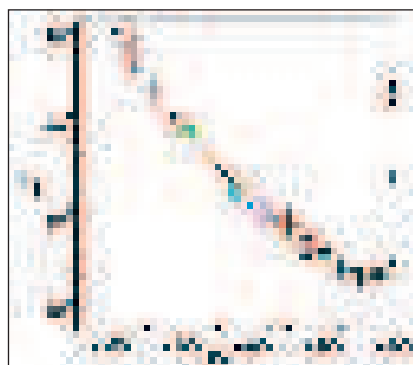
A turbulenciával kapcsolatos mérésekben az időt D/U egységekben szokás mérni. A Reynolds-szám kapcsán említettük, hogy sima falú csövekben minden lényeges mennyiség, így ez a dimenziótlán τ élettartam is csak a Reynolds-számtól függhet. A kérdés tehát az, milyen jellegű ez a függés, hogyan néz ki a mért $\tau(Re)$ függvény. Természetesen azt várjuk, τ nőni fog az áramlás sebességével és így a Reynolds-számmal. Ez a növekedés azonban a vártnál is jóval gyorsabbnak bizonyult (6. ábra), ahogy Björn Hof és göttingeni munkatársai kimutatták [14, 15]. A viselkedés úgynevezett *szuperexponenciális* függvénnyel írható le (2. blokk).

7. ábra. A pöff-felhasadás folyamata $Re=2300$ esetén. Ez a szimulálás a csőnek egy $150D$ hosszúságú szakaszát mutatja (a folyadékkal együtt mozogva) 3000 időegységig (függőleges tengely).

A cső fala itt nincs jelölve, s ezért az egymást követő időpillanatokban a csőbeli folyadék-tartományok az ábrán összeérnek. A piros szín erős tengelyirányú átlagos örvényességet jelöl, s azonosítja a pöfföket ([14] alapján)



Az, hogy a 6. ábrán látható dimenziótlán τ pontosan hány szekundumnak felel meg, függ a kísérleti elrendezéstől. A göttingeni csőben pl. $D=4$ mm, s 2000 -es Reynolds-számot (a víz $\nu=10^{-6}$ m²/s értékével) akkor kapunk, ha az áramlás sebessége $U=0,5$ m/s. Az időegység ekkor $D/U=8 \cdot 10^{-3}$ s. A 6. ábrán feltüntetett leghosszabb mért idő $2,5 \cdot 10^7$ időegység, azaz $200\,000$ s, ami $2,3$ nap. Ha a τ értékét megadó képletet $Re=2100$ -nál értékeljük ki, akkor már 190 napnyi élettartamot kapunk. Felmerül a kérdés, nem érdemes-e azt mondani, hogy ez már praktikusán végtelen? Senki sem fog több mint fél évig tartó kísérletekből sorozatokat végezni, hogy meghatározhassa a még nagyobb Reynolds-számokhoz tartozó élettartamokat. Mondhatjuk, hogy 2100 fölött a turbulencia permanens? Mondhatjuk. Az állítás azonban egyetlen pöffre érvényes csak, mely mintegy $20D$ hosszúságú, azaz elhanyagolható kiterjedésű a cső teljes hosszához képest.



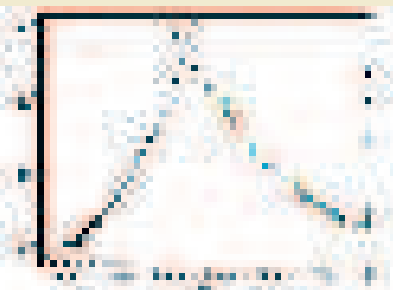
8. ábra. A pöffök felhasadási idejének függése a Reynolds-számtól. Számos mérés (különböző szimbólumok) eredményeit összesítő grafikon ([15] alapján).

Pöff-felhasadás

A turbulencia kialakulásának megértéshez alapvető az a felismerés, hogy a 2000 -nél nagyobb Reynolds-számok tartományában a pöffök már nem maradnak izoláltak. *Spontán* módon felszakadnak és újabb pöfföket hoznak létre. Ez úgy történik, hogy a pöff időnként a folyás irányában hirtelen megnyúlik eredeti mérete ($20D$) néhányszorosára. A nyúlvány örvényessége kicsi, de az eredeti pöfftől távol az örvényesség felerősödhet (miközben középen kihál), s új pöff jön létre az eredetihez hasonló adatokkal. Ezt a folyamatot a 7. ábra szemlélteti. A pöfföket itt a tengelyirányú örvényesség alapján azonosíthatjuk. Az örvényesség adott irányú összetevője arányos a folyadékrezecskéknek az iránynak megfelelő tengely körüli

3. A „új” kritikus Reynolds-szám

Érdekes összehasonlítani a turbulencia elhalásának jellegzetes τ idejét a turbulencia terjedésének jellegzetes idejével. Az utóbbi a τ_f felhasadási időnek tekintet. A kétfajta idő mért értékeit együtt mutatja az ábra.



A pöffök élettartamának és felhasadási idejének függése a Reynolds-számtól. A 6. és a 8. ábra együttes ábrázolásával kapott két görbe metszéspontjához tartozó Reynolds-szám egyfajta kritikus Reynolds-számnak tekinthető ([15] alapján).

A két görbe metszéspontja az az érték, ahol a várható élettartam megegyezik az átlagos felhasadási idővel. Ennél nagyobb értékeknél a felhasadás gyakoribb, mint az elhalás. Azt mondhatjuk ezért, hogy a metszéspont fölött a turbulencia már kezd szétterjedni a csőben. A metszésponthoz tartozó

$$Re_c = 2040$$

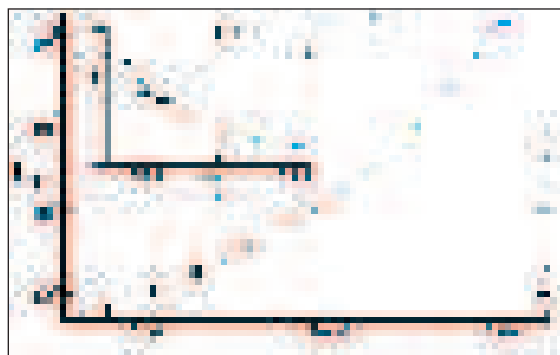
értéket ezért kritikus Reynolds-számnak tekinthetjük. Itt mindkét élettartam $2 \cdot 10^7$ időegység, ami $D/U=8 \cdot 10^{-3}$ s esetén $1,6 \cdot 10^5$ s, azaz mintegy két nap.

Figyelemre méltó, hogy 130 évvel Reynolds vizsgálatai után sikerült egy egyértelmű kritikus Reynolds-számot találni. Ne feledjük azonban, hogy ez más jelentésű: ennél az értéknél *kezd* a turbulencia kiterjedni a csőben (s nem itt tölti ki a csövet, ahogy Reynolds értelmezéséből következne).

forgásával. A lamináris esetben a cső tengelye mentén semmilyen helyi forgás nincs jelen. A tengelyirányú örvényesség-összetevő ezért alkalmas a lamináris, turbulens tartományok egyértelmű elkülönítésére.

A felhasadás 2000 körüli Reynolds-számokra még egészen ritkán történik, több hónapig is várni kellene rá, az események azonban egyre gyakoribbá válnak a Reynolds-szám növelésével. A pontos kísérleti vizsgálat kimutatta, hogy a felhasadás véletlen folyamat, mely nem függ az adott

pöff előéletétől. Jól meghatározható annak $P(t)$ valószínűsége is, hogy egy pöff t idő után még ne hasadjon fel. Hof csoportja erre ismét a (2) exponenciális eloszlást találta, bármely Reynolds-szám mellett. Az ebben az eloszlásban megjelenő időparamétert τ_f -fel jelöljük, mert ez a felhasadások közötti átlagos időtartamnak tekinthető, s egészen más jellemző adat, mint a pöffök τ élettartama. A felhasadási idők $\tau_f(Re)$ Reynolds-szám függésére kapott eredmények a 8. ábrán láthatók. Ez a mennyiség természetesen csökkenő tendenciát mutat a Reynolds-számmal.



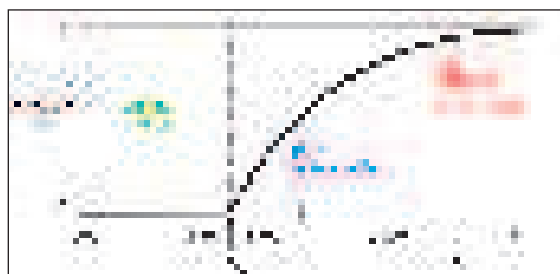
9. ábra. Az L_t turbulens hossz függése a Reynolds-számtól. Az illesztett pontozott görbe szuperexponenciális (2.blokk) A betét grafikon a D átmérő egységében mért L_t lamináris hossz mutatja (mely szintén a (3)-nak megfelelő eloszlásból adódik). A lamináris hossz csökken Re -vel, a turbulens hosszal ellentétben azonban hatványfüggvény szerint: $L_t \sim Re^{-10,8}$ ([15] alapján)

Mivel τ_f mindig véges, pöff-hasadás bármelyik Reynolds-számnál történhet, csak 2000 alatt nincs időnk kivárni, hogy ez bekövetkezzék. A τ és τ_f görbék metszéspontja azonban sajátos, új jelentéssel bír (1 3. blokk).

Nagy Reynolds-számok felé

A vizsgálatok szerint a 2400-nál nagyobb Reynolds-szám tartományban a pöffök már olyan sokan vannak, hogy nem le-

10. ábra. A turbulens arány sematikus függése a Reynolds-számtól. A függvény pontos alakja még nem ismert, csak azt tudjuk, hogy $Re_c=2040$ -nél lineárisan indul [15] és aszimptotikusan tart 1-hez



het őket megkülönböztetni. Összeolvadnak és hosszabb-rövidebb turbulens tartományok alakulnak ki. Az érdekes kérdés itt az, hogy milyen $P(l)$ valószínűséggel lesz a turbulens tartományok teljes hossza a csőben egy l érték vagy annál nagyobb. Ezt a kérdést egyelőre csak numerikusan sikerült vizsgálni, végtelen hosszúnak tekinthető csőben. Az eredmény [16] ismét exponenciális eloszlás

$$P(l) = e^{-l/L_t}, \quad (3)$$

ahol az l hosszat a D átmérő egységében mérjük. A fenti összefüggésből leolvasható L_t mennyiség a turbulencia átlagos hosszának tekinthető, D egységében meghatározva. Ez nyilván nő a Reynolds-számmal, a pontos eredményeket a 9. ábra mutatja.

A turbulens hossz minden Reynolds-számmra véges, ezért elvileg sohasem mondhatjuk, hogy a teljes cső turbulens. A 9. ábra betétjéről leolvasható azonban, hogy az L_t átlagos lamináris hossz $Re=2800$ -nál egységnyi, azaz a mm-ben mért hossz a D átmérő nagyságrendjébe esik. Ezért 3000 körül már gyakorlati szempontból teljesen tekinthetjük a cső turbulenciával való betöltöttségét.

Összefoglalás

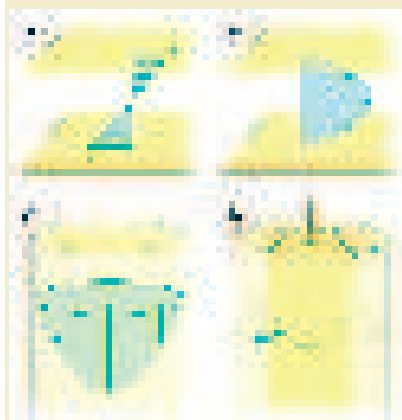
A turbulencia csőbeli kiterjedését érdemes a turbulens aránnyal jellemezni, melyet kísérletekben definiálhatunk úgy mint az L_t turbulens hossz és a pöffök 20 átmérőnyi méretének különbsége, azaz $(L_t-20)D$, a cső teljes L_0 hosszához viszonyítva. Ez a mennyiség eltűnik, amíg csak egyetlen pöff létezik, s éppen Re_c -nél kezd nőni. A 10. ábra

Köszönet

A munka az OTKA NK100296 pályázat támogatásával készült. A szerző köszönetet mond B. Eckhartnak, B. Hofnak és M. Avilának az évek óta a témáról folytatott diskuszióikért. Vincze Miklóst a kísérletért, Tél Andrást az ábrák elkészítéséért/adaptálásáért illeti köszönet.

4. Nyírási turbulencia

A turbulencia tranziens jellege nem csak a csőbeli áramlásban figyelhető meg. Kialakulása hasonló minden más olyan esetben is, amikor a fal, és ezzel együtt a nyírás szerepe fontos. Ilyen például a két párhuzamosan, de ellenkező irányban mozgatott síklap közötti nyírási áramlás (A ábra), a csatorna, vagyis a két álló lap között létrejövő áramlás (B ábra), vagy a forgatott koncentrikus hengerek közötti (Couette-) áramlás (D ábra). Ezekben az esetekben az 1. blokkban értelmezett általános Reynolds-szám a lapok ill. a hengerek közötti L távolsággal határozandó meg.



Nyírási áramlások, melyekben a turbulencia hasonlóan jelenik meg, mint a csőben. A: nyírási áramlás, B: csatorna, C: cső (az áramlás itt felülről lefelé történik), D: Couette-áramlás.

A csőbeli áramlással (C ábra) együtt ezek az esetek a turbulencia külön osztályát alkotják, melyet nyírási turbulenciának nevezhetünk (ami természetesen nem azonos a kifejtett: homogén, izotrop turbulenciával). A Reynolds-szám növeledésével mindegyik esetben először véges élettartamú pöffök jelennek meg, majd pöff-felhasadás történik, s azután a turbulencia fokozatosan tölti ki a teret [*]. [*] S. Shi, M. Avila, B. Hof, Phys. Rev. Lett. 110, 204502 (2013)

a turbulens arányt mutatja a Reynolds-szám függvényében, az egyes tartományokra jellemző jelenségekre is utalva.

Azt mondhatjuk tehát, hogy a csőbeli turbulencia jellegzetesen tranziens. Nem létezik tehát a turbulenciának megfelelő attraktor, ezért a csőbeli turbulencia fokozatosan, széles Reynolds-szám tartományban tud csak teret nyerni. Ennek megfelelően, a hagyományos értelemben vett kritikus Reynolds-szám nem létezik (s ezt tükrözték már az 1. táblázat erő-



sen szóró értékei is). Az egész $Re=1700-3000$ közötti tartomány átmeneti tartománynak tekinthető. Benne a turbulens arány az új értelemben definiált $Re_c=2040$ kritikus Reynolds-szám fölött egyre növekszik.

Az új szemlélet számos új felismerésre vezetett. Kiderül például, hogy több áramlásban is hasonlóan jelenik meg a turbulencia (4. blokk). A káosszal való analógia felveti a kérdést, hogy mivel a káosz instabil periodikus mozgásokból épül fel, megtalálhatóak-e a csőben is ilyen instabil periodikus áramlási formák. Ezek instabil haladó hullámoknak felelnek meg. A turbulencia ilyen instabil hullámokból való felépítése igen nehéz, de szép feladat lenne. Az első ilyen hullámok kísérleti kimutatása a nehézségek ellenére mégis sikeresen megtörtént [16, 17].

A póffók részletes szerkezetének megismerése gyakorlati szempontból is fontos következményekre vezethet. Így például lehetővé válik a turbulencia szabályozása, vagyis a turbulens állapotból a laminárisba való átvezetés, legalábbis alacsony Reynolds-számok mellett [18].

Irodalom

- [1] O. Reynolds, Philos. Trans. R. Soc. 174, 935 (1883)
- [2] D. Jackson, B. Launder, Osborne Reynolds and the Publication of His Papers on Turbulent Flow, Annu. Rev. Fluid Mech. 39, 19 (2007)
- [3] Németh E., *Hidrodinamika*, Tankönyvkiadó, 1963
- [4] Budó Á., *Kísérleti Fizika I*, Tankönyvkiadó, 1968
- [5] L. Landau-E.M. Lifsic, *Hidrodinamika*, Tankönyvkiadó, 1980
- [6] P. Kundu, *Fluid Mechanics*, Academic Press, 1990
- [7] Lajos T., *Az áramlástan alapjai*, BME Áramlástan Tanszék, 2004; 2008
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Reynolds_number (2013 június)
- [9] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Reynolds-szám> (2013 június)
- [10] B. Eckhardt, Nonlinearity 21, T1 (2008)
- [11] S. Grossmann, Rev. Mod. Phys. 72, 603 (1999)
- [12] Tél. T, Informatika 13, 12 (2011)
- [13] Y.-C. Lai, T. Tél, *Transient Chaos: Complex Dynamics on Finite-Time Scales*, Springer, 2011
- [14] B. Hof, A. de Lozar, D.J. Kuik, J. Westerweel, Phys. Rev. Lett. 101, 214501 (2008)
- [15] K. Avila, D. Moxey, A. de Lozar, M. Avila, D. Barkley, B. Hof, Science 333, 192 (2011)
- [16] M. Avila, B. Hof, Phys. Rev. E 87, 063012 (2013)
- [17] M. Avila, F. Mellibovsky, N. Roland, B. Hof, Phys. Rev. Lett. 110, 224502 (2013)
- [18] B. Hof, A. de Lozar, M. Avila, X. Tu, T. Schneider, Science 327, 1491 (2010)

Legutóbbi különszámunk

A *Káosz, környezet, komplexitás* különszám (összeállította: Szabó György és Tél Tamás) fő célja, hogy a komplex rendszerek területén az utóbbi 10 évben elért legújabb eredményeket a terület magyar kutatói érdekes és közérthető cikkek formájában eljuttassák az érdeklődő nagyközönséghez.

A különszám írásai világosan mutatják azt is, hogy napjainkban az alap-természettudományok módszereinek behatolása zajlik a biológiai és társadalomtudományi területekre.

Tartalom

Szabó György–Tél Tamás: Előszó

Néda Zoltán–Boda Szilárd–Káptalan

Erna: Rend a rendezetlenségből – játék metronómmal

Gruiz Márton: Káosz mint komplexitás. A mágneses inga újra a káosz kutatás frontvonalában

Zelei Ambrus–Stépán Gábor: Mikrokáosz az egyensúlyozásban – elmélet és kísérlet

Kocsis Attila: A DNS-lánc mechanikai viselkedése

Süli Áron: Föld-típusú bolygók keletkezése

Károlyi György: Fraktálok kicsiben és nagyban. Kaotikus véráramlás és plankton virágzás

Zsugyel Márton–Baranya Sándor–Józsa János: Örvénydinamika és kaotikus elkeveredés folyami áramlásokban

Krámer Tamás–Józsa János: Sekély tavak szél keltette áramlásai. Kaotikus elkeveredéshez vezető tér- és időstruktúrák

Vincze Miklós: Légkör és óceán a laborasztalon. Környezeti áramlási jelenségek vizsgálata a Kármán-laboratóriumban

Horányi András–Szépszó Gabriella–Szűcs Mihály: Valószínűségi meteorológiai előrejelzések: áldás vagy átok?

Horváth Ákos: A viharjelzés bizonytalanságai

Haszpra Tímea: Világiáró részecskék a légkörben. Az Eyjafjallajökull vulkán kitérésének és a fukushimai balesetnek a tanulságai

Homonnai Viktória: A légköri hosszú távú kapcsolatok titka

Márfy János–Rácz Zoltán: A jégkor-szakok rejtélyei

Jánosi Imre: Energia és társadalom. Drasztikus fázisátalakulás küszöbén állunk?

Kondor Imre: A komplexitás kihívása

Boza Gergely–Scheuring István: Diverzitás és komplexitás a mutualista kapcsolatokban

Szolnoki Attila: Komplex viselkedés társadalmi dilemmákban

Vukov Jeromos: Csalni vagy nem csalni? Matematikai komplexitás az emberi kapcsolatokban

Muraközy Balázs: Teremtő rombolás közelmézetből

Gulyás Attila: Az agykérgi hálózatok szerkezeti és működési komplexitása

Csépe Valéria: Kognitív fejlődés, agyi komplexitás, matematika. Idegtudományi tanulságok a természettudományok oktatásához

Ercsey-Ravasz Mária–Toroczkai Zoltán: A döntéshozatal és a Sudoku káosza

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

Sudoku nyerteseink

Az elmúlt év végén megjelent *Káosz, környezet, komplexitás* különszámunkban Ercsey-Ravasz Mária és Toroczkai Zoltán „A döntéshozatal és a Sudoku káosza” címmel írt cikket. E tanulmányhoz kapcsolódóan a szerzők „Sudoku mesteriskola” összeállításukban nehéz feladatokat tűztek ki megoldásra olvasóinknak.

A nyertes megoldók:

Lévai Pál (Budakeszi) és

Faragó Balázs (Budapest).

A nehéz feladatok megoldóinak gratulálunk, számukra postáztuk a szerzők

által dedikált könyveket. A cikk szerzői az alábbi dedikációt írták a jutalomkönyvbe:

„*Matematika és játékok között éles határvonal nehezen húzható. A matematika bizonyos értelemben egy komolyan üzött játék; minden arra érdemes játék mögött komoly matematika rejlik.*

Lévai Pálnak és Faragó Balásznak a Természet Világa 144, 2013/II. különszámában található Sudoku feladványok sikeres megoldóinak, további jó játékokat kívánva: Ercsey-Ravasz Mária és Toroczkai Zoltán, a kitűzők nevében (Kolozsvár, Románia; Notre Dame, USA).”

LENTE GÁBOR

Metanolgazda(g)ság – a jövő energiája?

Mi és mikor váltja majd fel az olcsó kőolajat? – ez volt 2005-ben, a *Science* tudományos folyóirat 125. születésnapját ünneplő számában az egyik azon 25 kiemelten fontos tudományos probléma közül, amely a szerkesztők szerint manapság a kísérleti és elméleti kutatások hajtóereje.

Az emberi civilizáció energiaigénye egyre növekszik, ennek megbízható fedezése visszatérő kérdés a tudomány történetében. A következő sorokat *Jules Verne* (1828–1905) francia író vetette papírra 1875-ben *A rejtelmes sziget* című regényében:

– De vajon milyen fűtőanyagot találnak ki majd szén helyett? – tudakolta Pencroff. – Van-e róla fogalma, Cyrus úr?

– Hát nagyjából-egészből igen, barátom.

– No és mivel tüzelnek majd utódaink, ha kifogy a szénük?

– Vízrel – válaszolta Cyrus Smith.

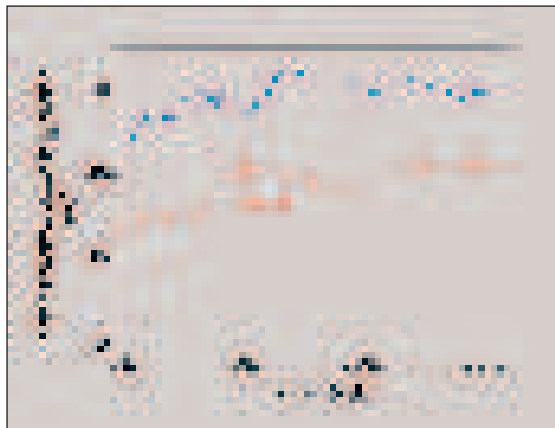
– Vízrel? – kiáltott föl Pencroff. – Vízrel fűtik a gőzhajókat és mozdonyokat, vízzel forralják föl a vizet?

– Úgy bizony, méghozzá alkotóelemeire bontott vízzel – felelte Cyrus Smith –, s a víz fölbontását kétségkívül elektromosság végzi majd el, amely addigra hatalmas, de mindazonáltal könnyen kezelhető erővé válik; a nagy találmányok ugyanis (és ez szinte megmagyarázhatatlan törvényszerűség) többnyire azonos korszakban születnek, és kiegészítik egymást. Igen, barátaim, szentül hiszem, hogy a vizet egy szép napon még tüzelőanyagként fogják fölhasználni, és alkotóelemei, a hidrogén és az oxigén, egymástól elkülönítve, de együttesen alkalmazva, kimeríthetetlen hő- és fényforrást jelentenek majd, hatásfokuk pedig akkora lesz, amekkorá szénnel soha el nem érhető. Egyszer még eljön az idő, amikor a gőzösök kamráit és a mozdonyok szerkocsiját szén helyett sűrített gázzal töltik meg, amely sohasem sejtett hatásfokú hőmennyiséget termel majd a kazánokban. Nincs tehát mitől félnünk. A föld, amíg csak lakott lesz, ki is elégíti lakói szükségleteit, s az emberiség sohasem szenved majd hiányt sem fényben, sem melegben, mint ahogy nem nélkülözi majd a növényvilág, az ásványvilág vagy az állatvi-

lág termékeit sem. Hiszem tehát, hogy ha a szénbányák egyszer csakugyan kimerülnek, az emberiség vízzel fűti a gépek kazánját s a lakások tüzhelyét. A víz a jövő szene.”

(*Majtényi Zoltán* fordítása)

Habár Verne a kőolaj és földgáz energia-hordozóként való felhasználását nem látta előre ezekben a sorokban, az alap gondolat ma sem számít elavultnak, mi több: a hidrogén minél szélesebb körű felhasználására nagy erőfeszítéseket tesznek világszerte tudósok, mérnökök és kormánytisztviselők egyaránt. Az ilyen jellegű kutatások és fejlesztések megnevezésére *John Bockris* (1923–2013) dél-afrikai születésű professzor használta először a hidrogéngazdaság (eredeti angol nyelven *hydrogen economy*) szót 1970-ben, a General Motors egy fejlesztési központjában tartott előadásán.



1. ábra. A földgáz és a kőolaj ismert készleteinek és éves fogyasztásának a hányadosa

Vernét a szén elfogyásának lehetősége aggasztotta, de hasonló kétségek az elmúlt évtizedekben inkább a kőolajjal kapcsolatban foglalkoztatják a szakértőket és a közvéleményt. Az ilyen félelmek megalapozottságának megítélésére gyakran alkalmas egy szemléletes gazdasági mutató, amelyet úgy számolnak, hogy egy adott energiaforrás ismert kitermelhető készleteinek összes mennyiséget elosztják a Föld országainak teljes egyéves fogyasztásával. Az így kapott szám azt mutatja meg, hogy az ismert

készletek változatlan fogyasztási sebesség mellett hány évig tartanának ki. Az **1. ábra** bemutatja, hogyan alakult ezen mutató értéke az elmúlt bő harminc évben a kőolaj és a földgáz esetében. A kőolaj ilyen mutatója 1980-ban nagyjából 27 év volt, vagyis az akkori állapot szerint legkésőbb 2010-re a kőolajkészletek elfogyását jósolták. 2010-re viszont a mutató értéke jelentősen növekedett, és elérte a 45 évet. Ebből az következik, hogy az elmúlt három évtized alatt gyorsabban fedezték fel az új kőolajkészleteket, mint ahogy a fogyasztás növekedett. A földgáz esetében 1980-tól 2010-ig kb. 48 évről mintegy 60 évre növekedett ugyanez a típusú mutató. Tehát az elkövetkező három-négy évtizedben semmiképpen nem várható a kőolaj- vagy földgázkészletek kiapadása; még akkor sem, ha közben új lelőhelyeket egyáltalán nem fedeznek fel.

Közgazdasági szempontból amúgy sem túlságosan reális, hogy elfogyjon a kőolaj vagy a földgáz, ugyanis ha valóban jelentősen csökkennek a készletek, akkor ezek ára jelentősen növekedni fog, ami a fogyasztást is csökkenti. A legkevésbé sem véletlen, hogy az első mondatban feltett kérdés nem egyszerűen a kőolajra, hanem az *olcsó kőolajra* vonatkozott. Ugyanakkor jelenleg is ismeretesek olyan kőolajkészletek, amelyek kitermelése a mai árak mellett rossz üzlet lenne, mert a technológiai nehézségek miatt a költségek meghaladnák a várható bevételt. A növekvő ár viszont alapjában változtatja meg a helyzetet, vagyis a gazdaságosan kitermelhető készleteket önmagában is növelheti. Persze a Földön bármilyen anyag, így a kőolaj és földgáz mennyisége is véges, így aztán nem lehet arra számítani, hogy ötszáz év múlva is benzint tankolnak autókba kései utódaink. Tanulságos az a történelmi megfigyelés is, hogy a kőkor nem azért ért véget, mert elfogyott a kő. Vagyis a technikai fejlődés a kőolaj és a földgáz felhasználását idővel ak-

Energiasűrűség	tömeg-egységre MJ/kg	térfogat-egységre GJ/m ³
metán/földgáz(légköri nyomáson)	51	0,033
elemi szén / kőszén	33	75
hidrogén (légköri nyomáson)	118	0,0097
szőlőcukor	16	25
oktán / benzin	46	32
metanol / metil-alkohol	22	17
etanol / etil-alkohol	27	21
újratölthető elem	0,31	1,1
természetes urán (maghasadás)	590 000	11 000 000
víz (elképzelte fúziós erőműben)	68 000 000	68 000 000

Táblázat. Néhány lényeges energiahordozó tömegegységre és térfogategységre vonatkoztatott energiasűrűsége

kor is elavulttá teheti, ha egyébként jelentős készletek elérhetőek ésszerű áron. Ennek jegyében manapság igen intenzív tudományos kutatás folyik a kőolajszármazékokat felváltó energiahordozók technológiájának kifejlesztésére.

Az energiahordozók egymással való összehasonlításához az energiasűrűség mennyiséget szokás használni, amelyet lehet tömegegységre és térfogategységre is vonatkoztatni. Ilyen értékeket foglal össze a **táblázat**, amely minden esetben olyan ideális esetre vonatkoztatott számokat közöl, amikor az egy-egy tüzelőanyagban tárolt energiát maradéktalanul ki tudják nyerni. A szén, a földgáz és a benzin hagyományosnak számít, úgynevezett fosszilis energiahordozók. Látható, hogy a hidrogén tömegegységre vonatkoztatott energiasűrűsége mindegyiknél jobb, a térfogategységre vonatkoztatott viszont mindegyiknél rosszabb. Ez azt jelenti, hogy a hidrogén nagy mennyiségű felhasználása esetében a tárolás hatalmas méretű, viszont igen könnyű tartályokat jelentene. A **táblázatban** szerepelnek egy újratölthető ceruzaelem adatai is. Az energiasűrűség-értékek elég jelentősen elmaradnak a szokásos energiahordozókéétól, ami azt mutatja, hogy az elektromos energia közvetlen tárolása nagyon kevésbé hatékony. Ugyanakkor az is lényeges szempont, hogy egy mobiltelefonba vagy fényképezőgéphez egy újratölthető elemet be lehet helyezni, míg a többi energiahordozó esetében már nem ez a helyzet. A kis áramigényű készülékek ezért általában üzemeltethetőek elemről, az akkumulátoros mosógép vagy villanytűzhely ötlete viszont alapvető természettudományos akadályokba ütközne. Meg kell jegyezni még, hogy a mai mobiltelefonokban vagy számítógépekben használt újratölthető lítiumelemek

elméleti maximumtól.

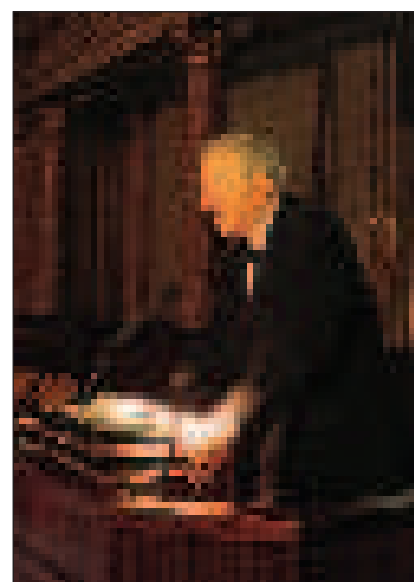
A **táblázatban** szerepel még a metil-alkohol (metanol, kémiai képlete CH₃OH), amellyel a cikk hátralévő része foglalkozik majd. Ugyancsak megtalálható a táblázatban az etil-alkohol, amely jelenleg az egyik leginkább elterjedt bioüzemanyag, illetve a szőlőcukor, ami az élő szervezetek leggyakoribb közvetlen energiaforrása. A szőlőcukor energiasűrűsége ugyan kisebb, mint a hagyományos energiahordozóké, de a metil-alkohol és etil-alkohol értékével már összevethető. A táblázatban szerepel az urán is, amely a ma működő, maghasadáson alapuló atomerőművek üzemanyaga. Ennek energiasűrűsége sokkal nagyobb, mint bármely hagyományos energiahordozóé, így érthető, hogy a nukleáris energia mellett szóló egyik legerősebb érv az, hogy más lehetőségekhez képest igen kevés üzemanyagot igényel. A táblázat utolsó sora már a tudományos-fantasztikus gondolatmenetek közé tett kirándulás: elvi lehetőség, hogy a vízben lévő hidrogénatomok fúziós erőművek üzemanyagává váljanak. Egy ilyen erőmű a Napban lezajló folyamatokhoz hasonlóan termelne energiát, s működése során nem keletkezne nukleáris hulladék sem. A franciaországi Cadarache-ban 2007-ben kezdtek építeni egy kísérleti fúziós erőművet. A jelenleg várható elkészülési dátum 2022, de az erőmű a tervek szerint is csak a technológia tesztelésére lesz alkalmas, energiatermelésre még nem.

Az energiasűrűség mellett további fontos tényező egy üzemanyag jellemzésénél a környezetvédelem. Ironikusan hangzik, de manapság nem létezik olyan energia-előállítási forma, amely ellen egyik vagy másik környezetvédő szervezet ne tiltakozott volna már. A jelek arra mutatnak,

hogy a társadalom igen nagy része szerint az áram egyszerűen a konnektorból jön... A fosszilis, szénalapú energiahordozókkal kapcsolatban az egyik legnagyobb probléma a légkörben lévő szén-dioxid mennyiségének növekedése és következménye, a globális felmelegedés. A Hawaii szigetén lévő Mauna Loa vulkán csúcsánál közelében egy hosszú távú kísérletsorozatban 1958 óta folyamatosan követik a levegő szén-dioxid-tartalmát. Ez a hely 4100 méterrel a tengerszint felett van, távol a nagy civilizációs központoktól, így itt valóban a Föld egészére jellemző, globális változásokat mutathatnak ki. A mérések története során a napi átlagos koncentráció először 2013. május 9-én lépte túl a 400 ppm-es (0,04%-os), egyébként csak pszichológiai jelentőségű határértéket. Bő fél évszázada még 315 ppm körüli koncentrációkat mértek, vagyis valóban jelentős növekedés történik: geológiai időskálákon szemlélve a sebességet ez akár ijesztőnek is mondható. A Kyoto-i egyezmény néven ismert nemzetközi szerződésben a világ kormányai 1997-ben megpróbálták ugyan gátat vetni a szén-dioxid-kibocsátás növekedésének, de az azóta eltelt idő alatt az eredetileg

hogy a társadalom igen nagy része szerint az áram egyszerűen a konnektorból jön...

A fosszilis, szénalapú energiahordozókkal kapcsolatban az egyik legnagyobb probléma a légkörben lévő szén-dioxid mennyiségének növekedése és következménye, a globális felmelegedés. A Hawaii szigetén lévő Mauna Loa vulkán csúcsánál közelében egy hosszú távú kísérletsorozatban 1958 óta folyamatosan követik a levegő szén-dioxid-tartalmát. Ez a hely 4100 méterrel a tengerszint felett van, távol a nagy civilizációs központoktól, így itt valóban a Föld egészére jellemző, globális változásokat mutathatnak ki. A mérések története során a napi átlagos koncentráció először 2013. május 9-én lépte túl a 400 ppm-es (0,04%-os), egyébként csak pszichológiai jelentőségű határértéket. Bő fél évszázada még 315 ppm körüli koncentrációkat mértek, vagyis valóban jelentős növekedés történik: geológiai időskálákon szemlélve a sebességet ez akár ijesztőnek is mondható. A Kyoto-i egyezmény néven ismert nemzetközi szerződésben a világ kormányai 1997-ben megpróbálták ugyan gátat vetni a szén-dioxid-kibocsátás növekedésének, de az azóta eltelt idő alatt az eredetileg

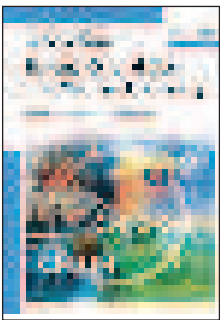


2. ábra. Oláh György előadás közben

kitűzött céloknak csak nagyon kis hányada valósult meg. Mindezek ellenére az világos, hogy az elkövetkezendő évtizedekben az energiatermeléssel kapcsolatos fejlesztésekben a szén-dioxid-kibocsátás felmérésének is nagyon fontos szerepe lesz.

Elektromos energiát nagyon sokféleképpen lehet előállítani. Az erőművekben zajló áramtermelés és az elektromos hálózatok fenntartása sok szempontból kedvező módszer: könnyen alkalmazkodik a külső körülmények változásához, illetve a káros anyagok esetleges kibocsátását is sokkal könnyebb ke-

zeln, mert igen kicsi területre koncentrálódik. Vajon mégis miért benzinüzemű autók járnak ma a világban, és nem a hálózatról működő elektromosak? A kérdés nyitja ez alkalommal nem az árakban rejlik. E sorok írásakor Magyarországon a benzin átlagos literenkénti ára 400 Ft körül mozog. A táblázatból kiszámolható, hogy ennyi benzin energia-tartalma 0,032 GJ (gigajoule), vagyis 32 MJ (megajoule), ami az elektromos áramnál szokásos energiaegységre átváltva kb. 8,9 kWh (kilowattóra). Egy kWh elektromos energia átlagos ára mintegy 40 Ft, tehát 1 liter benzinnel azonos energiát képviselő elektromos áram fogyasztói ára kb. 360 Ft, majdnem pontosan annyi, mint egy liter benziné. Ezt a gondolatmenetet ugyan torzíja valamelyest az, hogy a benzin árának igen nagy hányada adó, vagyis az ár igazából nem tükrözi az előállítás közvetlen költségeit. Az azonban mégis megállapítható, hogy gazdasági szempontból egy elektromos újratölthető autó nagyon is versenyképes lenne a benzinüzeműekkel. A villamos, a trolibusz vagy a villanymozdonyos vonat hozzájut az áramhoz a hálózatról, és ezeket üzemeltetni általában jóval kedvezőbb, mint az autóbust vagy a dízelmozdonyt. A probléma máshol keresendő: ahogy a táblázat adatai mutatják, elektromos energiát nem lehet hatékonyan tárolni. Egyetlen tank benzinben egy átlagos családi ház két-három havi áramszükségletének megfelelő mennyiségű felszabadítható energia van, amelynek tárolásához egy 1000 kilogramm körüli tömegű akkumulátorra lenne szükség. Arról nem is beszélve, hogy míg egy autót teletankolni percek kérdése, ilyen mennyiségű akkumulátor feltöltése a legjobb esetben is órákba kerülne.



3. ábra. Oláh György, Alain Goepfert és Surya Prakash könyve második angol kiadásának borítója

A problémára csakis az lehet jó megoldás, ha az energiát nem közvetlen elektromos formákban tárolják. A hidrogén és a metanol kémiai energiátárolási formák: nem számítanak elsődleges energiaforrásnak, vagyis a természetből közvetlenül nem lehet kinyerni őket. Szerepük olyan felhasználásokban lehet, ahol közvetlenül az elektromos hálózathoz kapcsolódni kényelmetlen. Egy energiahordozó akkor alkalmas ilyen közvetett, tárolási célokra, ha könnyen előállítható, szállítható,

és könnyen fel is használható. Az elsődleges energiaforrás bármi lehet, amivel az elektromos hálózatban áramot lehet előállítani: atomenergia, nap, szél, geotermikus vagy egyéb megújuló forrás is.

A hidrogéngazdaság ötlete az elemi hidrogén ilyen közbelső használatát javasolná. A hidrogén előállítása és felhasználása megoldhatónak tűnik, de a szállítása már sokkal nehezebb kérdés. Ahogy a táblázat mutatja, légköri nyomáson hatalmas nagy hidrogéntartályokra lenne szükség. A mai technológiában szokásos nagy nyomáson, illetve alacsony hőmérsékleten a cseppfolyósítás sem változtatja meg alapvetően a helyzetet, s emellett még a szállítás energiaigényét is igen jelentősen megnöveli. Földgázt szállítanak ugyan nagy távolságokra is gázvezetéseken, de ez az infrastruktúra hidrogén szállítására még nagyobb átalakítások után sem lenne alkalmas a hidrogén kivételes tulajdonságai miatt.

Ez járhatott a magyar származású, 1994-ben Nobel-díjjal kitüntetett kémikus, *Oláh György* (sz. 1927, **2. ábra**) fejében, amikor a Természet Világa hasábjain 2008-ban így nyilatkozott:

„A hidrogéngazdaságnak nevezett projekt évekig közkedvelt programja volt sok nyugat-európai országnak és az Egyesült Államoknak. Mondták, a hidrogéngazdaságé a jövő. Ma már nem nagyon emlegetik, a hidrogéngazdaság meghalt. Csendben eltemették, nem voltak gyászbeszédék, nekrológok. Amikor a jó izlandiak rájöttek erre, akkor valahogyan rátaláltak az én metanolgazdasági koncepciómra, kémiámra, melyben rámutattam arra, miként lehet szén-dioxidból és hidrogénből metanol előállítani.”

Oláh György megoldási javaslata az, hogy közbelső, közvetítő energiahordozóként nem hidrogént, hanem metil-al-



4. ábra. Surya Prakash és Binyamin Netanyahu a Samson-díj átadásán Izraelben

koholt (más néven metanol) kellene inkább használni. Ennek az ötletnek a részleteiről *G. K. Surya Prakash* (sz. 1953) és *Alain Goepfert* (sz. 1974) szerzőtár-

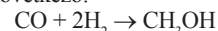
sakkal könyvet is írt *Kőolaj és földgáz után: a metanolgazdaság* címmel, melynek eredeti angol változata 2006-ban, magyar fordítása pedig 2007-ben jelent meg, majd 2009-ben már második, kibővített kiadásban is elérhetővé vált (**3. ábra**). A metanolgazdaság tudományos hátterének kifejlesztéséért Oláh György és G. K. Surya Prakash 2013. november 12-én Tel-Avivban Binyamin Netanyahu izraeli kormányfőtől átvehették a Samson-díjat (**4. ábra**), amely egyébként egymillió dollár jutalommal jár; ez nagyjából azonos a Nobel-díj mellé adott összeggel.

Mi is hát a metanolgazdaság lényege? Röviden összefoglalva: olyan felhasználásokban, ahol nem lehet elektromos áramot közvetlenül a villamos hálózatról felvenni (például a közlekedésben), metanolt lenne érdemes alkalmazni közbelső energiahordozóként.

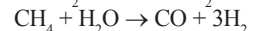
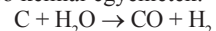
A metanol manapság is széles körben használt folyadék. Légköri nyomáson az olvadáspontja $-97\text{ }^{\circ}\text{C}$, forráspontja pedig $65\text{ }^{\circ}\text{C}$. A táblázatból látható, hogy energiasűrűsége a benzinénél némileg kedvezőtlenebb, de egyéb előnyei bőven kompenzálhatják ezt a hátrányt.

Benzint is lehet mesterségesen előállítani, de a metanol ilyen szempontból sokkal jobb, mert szintézise különféle anyagokból, változatos módszerekkel és viszonylag könnyen megvalósítható. Az iparban, elsősorban nem energiahordozóként való felhasználásra, a világon manapság mintegy évi 40 millió tonnát állítanak elő belőle.

Metanol napjainkban elsősorban szintézisgázból, vagyis szén-monoxid és hidrogén elegyéből állítanak elő. A kémiai reakció a következő:

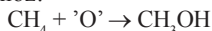


Maga a szintézisgáz régebben kőszén és víz reakciójával készült, manapság leginkább földgáz és víz felhasználásával. A folyamatokat leíró kémiai egyenletek:



Természetes ezen módszerek nem megújulóak, hiszen vagy kőszén, vagy földgáz szükséges hozzájuk, ami nem keletkezik újra a folyamat végére. Egyébként ugyanezzel a problémával a hidrogéngazdaság gondolatrendszer is küzd: a hidrogén-előállítás gazdaságos módszerei fosszilis energiahordozókat fogyasztanak; a megújuló alapokon működő hidrogén-előállítási módszerek sokkal drágábbak. Újabbannak kísérletek a földgáz fő komponensének, a metánnak közvetlen metanollá való alakítására is. Ez papíron egyszerűnek tű-

nő folyamat, hiszen csak egy oxigénatomot kell hozzáadni a metánmolekulához:



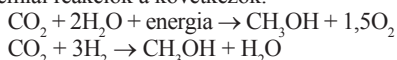
A valóságban ez persze sokkal bonyolultabb, mert szabad oxigénatomok nem röpködnek csak úgy a levegőben; az oxigént mindenképpen valamilyen kötött formából, egy oxidálószerből kell nyerni. További gond, hogy a metil-alkohol általában gyorsabban reagál az oxidálószerrel, mint a metán, vagyis nagyon nehéz elérni, hogy egy ilyen folyamatban tényleg metanol, és ne valami más keletkezzen. Egy közvetlen metánoxidációs eljárás igazi jelentősége az lehetne, hogy a gáz halmazállapotú, nehezen szállítható földgázt – amelynek fő kompo-



5. ábra. Metanolalapú tüzelőanyag-elem

nense a metán – a benne lévő energiataralom egy csekély részének feláldozásával sokkal könnyebben és olcsóbban szállítható folyadékká alakíthatnánk.

Érdekesebb lehetőség az, hogy biomasszából készítsük a szintézisgázt, majd belőle metanol. Így lényegében a növények által megkötött napenergiát használnánk fel, a metanolban lévő szén forrása pedig a levegő szén-dioxid-tartalma lenne. A sok lépés miatt sajnos az eljárás hatékonysága nem lehet túl nagy. Még izgalmasabb lehetőség, ha a légkör szén-dioxid-tartalmát kémiai módszerekkel lehetne metanollá alakítani (vagy közvetlenül víz és elektromos energia segítségével, vagy vízből energia-befektetéssel előállított hidrogén felhasználásával). Ezek a kémiai reakciók a következők:



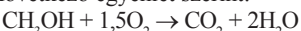
Egy ilyen reakció mindenképpen külső energiaforrást igényel. Nagy előny viszont, hogy a metanol a levegő szén-dioxid-tartalmából készülhetne, ami az üvegházhatású gázok kibocsátása szempontjából sem-

legesség tenné az egész metanolgazdaságot, vagyis az égések keletkező szén-dioxid-kibocsátást ellensúlyozná a metanol-előállításához megkötött mennyiség.

A metanol szállítása a hidrogénhez képest meglehetősen könnyű, hiszen az anyag könnyen kezelhető folyadék, amely fizikai tulajdonságait tekintve emlékeztet a benzínre. Csekély módosítás után akár a meglévő benzinkútrendszer is alkalmas lehet arra, hogy ezt az üzemanyagot forgalmazza. Valójában ez az egyik legjelentősebb előny, ami miatt a metanolgazdaság gondolata egyáltalán felmerült.

A metanol hátrányai közé tartozik, hogy mérgező: kisebb mennyiségben elfogyasztva vakságot, kicsit nagyobb (nagyjából fél deciliternyi) mennyiségben már halált is okozhat. Erre az évrre Oláh György gyakran azt feleli, hogy a benzín is mérgező, de ő még soha nem látott senkit benzinkútnál az üzemanyagból inni. Ez valóban igaz is, de sajnos pszichológiai tényezőket is figyelembe kell venni. A metanol szaga majdnem pontosan ugyanolyan, mint az alkoholos italokban lévő etil-alkoholé (vagyis etanolé). Habár az iparban használt metanol tartályain hatalmas méretű feliratok figyelmeztetnek az anyag veszélyeire, mind a mai napig rendszeresen történnek metanolfogyasztás miatti halálos balesetek. Néhányan ugyanis azt gondolják, hogy a figyelmeztető feliratokat csupán a megfélemlítést, ijesztgetést szolgálják.

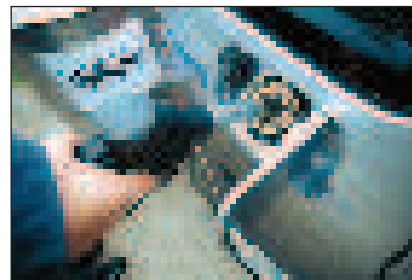
A metanolgazdaság számára nagyon fontos az a tény, hogy metanol felhasználásával úgynevezett tüzelőanyag-elemben (5. ábra) közvetlenül elektromos energia állítható elő. Egy ilyen elemben lényegében a metanol szokatlanul alacsony hőmérsékletű égése zajlik le, vagyis a levegő oxigénjével a metanolból víz és szén-dioxid keletkezik a következő egyenlet szerint:



Egy tüzelőanyag-elemből az égéskor felszabaduló energiát hő helyett elektromos áramként nyerik ki. A jövő metanolüzemű autót manapság általában úgy képzelik el, hogy villanymotor és tüzelőanyag-elem hajtja őket.

Metanol a hagyományos, belső égésű motorokban közvetlenül is lehet üzemanyagként használni. Benzinmotorokban az égése általában kevesebb szennyezőanyagot termel, mint a benzíné, amellyel egyébként keverhető is. A metil-alkohol égési sajátosságai a motor hűtését is könnyebben megoldhatóvá teszik: valószínűleg a légűtés is elegendő, vagyis nincs feltétlenül szükség hűtővízre. Hátránya, hogy a metanolból a kisebb energiasűrűség miatt nagyobb mennyiségre, vagyis nagyobb méretű üzemanyagtartályra van szükség – hacsak nem akarunk jóval gyakrabban tankolni. További probléma, hogy a metanol égése sokkal jobban igénybe veszi a motor szerkezeti anyagait; ezt figyelembe kell venni az autó tervezésekor. A feladat korántsem megoldha-

atlan: amerikai versenyautókban – elsősorban tűzvédelmi megfontolásokból – már az 1960-as évektől kezdve használnak metanol üzemanyagként. A benzinnel ellentétben az égő metanol nem füstöl, szintelen lánggal ég. Ez autóversenyeken csökkenti a kockázati tényezőket: noha a metanoltüzet nehezebb észrevenni, az nem befolyásolja a versenypályán a látási viszonyokat. Az is nagyon előnyös, hogy az égő metanol vízzel is lehet oltani, míg benzin esetében poroltóra van szükség.



6. ábra. Metanol tankolás egy kísérleti autóra

Manapság már hétköznapi használatra is fejlesztenek olyan autót, amelyek metanollal üzemelnek (6. ábra). Dizelmotorokba közvetlenül nem lehet metanol tankolni, bár biodizel készítéséhez ma is jelentős mennyiségű metanol használnak kémiai reakciókban, azaz közvetetten ezen járművek energiaforrása is lehet a metanol.

A (bio)etanollal ($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$) működő járművek ma már nem számítanak ritkaságnak. Az etanolnál mindössze egy CH_2 csoporttal rövidebb metanolról (CH_3O), mint üzemanyagról is egyre többet hallhatunk manapság. Ki tudja, talán pár évtized múlva még egy CH_2 csoporttal sikerül lerövidítenünk a hajtóanyagot, és valóban megvalósul Verne víziója, azaz vízből (H_2O) előállítható a jövő energiaforrása? ↓

Köszönetnyilvánítás:

A cikkhez kapcsolódó kutatásokat az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA) Bizottság támogatta a K 77936 nyilvántartási számú, „Szinergizmus az ozmium-tetroxid és perjodátion redoxireakcióiban” című projekt keretei közt.

Irodalom

- Kerr R. A., Service R. F. *Science* **2005**, 309, 101.
 Gács J.: *Természet Világa* **2002**, 133, 340.
 Oláh A. Gy.: *Magyar Kémiai Folyóirat* **1999**, 105, 161.
 Oláh A. Gy., Aniszfeld R.: *Magyar Tudomány* **2002**, 12, 1564.
 Staar Gy.: *Természet Világa* **2008**, 139, 530.

KOVÁCS ZSÓFIA – PÁLFY JÓZSEF

A rozsdamentes Föld talányos bányakincse

A sávós vasérc

Kevés olyan kőzetet ismerünk, amely ma nem képződik a Földön, kivételt képezve a geológiai egyik alappillérenek tekintett aktualizmus elve alól. Ilyen a vasban és kovában dús rétegek váltakozásából felépülő sávós vasérc, melynek legfiatalabb ismert előfordulása is több mint 630 millió éves, de képződésének csúcsa két és fél milliárd évvel ezelőtt volt. A bányászat számára értékes nyersanyag kialakulásához vezető folyamatokról sok új adat gyűlt össze és új elméletek születettek a közelmúltban. Jobban, de még mindig nem teljesen értjük, hogy miért sávós, honnan származott a vas és a kova, és mi határozta meg térbeli és időbeli elterjedését. A sávós vasérc sokat elárul a földtörténet korai szakaszának különleges környezeti viszonyairól és mikrobiális életközösségeiről.

A világ jó minőségű vasérckészletének mintegy kétharmadát a földtörténet korai szakaszában, az archaikumban és a proterozoikumban képződött sávósvasérc-formációk (angol nevükből képzett betűszóval BIF-ek) szolgáltatják. A BIF-ek óriási gazdasági jelentősége mellett kutatásuk tudományosan is páratlanul izgalmas, mert a Föld régmúltjába engednek bepillantást, az év-milliárdokkal ezelőtti környezet vonásainak lenyomatát őrzik. Az ősi környezet a maitól gyökeresen különbözhetett, hiszen BIF-ek kizárólag a Föld korai fejlődéstörténete során keletkeztek. Ezeknek a körülményeknek a megértése modern analógia hiányában rendkívül nehéz, így az intenzív kutatások ellenére a mai napig számos megoldatlan kérdés övezi a sávósvasérc-formációk képződését.

A BIF-ek tengeri üledékes kőzetek, általában jól kifejtett sávosság figyelhető meg bennük, vasban és kovában gazdag rétegek váltják egymást (**1. ábra**). Képződésükhöz oxigénszegény (anoxikus) körülmények szükségesek. Leegyszerűsítve, a vas viselkedését a tengervízben két kationjának eltérő oldhatósága szabályozza: míg a redukált Fe(II) oldatban marad, az oxidált Fe(III) kicsapódik. Ma minden kontinens legidősebb kéregdarabjain (az archaikumi kratonokon) található BIF-eket. A legfontosabb és legnagyobb sávósvasérc-telepek a nyugat-ausztráliai Hamersley-medencében (**2. ábra**), a dél-afrikai Transvaal-medencében, Észak-Amerikában a Felső-tó vidékén (**3. ábra**), Dél-Amerikában pedig Braziliában találhatóak, de ide tartozik a hazai ipar szá-



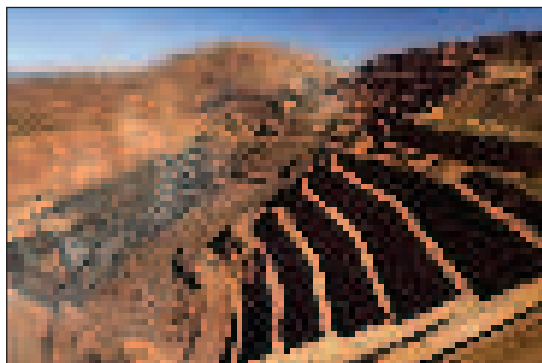
1. ábra. Sávós vasérc (a sötét vas-oxidos rétegek vörös jáspisos kovarétegekkel váltakoznak)

mára fontos ukrainai Krivij Rih is (**4. ábra**). Egyes nagy vasércformációk területi kiterjedése elérheti a 10^5 km²-t (azaz hazánk területénél is nagyobb), vastagságuk pedig több száz méter is lehet. Méretük főként attól függ, hogy milyen tektonikai környezetben rakódtak le. A nagyobbak a kratonokhoz kapcsolódó tektonikailag nyugodt selfeken, azaz a kontinenseknek a tenger felé enyhén lejtő, vízzel borított peremén rakódtak le. Ezzel szemben a kisebbek aktív tektonikai környezetben, tenger alatti vulkánosság övezeteiben képződtek.

A legidősebb sávós vasércet Grönland és Kanada 3,8 milliárd évvel ezelőtti, a kora archaikumban képződött kőzetsorozataiból ismerjük. A legfiatalabb BIF neoproterozoikumi, kora 635 millió év. Ez alatt a bő három milliárd év

alatt távról sem egyenletes a mennyiségi eloszlásuk. A BIF képződésének mennyisége és ideje a környezeti rendszerek tulajdonságaival függ össze, elsősorban a légkör és az óceán redox viszonyaival. A legnagyobb mennyiségben az archaikum és proterozoikum átmenete táján, 2,6 milliárd éve képződtek sávósvasérc-formációk, majd ennek a csúcsnak mintegy 2,4 milliárd éve a Nagy Oxigéndúsulási Esemény (NODE) vetett véget. Az oxigénszint növekedése elérte az óceán mély részeit is, így visszaszorult a BIF képződé-

se számára fontos redukív környezet. Ebben az időben az óceáni vulkanizmushoz kötődő hidrotermás tevékenység is csökkent, melyre geokémiai adatok utalnak. Ezáltal a vulkáni eredetű oldatokból kevesebb, a BIF képződéséhez nélkülözhetetlen vas került a tengervízbe. Hiába vált azonban oxidatívvá az atmoszféra és vele együtt egy időre a hidroszféra is, a NODE után 500 millió évvel meglepő módon ismét kedvező körülmények alakultak ki a BIF-ek második képződési csúcsához. A sávós vasércet 1,88 milliárd évvel ezelőtti visszatérése egybeesik a földtörténet



2. ábra. BIF külfejtése (Pilbara-bánya, Ausztrália)

egy olyan szakaszával, amikor a magmás tevékenységben, az óceáni és a kontinentális kéregképződésben újabb csúcs figyelhető meg. Abban az időben egyszerre több nagy magmás provincia alakult ki, ami intenzív, köpenyeredetű forró anyagáramlásra utal. A megnövekedett köpenyaktivitás során a földköpeny és földmag határáról kiinduló forró köpenyanyag-feláramlások, plúmok elérték a felszínt. A plúmokhoz kötődő hidrotermás tevékenység növelte a tengerbe jutó vas mennyiségét, és mind a kontinentális, mind az óceáni kérgen képződött, vasban gazdag magmatitok eróziója szintén növelte a vas koncentrációját a tengervízben. A plúmok erőteljes környezeti és éghajlati hatása lassította az óceánvíz cirkulációját, továbbá a vulkáni eredetű hidrogén, metán, és mangán is hozzájárult a redukív, oxigénszegény viszonyok kialakulásához. A vasércformációk képződésének ez a második, rövid csúcsa akkor ért véget, amikor a globális köpenyeredetű magmatizmus is lecsengett.

A földtörténet utolsó olyan időszakában, amikor rövid időre újból visszatért a BIF-ek képződése, 800 és 600 millió év közé esik a neoproterozoikum, amikor az atmoszféra továbbra is oxidatív volt. Ennek magyarázatául ismét egy, az óceánok állapotát befolyásoló esemény szolgál. Az anoxikus körülmények mellett az is szükséges, hogy ne legyen nagy a tengervízben oldott szulfid mennyisége, mert akkor a Fe(II) azzal együtt temetődik el és nem lesz képes Fe(III)-á alakulni. A főleg Kanadában, Brazíliában és Namíbiában előforduló neoproterozoikumi vasércformációk különlegessége, hogy jég által szállított üledékek kapcsolódnak hozzájuk. Ekkoriban a Föld máskor soha nem látott, teljesen eljegesedett állapotba került, amit az utóbbi évtizedekben kidolgozott Hógyolyó Föld elmélete ír le. A teljesen befagyott óceánok vize nem tudott megfelelően keveredni, ilyenkor a Fe(II) koncentrációja megnövekedett. A kontinentális jég borította felszíne pedig megaka-

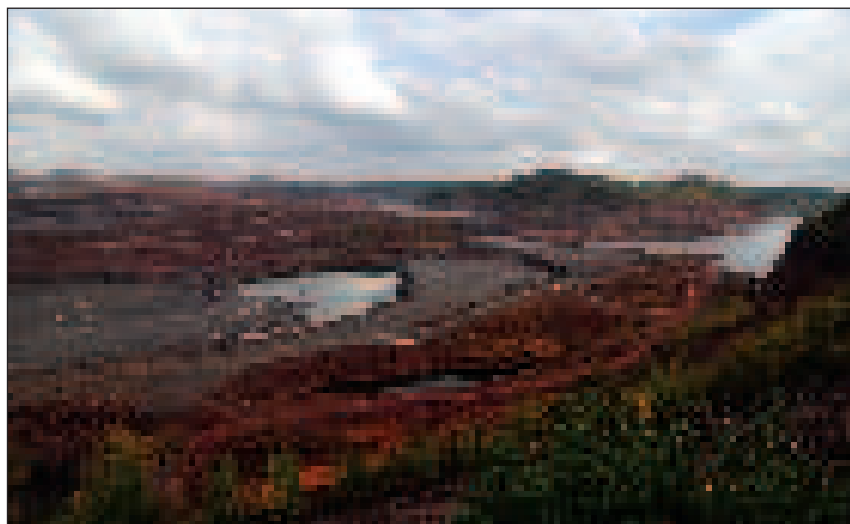
dályozta, hogy a szárazföldi mállás következtében sok szulfát jusson az óceánokba. Az eljegesedések végén, az óceáni vízkörzés helyreállásakor, a korábbi szélsőséges körülmények között felgyülemlett Fe(II) a fenékvíz feláramlása útján elérte az újra oxidatív válni kívánó felső vízréteget, és kicsapódva BIF képződését eredményezte.

A vas forrása

Valamennyi elmélet egyik sarokpontja a BIF-ekben felhalmozódott vas forrásának tisztázása. A korábbi elképzelések szerint a kontinenseket felépítő kőzetek mállásából származott a vas, amely az atmoszféra akkori alacsony oxigéntartalma miatt Fe(II) formájában eljuthatott az óceánokig anélkül, hogy oxidálódott volna. A folyók azonban oldott anyagok mellett lebegtetett üledéket is szállítanak az óceánokba, de a BIF-ekben mégsem található számottevő mennyiségű szárazföldi eredetű üledékszemcsé. Az ellentmondás feloldásában és a vas más lehetséges forrásának azonosításában a mélyvízi hidrotermás rendszerek, a „fekete füstölők” 1970-es évekbeli felfedezése

seks, amit a hidrotermás oldatok teremtettek meg. A redox viszonyokra érzékeny eurórium viselkedése megváltozik, amikor az Eu(III) Eu(II)-á redukálódik. Mivel a két vegyértékű változat kevésbé kötődik más anyagokhoz, ezért a fekete füstölőkől kiáramló fluidumok euróriumban gazdagodnak a többi ritkaföldfémhez képest. Az anomália mértéke jól összefügg a vasércformációk térbeli és időbeli előfordulásával. Az eurórium dúsulása az óceáni vulkáni hidrotermás területek közelében képződött BIF-ek jellemzője. Érdekes, hogy az idősebb, archaikumi vasércekben megfigyelt anomália a késői paleoproterozoikumra csökken, a legfiatalabb, Hógyolyó Földön keletkezett BIF-ekre pedig egyáltalán nem jellemző. Ennek magyarázata az archaikumi Föld lényegesen nagyobb hőtermelése, amire a magas olvadáspontú ásványokból álló, magas hőmérsékleten kristályosodott kőzetek, pl. a csak az archaikumban képződött komatiit utal. A lecsengő eurórium anomália a hidrotermás oldatok hőmérsékletének és ezzel együtt a köpeny hőmérsékletének csökkenését mutatja.

Az eurórium mellett egy másik ritkaföldfém, a neodimium is felhasználható a vas hidrotermás eredetének igazolására. A radiogén ^{143}Nd izotóp a radioaktív ^{147}Sm bomlása útján jön létre. A két elem viselkedése a magmás kőzetképződés so-



3. ábra. Sávvasérc-bánya (Hull–Rust–Mahoning külfejtés, Minnesota, USA)

segített. Geokémiai bizonyítékokkal igazolható, hogy valóban ezekből a rendszerekből származik a vas. A sávvasércformációkban a ritkaföldfémek közül az eurórium a többi hasonló elemhez képest dúsul, ami a hidrotermás oldatoknak a tengervíz összetételére gyakorolt hatására utal. Az eurórium dúsulásához ugyanis erősen redukív körülmények szükségsze-

rán eltérő. A samárium az olvadás és a kristályosodás során inkább az olvadéokban dúsul, míg a neodimium koncentrációja a szilárd fázisban nagyobb. A kontinentális kéreg kőzeteiből a szárazföldi mállás révén, a folyóvizekkel az óceánba jutó neodimium $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotóparánya viszonylag alacsony. Ezzel szemben az óceáni kéreg köpenyeredetű kőzeteiben

és az azokhoz kapcsolódó hidrotermás rendszerekben az olvadásfázisban helyben képződő radiogén ^{143}Nd megemeli az izotóparányt, amely így felhasználható a ritkaföldfémek és ezzel együtt más fémek forrásának azonosítására. A sávos vasérc esetében az Nd izotópok aránya egyértelműen köpenyszerű értékeket ad, és kizárja a kontinentális kéregeredetet. A „high-tech” iparban az erős mágnesekhez használt és a lézergyártásban is fontos ritkaföldfémek a geokémikusok segítségével így válnak a földtörténeti kutatásokban is nélkülözhetetlenné.

A vas oxidációja

Ha tisztázódott is a sávos vasércek fő összetevőjének az eredete, továbbra sem egyértelmű, hogy milyen folyamat vezetett az oldott Fe(II) oldhatatlan Fe(III)-á váló átalakulásához. A vas oxidációjának és kiválásának a folyamatára három különböző magyarázat is felmerült, nem kell azonban azt feltételeznünk, hogy ezek közül csak az egyik lehet helyes (5. ábra). A sávos vasérc képződésével jellemezhető hosszú földtörténeti alatt a Föld folyamatosan változott, például a légkör egyre oxidatívabb lett. A változó környezeti adottságok mellett valószínű, hogy a

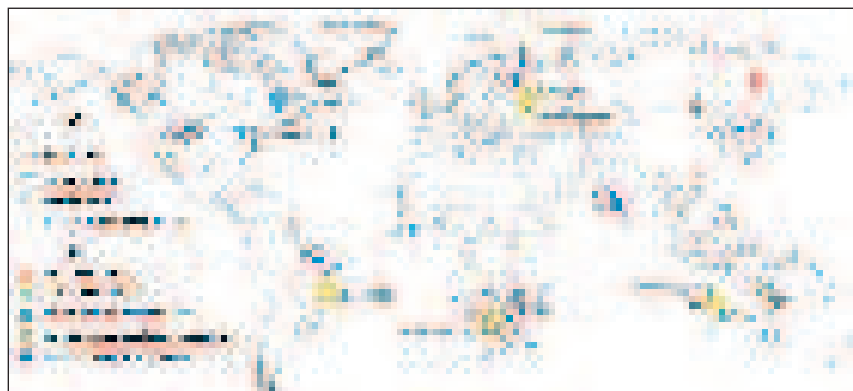
cianobaktérium élt, ott várható a sávosvasérc-formációk képződése, megkötvé a mikrobiális eredetű oxigént. Problémát jelent azonban, hogy ezzel a modellel csupán a vas-oxid jelenlétét lehet magyarázni a BIF-ekben, de azokban ezen a fázison kívül szilikátos, karbonátos és szulfidos ásványok is találhatóak. Az elmélet azt feltételezi, hogy már kialakult a fotoszintézis és ez által rendelkezésre állt az óceánokban oldott oxigén. Felmerül a kérdés, hogy mikor indult be a fotoszintézis és mikor lett elegendő oxigén az ősi óceánokban a Fe(II) oxidációjához. A cianobaktériumok által létrehozott, mikrolemezes szerkezetű üledékes kőzetek, a sztromatolitok 3,5 milliárd éve jelentek meg. A redox viszonyok változására érzékenyen reagáló elemek, a króm és molibdén vizsgálata szerint viszont csak 2,4–2,2 milliárd év között növekedett meg számottevően az atmoszferikus oxigén koncentrációja. Valószínű, hogy az idősebb sztromatolitokat létrehozó mikrobák anoxigenikus fotoszintetizálók lehettek. Ezek a vizsgálatok és megfigyelések tehát nem adnak választ arra, hogy a 2,5 milliárd éves és annál idősebb sávosvasérc-formációk milyen folyamatokkal jöttek létre szabad oxigén hiányában.

A mikrobiológiai ismeretek fejlődése a geológia számára is megtermékenyítő ha-

ilyen alternatív energiaforrást felhasználó baktériumoknak a sávos vasérc képződésében is szerepük lehetett, a Fe(II) oxidációját kemolitotróf mikrobák hajthatták végre. Kemolitotrófnak nevezzük azokat az élőlényeket, melyek az energiát szervetlen anyagok oxidálásával nyerik, és ezt a kémiai energiát használják fel a szén-dioxid megkötéséhez. Savas körülmények között az ilyen oxidációból csak kevés energia származik, ezért ezeknek a baktériumoknak sok vasat kell oxidálniuk növekedésük biztosítására. A folyamat során keletkezett vas $\text{Fe}(\text{OH})_3$ formájában válik ki a vízben. Annak ellenére, hogy a Fe(II) neutrális körülmények között instabil, néhány vas-oxidáló baktérium ilyen körülmények között virágozik, rendszerint anoxikus és oxikus környezeti határfelületen. Ilyen élőlény például a *Gallionella ferruginea*, melynek a mai légköri oxigénszintnél jóval kevesebbre van szüksége, metabolizmusához pedig oxigén mellett vasat és szén-dioxidot használ fel. Alacsony oxigénszint mellett ezeknek a szervezeteknek kiemelkedő szerepük lehetett a vas körforgásában, mert az abiotikus folyamatoknál gyorsabban végzik az oxidációt.

A Fe(II) anoxikus körülmények között más módon is oxidálódhat, anaerob fototróf baktériumok által. Ebben az esetben a baktériumok a Fe(II)-t elektron donorként használják a CO_2 redukciójához. Kísérleti eredmények szerint különböző bíbor és zöld baktériumok is képesek arra, hogy a Fe(II)-t redukálószerként használják a CO_2 megkötése, azaz a szerves anyag szintézise során. Mindezeknek a felfedezéseknek fontos következményei vannak a fotoszintézis fejlődésének és a sávos vasérc képződésének megértésében egyaránt. Ezáltal megkérdőjeleződött a korábbi feltételezés, mely szerint a BIF-ekben található Fe(III)-oxidok a szabad oxigén jelenlétét igazolják.

Az új elmélet igazolásának érdekében azt is vizsgálták, hogy az anaerob baktériumok képesek lehetnek-e a sávos vasérc képződéséhez elegendő mennyiségű Fe(II) oxidálására. Megkísérelték megbecsülni a ma ismert hatalmas érctelepek létrehozásához szükséges mikroorganizmusok számát. Fontos figyelembe venni, hogy ezek a baktériumok nem a vízszlop legfelső részén éltek, ezért a fénynek csak korlátozott hullámhosszúságú része jutott le a hozzájuk. A kísérletek szerint viszont a mélyebb vízben is fenntartható az oxidáció, bár ennek mértéke kisebb a fény teljes spektrumán megfigyelhetőhöz képest. Az eredmények arra utalnak, hogy ezek a baktériumok akár önmagukban is elvégezhetik a feláramló vas oxidálását, még mielőtt az elért volna a



4. ábra. A sávosvasérc-telepek tér- és időbeli elterjedése (Bekker et al. 2010 nyomán)

BIF-ek képződése sem mindvégig egyféle módon ment végbe.

A hagyományos modell cianobaktériumok életműködéséhez köti a vas átalakulásának folyamatát. A kékoszlatoknak is nevezett cianobaktériumok a Föld legősibb élő szervezetei közé tartoznak, fotoszintézist végeznek, ami közben oxigén szabadul fel. A klasszikus BIF keletkezési elmélet szerint az átvilágított, sekély vízben, ahol elegendő tápanyag van, a baktériumok elszaporodnak. A másik alapfeltételnek az oldott Fe(II) általános jelenlétét tekintették az óceánokban. Ahol sok fotoszintetizáló

tású. A geobiológia újszerű, interdiszciplináris tudományterülete sokat újat hozott a BIF-ek kutatásában. Az élő szervezetek, kicsik és nagyok egyaránt, redukciós és oxidációs reakciókat felhasználva nyerik az életben maradásukhoz és növekedésükhöz szükséges energiát. Habár az élővilágban az aerob, tehát az O_2 -t felhasználó légzés a legelterjedtebb, más módjai is vannak a tág értelemben vett légzésnek (respirációnak), melyek során az organizmusok az oxigén helyett egyéb elemeket használnak fel, például nitrogént, ként vagy olyan fémeket, mint a vas vagy a magnézium. Újabb vizsgálatok szerint az

sekélyebb, cianobaktériumok által benépesített vízrétegekbe. A BIF-telepek képződéséhez szükséges baktériumok száma függ az adott lerakódási terület nagyságától, az összes vas mennyiségétől, a vasban gazdag rétegek sűrűségétől és a baktériumok növekedési rátájától. A bakteriális oxidáció helyszínénél mintegy száz méter vastag zónát feltételezve, olyan sejtsűrűség adódik eredményül, amelynél a mai anoxikus tavakban akár jóval több mikroorganizmus is él. Az elmélet helyessége mellett szól az is, hogy ezzel nem csupán a vas-oxidok jelenlétét lehet megérteni és magyarázni. A redukált szerves szénnek a korai diagenézis során történő oxidációja során a Fe(III) elektron akceptorként szolgálhat, így az üledék lerakódása után annak egy része újra redukálódhatott, így lehetővé téve a vas előfordulását mindkét oxidációs állapotban. További bizonyítékot jelent a folyamat során képződő karbonátos ásványok szénizotóp-összetétele. Ezek a könnyebb, ^{12}C izotópban gazdagok, ami összhangban van a bakteriális folyamatokkal, hiszen az élő szervezetek mindig a könnyebb szénizotópot preferálják a szervesanyag-szintézis során. A baktériumok szerepének igazolásához azt is fontos számba venni, hogy elegendő tápanyag állhatott-e rendelkezésükre a növekedésük biztosításához. Ez a feltétel a BIF-ekben megőrződött nyomelemek és más nutriensek mennyisége alapján teljesült. A kísérletek eredményein kívül a baktériumok szerepének jelentőségére hívja fel a figyelmet a leszármazási kapcsolatok vizsgálata is. Az anaerob fotoszintézis bizonyíthatóan ősbibb eredetű, mint a cianobaktériumok által képviselt aerob fotoszintézis. Az archaikumban nagy mennyiségben rendelkezésre álló Fe(II)-t jól tudták hasznosítani ezek az ősi baktériumok. Ma is léteznek olyan Fe(II)-ban gazdag tavak, például az Indonéziában található Matano-tó, ahol az átvilágított felső vízrétegben sok anaerob fototróf zöld kénbaktérium él, amelyek szulfid hiányában a Fe(II) oxidációját használják fel. Az 590 méter mély Matano-tó a felső, oxigénben gazdag vízréteg alatt anoxikus, szulfátmentes és vasban gazdag. Ezek a sajátosságok alkalmassá teszik a tavat arra, hogy kicsiben az archaikumi óceán mai analógiájaként szolgáljon, ami kiemelkedően fontos az anaerob fototróf mikrobiális tevékenység és a sávvasérc-formációk kapcsolatának megértésében. Nem csoda, hogy kanadai és amerikai kutatók újabban gyakran keresik fel az indonéziai őserdő mélyén meghúzódó tavat további tudományos vizsgálatok céljából.

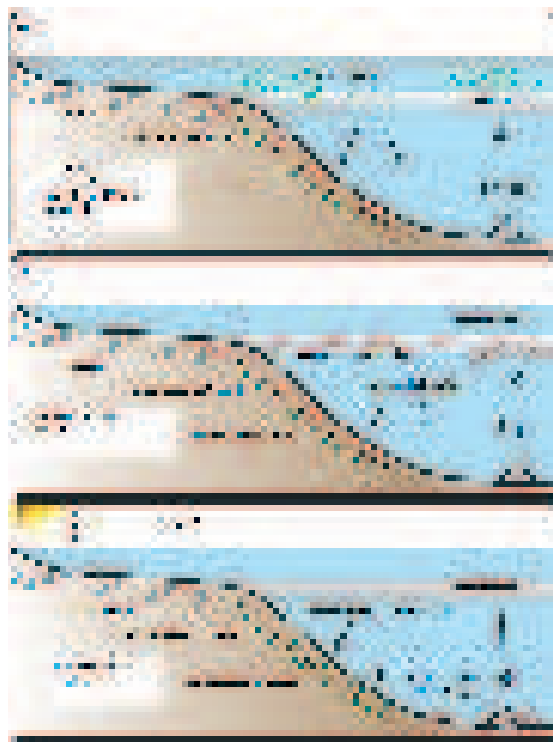
Az anaerob baktériumok mellett az ultrabolya fény is alkalmas arra, hogy oxi-

gén nélkül Fe(III)-oxidokat hozzon létre. Így merült fel annak a lehetősége, hogy a légköri ózonpajzs kialakulását megelőzően, a Földet érő nagy mennyiségű UV-foton okozhatta a vas oxidációját. Kísérleti eredmények alapján azonban úgy tűnik, hogy mégsem ez a mechanizmus állhat a sávvasérc képződésének hátterében, mert a baktériumok által sokkal gyorsabban megy végbe az oxidáció.

A kova eredete

A sávvasérc-telepek gazdasági jelentősége miatt a kutatások eddig elsősorban a vasat övező kérdések megválaszolására irányultak. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a kovás rétegek eredete egyértelműen tisztázott lenne. A későbbi korok vasban gazdag üledékeivel szemben a prekambriumi BIF-ek nagy tűzkő tartalma arra utal, hogy ekkor a mainál magasabb lehetett a tengervíz átlagos kovataralma. Ennek több oka is lehet, egyrészt még nem jelentek meg olyan szervezetek, amelyek a kovát megkötötték volna, másrészt a hidrotermás tevékenység is sokkal erősebb volt. Egyes kutatók vélekedése szerint a tengervíz oldott SiO_2 -ra nézve közel telített állapotú lehetett, így a felszíni víz felmelegedése és párolgása kiválthatta a kova kicsapódását, ami elszigetelt tengermedencékben akár évszázakos váltakozással is bekövetkezhetett. Üledékföldtani megfigyelések alapján a kova folyamatosan juthatott be a tengermedencékbe, míg ennek hatását a vas-gazdag oldatok beáramlása epizodikus felülírta. A vasat szállító feláramlások erőssége határozta meg a vas-gazdag és a kova-gazdag rétegek arányát. A kova kiválásáért felelős mechanizmus mellett a kova eredete is kérdéses.

A fő eldöntendő kérdés az, hogy a kova a vashoz hasonlóan hidrotermás eredetű-e, vagy azal ellentétben forrását a szárazföldeken keressük. A kérdés megválaszolására egy nemzetközi kutatógárda a germánium és szilícium arányát vizsgálta. A két elem félvezető tulajdonságuk miatt az elektronikai iparból ismerjük, a geokémikus azonban itt azt használja ki, hogy a vasércformációk kovás rétegeiben megőrződött Ge/Si aránya tükrözi annak a tengervíznek az elemarányát, amiből



5. ábra. A Fe(II) oxidációjának három lehetséges modellje (Bekker et al. 2010 nyomán)

az kicsapódott. Az óceánba kerülő kovának két, összetételében eltérő forrása van. Az óceánközépi hátságok mentén feltörő hidrotermás fluidumok összetétele az ottani bazaltokkal kölcsönhatásban alakul, ezek Ge/Si aránya 8×10^{-6} és 14×10^{-6} közötti. A másik forrás a kontinentális területek mállása, az innen folyóvízi beszállítással érkező kova germániumban szegényebb, Ge/Si aránya $\sim 0,6 \times 10^{-6}$. Ezeknek az arányoknak az ismeretében kiderült, hogy a sávvasérc-formációkban a Si-gazdag sávok Ge/Si aránya a kontinentális területekre jellemzőhöz hasonló. A BIF-ek kovás rétegeinek forrása tehát a szárazföldi mállásából származik. A Ge/Si arány nyomjelzőként való felhasználása azt feltételezi, hogy a források elemaránya változatlan maradt. Ez azért valószínű, mert a kontinentális kéreg és az óceáni bazaltok átlagos kémiai összetétele évmilliárdos távlatban is állandónak tekinthető.

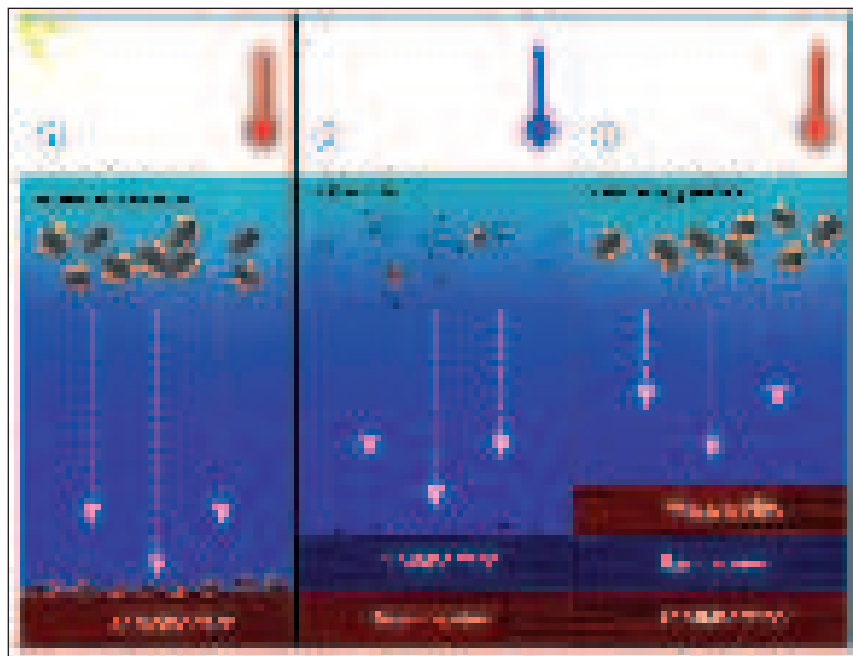
A sávosság kialakulása

A BIF-ek szembeötlő jellegzetessége a vas- és kovagazdag rétegek éles váltakozása. Ez a sajátosság is sokáig macacsul ellenállni látszott a keletkezését értelmezni próbáló elméleteknek. A rétegzést kiváltó mechanizmus korábbiaknál hitelesebb magyarázata az után merült fel,

hogyan a mikrobiális tevékenység szerepét komolyan vizsgálni kezdték. Az új modell szerint a vas oxidációját a hőmérséklet is szabályozza, ennek következtében a Fe(III) mikrobiális úton történő kicsapódása és a kova abiotikus kiválása vál-

szlopú medencékben történt. A BIF-ek képződéséhez a Fe(II) nagy távolságon keresztüli szállítása szükséges, ami anoxikus környezetben tud csak végbemenni. A felszíni víz azonban valószínűleg nem volt a BIF képződés teljes

fenn azok a körülmények és környezeti feltételek, amelyeknek a sávos vasérc létét köszönhetjük. A vasat intenzív tengeralatti vulkánosság hidrotermás oldattal hozták, szállítása a légköri oxigén dúsulását megelőző időkben redukzív vízrétegekben volt lehetséges, oxidációjához és kiválásához pedig ősi típusú mikrobák tevékenysége kellett. A kovát főleg a szárazföldi mállás juttatta a tengerekbe, kicsapódásához nem élő szervezetek tevékenysége, hanem valószínűleg a tengervíz hőmérséklet-ingadozásai vezettek, magyarázatot adva egyúttal a vasérc sávosságára is. Bőven vannak még tisztázásra váró részletkérdések, de a sávos vasérc új képződési modelljéből mára sokkal jobban értjük a Föld korai történetének különleges környezeti viszonyait.



6. ábra. Vas- és kovadús rétegek váltakozásának képződési modellje (Koehler et al. 2010 nyomán)

together, which is well known, the BIFs are named after the alternating iron-rich layers. The Fe(II) oxidation is carried out by bacteria, for which the ideal temperature range is 25–30°C. In such conditions, the largest oxidation rate is observed. Experiments show that bacteria prefer higher temperatures, while lower temperatures are preferred by iron-oxidizing bacteria. Observations show that iron-rich layers are associated with high temperatures, while iron-poor layers are associated with lower temperatures. The model is only valid in the Precambrian oceans, as there were temperature fluctuations in the oceans, which are directly evidenced by the BIFs. Direct evidence is also missing in the modern oceans, where the temperature fluctuations are negligible. The model is based on the analogy of the modern oceans, where the temperature fluctuations are negligible. The model is based on the analogy of the modern oceans, where the temperature fluctuations are negligible.

The most research shows that the large iron ore deposits are formed in the water column.

duration is such. Some mineralogical studies show that in the late Archaean and early Proterozoic, the surface water was already oxidized, so the iron was precipitated in the deeper water, where it was still reducing. The environment was still reducing, so the iron was precipitated in the water column. However, the iron-rich layers are characterized by iron-rich layers. The iron-rich layers are characterized by iron-rich layers. The iron-rich layers are characterized by iron-rich layers.

Összegzés

A sávos vasérc bányászatából nyerjük a világon előállított nyersvas döntő hányadát, a geológusokat azonban a gazdasági haszon mellett az ősi, különleges, a mai tengerekben ismeretlen üledékes közettípus keletkezését övező, nehezen megfejtendő kérdések is izgatják. Főleg a geokémia és a mikrobiológia segít új szempontokból megvilágítani a talányos érc képződését. Csak az Archaikum és a proterozoikum legelején, illetve később egy-egy rövid időszakában álltak

Irodalom

- Bekker, A., Slack, J. F., Planavsky, N., Krapez, B., Hofmann, A., Konhauser, K. O. & Rouxel, O. J. 2010. Iron formation: The sedimentary product of a complex interplay among mantle, tectonic, oceanic, and biospheric processes. *Economic Geology*, 105: 467-508.
- Beukes, N. J. & Gutzmer, J. 2008. Origin and paleoenvironmental significance of major iron formations at the Archean-Proterozoic boundary. *Reviews in Economic Geology*, 15: 5-47.
- Crowe, S. A., Jones, C., Katsev, S., Magen, C., O'Neill, A. H., Sturm, A., Canfield, D. E., Haffner, G. D., Mucci, A., Sundby, B. & Fowle, D. A. 2008. Photoferrotrophs thrive in an Archean Ocean analogue. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105: 15938-15943.
- Hamade, T., Konhauser, K. O., Raiswell, R., Goldsmith, S. & Morris, R. C. 2003. Using Ge/Si ratios to decouple iron and silica fluxes in Precambrian banded iron formations. *Geology*, 31: 35-38.
- Koehler, I., Konhauser, K. & Kappler, A. 2010. Role of microorganisms in banded iron formations. In: *Geomicrobiology: molecular and environmental perspective*. Springer, pp. 309-324.
- Rasmussen, B., Fletcher, I. R., Bekker, A., Muhling, J. R., Gregory, C. J. & Thorne, A. M. 2012. Deposition of 1.88-billion-year-old iron formations as a consequence of rapid crustal growth. *Nature*, 484: 498-501.

KATTINTSON RÁ!

www.termeszetvilaga.hu

DÁLYA GERGELY–HANYECZ OTTÓ–SZABÓ RÓBERT

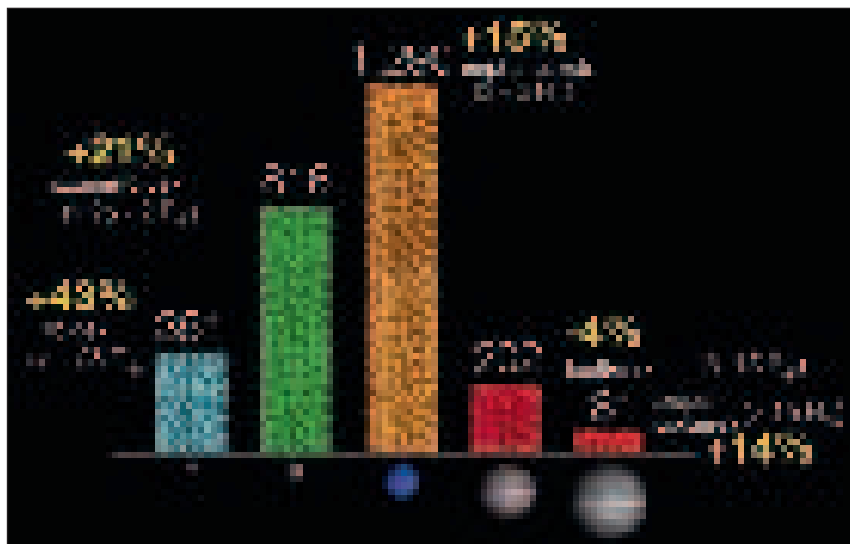
Új feladat vár a bolygóvadászra

A Kepler-űrtávcső 167 megerősített fedési exobolygójával és több mint 3500 bolygójelöltjével a NASA egyik legsikeresebb űrteleszkópja. A Kepler mérnökei azonban 2012 nyarán anomáliás viselkedést észleltek a műszer egyik lendkerékénél, és hiába próbáltak meg minden lehetséges módszert a normális működés visszaállítására, nem jártak sikerrel. 2013 májusában megismétlődött a probléma, ezúttal a négyes számú lendkerék ment tönkre. Az űrtávcső pontos pozicionálásához azonban mindenképpen szükség lenne három, jól működő lendkerékre, mert a jelenlegi kettő csak két tengely körül tudja stabilan tartani a Keplert, így az a harmadik irányban billegni fog. A problémát a Nap sugárnyomása által okozott forgatónyomaték jelenti, aminek ellensúlyozása így a lendkerék helyett a hajtóműre hárul, ez pedig igen nagy energiavesztéssel jár, és a végrehajtása kevésbé pontos. A számítások szerint ezt egyébként is legfeljebb néhány hónapig tudná fedezni az űrtávcső hajtóanyaga.

Szerencsére azonban még van remény a Kepler további tudományos hasznosítására. A NASA augusztus 2-án pályázatot hirdetett, amelyben ötleteket várt, hogy milyen tudományos programok kivitelezésére lenne alkalmas a csökkent pontosságú műszer. A kutatóknak egy hónapjuk volt a javaslataik megfogalmazására. A beérkezett pályázatok első szűrése november elsején megtörtént, de a végső szót várhatóan csak februárban mondják ki, és legkorábban 2014 nyarán indulhat az új projekt.

A kutatóknak azonban addig is bőven van tennivalójuk, az eddigi mérések révén ugyanis hatalmas adattömeg birtokába került a tudományos közösség, amelynek elemzése és kiértékelése évekig eltarthat. A program tudományos vezetője, William Borucki úgy fogalmazott: a következő két évben várhatók a legnagyobb felfedezések, és arra is igen jó esély van, hogy a hosszú adatsorok között ott lapul valahol a Föld ikertestvére is.

Szemezzünk most egy kicsit a Kepler legfrissebb eredményeiből, majd tekintsük át azokat a magyar vonatkozású és érdekesebb külföldi pályázatokat, amelyek a Kepler meghosszabbított működésére tettek javaslatot!



1. ábra. A Kepler eddig felfedezett bolygójelöltjeinek tömegeloszlása. A százalékos növekmény azt jelzi, hogy a 2013 januári bejelentéssel mennyivel gyarapodtak az egyes csoportok. A Jupiterek számának csökkenése a „hamis pozitív” jelöltek pontosabb kiszűréséből származik

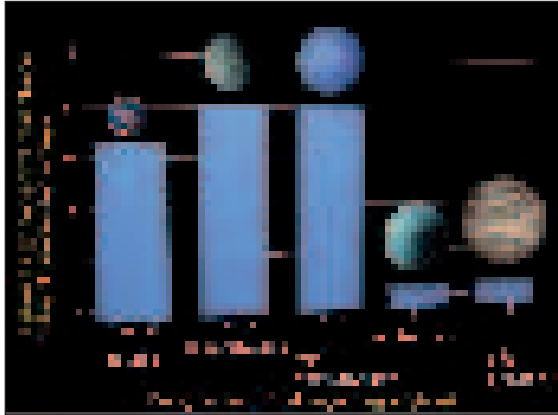
A Kepler fellövése 2009. március 6-án a floridai Cape Canaveralról



Földek Kánaánja

A Kepler valóságos forradalmat indított el az exobolygók megismerésében; évről évre egyre gyarapszik a Kepler által talált, minden kétséget kizáróan bizonyított planéták száma. Olyannyira, hogy a legújabb adatok felhasználásával immár igen érdekes statisztikákat állíthatunk fel. Érdeemes megfigyelni az 1. ábra néhány jellegzetességét. Először is, szembevető a Jupiterek és a még nagyobb, ún. szuperjupiterek alacsony száma. Ez különösen annak tükrében meglepő, hogy ezeket jóval könnyebb felfedezni, mint a kisebb bolygókat. Az is rögtön szembevető, hogy az előző adatközléshez képest igazán nagy növekedés a kisebb tömegű planéták (földek, szuperföldek) esetében tapasztalható. Ennek oka a detektálási algoritmusok érzékenységének növekedésében rejlik, és abban, hogy a hosszabb adatsorokban egyre könnyebb detektálni a kisebb változást okozó bolygókat is.

A 2. ábra figyelembe veszi, hogy a nagyobb bolygókat könnyebb észlelni, valamint azt is, hogy jóval több bolygórendszer tartalmazó csillag van a Kepler látómezőjében, de csak azokat tudjuk



2. ábra. Alsó becslés a rövid keringési periódusú bolygók figyelembevételével azon csillagok arányára, amelyeknek legalább egy bolygója van. Láthatjuk, hogy a földek és szuperföldek igen gyakoriak, Föld-méretű bolygója például a csillagok 16%-ának van

a módszerrel megfigyelni, amelyeknél a csillag előtt való áthaladás éppen látóirányunkba esik.

Az ábrán csak a 85 naposnál rövidebb keringési periódusú bolygók szerepelnek, így azt a következtetést vonhatjuk le, hogy nagyjából minden hatodik csillag körül kering Föld méretű bolygó, a Merkúr képzeletbeli pályájánál is beljebb! Ha tehát a Tejútrendszer százmilliárd csillagával számolunk, azt találjuk, hogy legalább 17 milliárd Föld méretű bolygó lehet Galaxisunkban!

Az is érdemes megfigyelni, hogy minden ötödik csillaghoz tartozik szuperföld, illetve mini Neptunusz, a forró jupiterek pedig kifejezetten ritkák. Hozzá kell tenni azonban, hogy a hosszabb periódusú bolygók még hiányoznak a mintából, mert ezek számának meghatározása sokkal nagyobb hibával lenne csak lehetséges, vagyis itt egy alsó becslésről beszélünk. Mindezek alapján kijelenthetjük: az a ritka, ha egy csillagnak nincsen bolygója.

Sokbolygós rendszerek

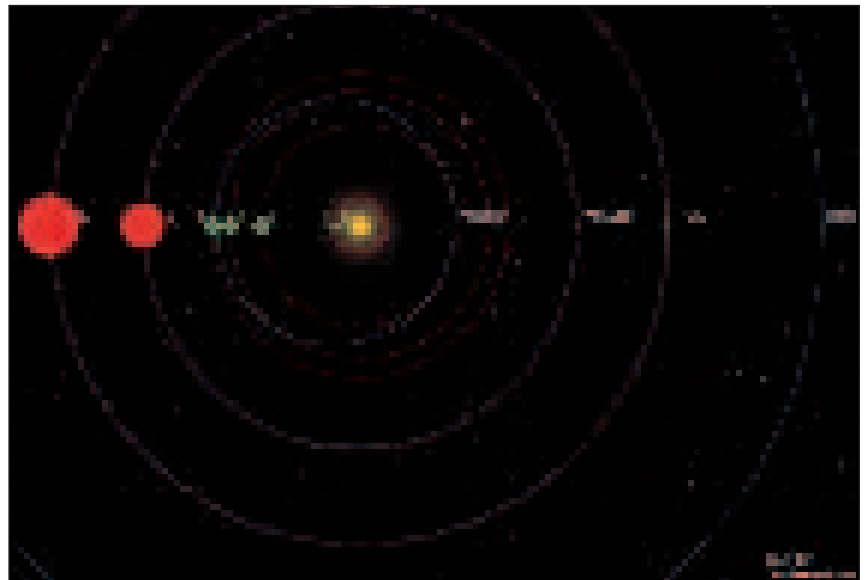
A Kepler elsődleges célja a Naphoz hasonló csillagok körüli, Föld típusú bolygók keresése volt a lakhatósági zónában. A Kepler-20 rendszer igen érdekes információkat szolgáltat számunkra ebben a tekintetben. A rendszerben összesen öt bolygó található, ráadásul tőlünk nézve mindegyik elfedi a Napnál nem sokkal kisebb központi csillagát. Az öt bolygó közül kettő méretében nagyon hasonlít a Földhöz, a másik három viszont valamivel kisebb a Neptunusznál. Azonban a Naprendszerrel összehasonlítva a Kepler-20 körül minden bolygó a Merkúr képzeletbeli pályáján belül kering!

Van azonban még egy rendszer, amely bizonyos tekintetben a Kepler-20 rendszert is felülmúlja. A Kepler-37 körül három bolygót fedeztek fel az űrtávcsővel. A Kepler-37b, amely a legközelebb kering a csillagához, nem sokkal nagyobb a Holdnál, és kisebb, mint a Merkúr! Az ilyen kisméretű bolygók felfedezését a Kepler-űrtávcső ultrapontos fényességmérései tették lehetővé. A fedés mélységéből a bolygó és a csillag méretarányára tudunk következtetni; ahhoz, hogy a bolygó méretét meghatározhassuk, előbb a csillag méretét kell tudnunk. Ezt legegyszerűbben a csillag belsejében terjedő rezgések segítségével lehet megmérni. A csillagban terjedő hullámok gyors, kis amplitúdójú fényváltozást eredményeznek, amit detektálni lehet, ha a csillag eléggé fényes. Az így megfigyelt rezgéseket tanulmányozó csillagszeizmológia

terjedő rezgések segítségével lehet megmérni. A csillagban terjedő hullámok gyors, kis amplitúdójú fényváltozást eredményeznek, amit detektálni lehet, ha a csillag eléggé fényes. Az így megfigyelt rezgéseket tanulmányozó csillagszeizmológia

für Luft- und Raumfahrt (DLR) magyar kutatója, Csizmadia Szilárd is. Hosszas vizsgálódások után az eddigi legtöbb, hét bolygót találtak ebben a rendszerben. Ennyi fedési bolygót más exobolygórendszerben még nem ismertünk, az eddigi rekorder a Kepler-11 rendszer volt hat bolygóval. A rendszerben már korábban ismert volt három bolygó, amelyek 331, 211 és 60 nap alatt kerülnek meg a csillagot. A most felfedezett bolygók rendre 7, 9, 92 és 125 nap keringési idejük. A bolygók mérete és elhelyezkedése kísértetiesen hasonlít a Naprendszerre. A legkülső azonban olyan távolságra van, mint a Föld a Naptól. Ez a hét bolygó tehát egy akkora térrészbe zsúfolódik össze, amekkorát a Naprendszerben három bolygó tölt ki.

Azonban van más érdekesség is. A KOI-351 rendszer három bolygója olyan típusú periódusrezonanciákat mutat, mint a Jupiter holdjai. Ilyen rezonanciák esetében két bolygó keringési ideje jól közelíthető két kis egész szám hányadosával. Így ez a rendszer a bolygókeletkezéssel és az



3. ábra. A Naprendszer és a KOI-351 rendszer összehasonlítása. A kék körök a Naprendszer kőzetbolygóinak, míg a pirosak a Kepler-90 rendszer bolygóinak pályáját jelölik

révén nemcsak a csillag belsejéről, hanem a koráról, méretéről, tömegéről is információt nyerhetünk.

Hasonlóságok a Naprendszerrel

Több független kutatócsoport vizsgálta a Kepler-90 rendszert (régábbi nevén KOI-351), köztük a Deutsches Zentrum

exobolygórendszerek stabilitásával foglalkozó kutatóknak is igen érdekes lehet.

A Föld ikertestvére

A nemrég felfedezett Kepler-78b jelű bolygó nem kis meglepetést okozott a kutatók számára. A bolygó mérete csak

nagyon kicsivel haladja meg a Föld méretét, valamint valószínűleg összetételét tekintve is hasonló, tehát kőzetbolygóról van szó. Egy tulajdonságában azonban jelentősen eltér szülőbolygónktól: ez pedig a csillagtól mért távolság. A Kepler-78b ugyanis mindössze 8,5 óra alatt kerüli meg a csillagát.

A rövid keringési idő alapján kijelenthetjük, hogy felszíne igen forró, semmiképp sem alkalmas az élet hordozására. A kutatók spektroszkópiai mérésekből meghatározták a bolygó tömegét, valamint a Kepler által mért fényességváltozából a méretét. Azonban eddig csak olyan bolygókat találtak, amelyeknek vagy a tömege, vagy a mérete hasonlít a Földéhez. Most először sikerült olyan bolygót találni, amely mind a két paraméterét tekintve igencsak hasonló a Földhöz: a Kepler-78b tömege 1,2-szerese, mérete 1,7-szerese a Földnek.

A legfrissebb Kepler-eredmények megismerése után most tekintsük át, mi lehet a sorsa a következő években az űrtávcsőnek, és milyen eredményeket várhatunk tőle!

A Kepler - SEP küldetés

A magyar kutatók, Szabó Róbert és Molnár László által beküldött egyik javaslat az űrtávcsövet a déli ekliptikai pólus felé fordítaná, innen ered a neve is: Kepler - South Ecliptic Pole (SEP). A négyévesnek tervezett program fő célkitűzése több ezer, nagy amplitúdóval pulzáló, illetve kettőscsillag pontos, sok éven át tartó megfigyelése, amelyet a műszer csökkent pontossága mellett is kielégítően el tudna végezni. A programtól többek között a csillagpulzáció dinamikájának és a csillagok belső szerkezetének jobb megértését várhatnánk, emellett a tervezett látómezőben található több ezer RR Lyrae típusú változócsillag hosszasan tartó, precíz megfigyelése nagy segítséget jelenthet a csillagászokat több mint száz éve foglalkoztató kérdés, a Blazskó-moduláció megfejtésében.

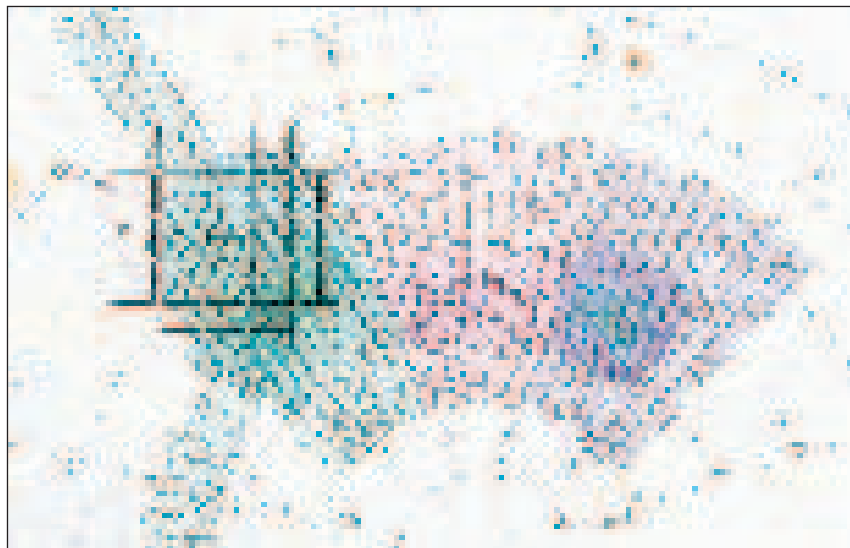
A déli ekliptikai pólus vidékéről az OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment) égboltfelmérésének köszönhetően részletes képünk van, nagyon sok különböző típusú változócsillagot ismerünk itt, például több száz cefeidát is. Ezek a csillagok jelentik a extragalaktikus távolságskála első, ezért legfontosabb lépcsőfokát. A távolságskála kalibrálásában a Nagy Magellán-felhő cefeidái igen sokat segítettek, az új látómező révén ezek is mintavételezhetővé válnak az űrtávcsővel. Az eredeti Kepler-látómezőben mindössze egyetlen cefeidát találtak, így most lehetőség lenne bepó-

tolni ezt a hiányosságot. A Nagy Magellán-felhő többi objektumának hosszasan tartó, pontos megfigyelése szintén fontos felfedezésekhez vezethetne a csillagok és galaxisok asztrofizikájában.

A javaslat további előnye például, hogy nem kellene jelentősen átprogramozni az űrtávcső szoftverét, ugyanis – néhány más beadvánnyal ellentétben – továbbra is csillagok fotometriáját végeznék, csak más irányba kellene fordítani. Az új

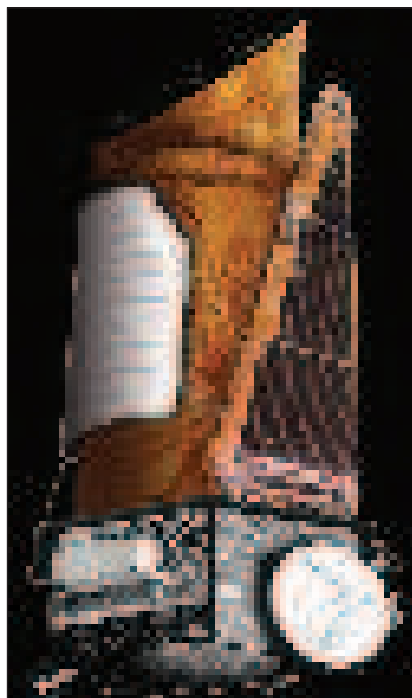
látómezőben évi néhány szupernóva fel-tűnése is valószínű, ilyen jelenséget még soha nem figyeltek meg Kepler-pontos-ságú űrtávcsővel, viszonylag folyamatos mintavételezés mellett. Emellett a Kepler eredeti céljától sem kellene túlságosan el-rugaszkodni: a műszer továbbra is képes lesz exobolygók felfedezésére.

A pályázat egyik legfontosabb eleme azonban kétségkívül az, hogy a megfigyelt területet a Kepleren kívül sok ké-



4. ábra. A piros pont mutatja a déli ekliptikai pólust. A két sötétebb folt a Nagy és a Kis Magellán-felhő, a kereszt alakban elhelyezett 21 kis négyzet szemlélteti a Kepler látómezőjét, míg a sok kicsi terület az OGLE-projekt keretében vizsgált mező

A Kepler-űrtávcső



szülő, illetve már működő földi és űrtávcsővel tervezik vizsgálni, minél hosszabb adatsorokat nyerve minél több berendezéssel. Az OGLE teljes csapata a magyarok javaslata mellé állt, továbbá a jelenleg tervezett legnagyobb volumenű és legprecízebb égboltfelmérési program, az LSST (Large Synoptic Survey Telescope) vezetőivel is sikerült megállapodni arról, hogy ha ez a javaslat nyer, a terület egy részét úgynevezett „deep-drilling” státuszba sorolják, vagyis az átlagosnál jóval gyakrabban rögzítenek majd innen adatokat. Az űrtávcsövek közül érdemes megemlíteni az Európai Űrügynökség nemrég felbocsátott asztrometriai műholdját, a Gaiát, illetve a NASA 2017-re tervezett, fedési exobolygókat kereső űrtávcsővét, a TESS-t (Transiting Exoplanet Survey Satellite). Mindezek a programok egymás méréseit kiegészítve fognak működni, így hozva létre a kutatók számára az eddigi legjobb lehetőséget a hosszú időskálájú jelenségek tanulmányozására.

Molnár László és Szabó Róbert egy másik javaslatot is beadott, amely a Kepler-Cont nevet viseli, és a távcsövet meghagyná eredeti pozíciójában. A Kepler

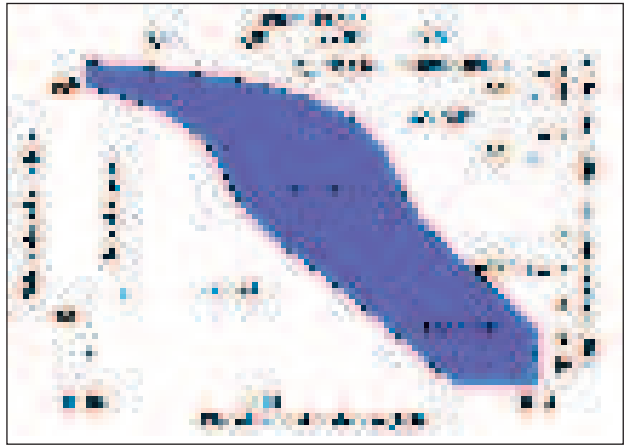
jelenlegi pontossága mellett is érdemes lenne folytatni az érdekes változócsillagok megfigyelését, a hosszabb adatsorok igen hasznosak lennének. A program az eddigi mintavételezésen is változtatna, kevesebb csillagot, de sűrűbb mintavételezéssel mérne a Kepler. Ez a távcső eddiginél jelentősebb elmozdulása miatt lenne szerencsés.

További érdekes pályázatok

William Borucki, a Kepler jelenlegi vezetője (NASA Ames Kutatóközpont) szintén azt javasolta, hogy a Kepler látómezőjén ne változtassanak, beadványában a KOI-objektumok (Kepler Objects of Interest) megfigyelésére helyezné a hangsúlyt, vagyis azokat a csillagokat mintavételezné, amelyek körül a misszió kutatói exobolygókat valószínűsítenek, vagy más miatt érdekesnek nyilvánítottak. A javaslat szerint a Kepler továbbra is elég pontos ahhoz, hogy a csillagtól távolabb keringő, nagyobb bolygókat kimutassa. Ezek azonban a hosszabb keringési idő miatt az eddigi küldetés négy éve alatt nem biztos, hogy többször is megkerültek csillagukat, vagyis az eddigi adatokból nem lehet biztosan állítani, hogy ott vannak. A további megfigyelések hosz-

A Los Alamosi Nemzeti Laboratórium munkatársa, Joyce A. Guzik által írt beadványnak célja nyílthalmazok megfigyelése a Kepler űrtávcsővel. A műszer eddigi látómezejében mindössze négy ilyen csillagrendszer van, így hasznos lenne a további nyílthalmazok pontos fotometriai vizsgálata, illetve a bennük található δ Sct, γ Dor, illetve cefeida típusú változócsillagok megfigyelése. A nyílthalmazok egyebek mellett azért is lennének jó célpontok, mert csillagaik tőlünk közel azonos távolságra vannak, egyidősek, és ugyanabból a kezdeti anyagcsomóból születtek, vagyis a csillagfejlődés tanulmányozásához remek lehetőséget nyújtanak. Hasonló elképzelést nyújtott be Conny Aerts és munkatársai a Leuveni Egyetemről. Ők az NGC 2244 jelű fiatal nyílthalmaz komplex vizsgálatát javasolják földi távcsövek és spektrográfok támogatása mellett.

Teljesen más javaslatot küldtek be Niklas Edberg és munkatársai a Svéd Űrfizikai Intézettől. Javaslatuk szerint egy öt hónapos időtartamra a távcsővel a 67P/Csurjumov-Geraszimenko űstökös csöváját kellene megfigyelni, ugyanis a Rosetta űrszonda ekkor fogja feltérképezni az űstökös, illetve a Philae nevű leszállóegysége (amelynek fejlesztésében a KFKI és a BME szakemberei is részt vettek) ekkor landol az égitest felszínén. Míg ezek az űreszközök közelről vizsgálják majd az űstökös magját, kómáját, a Kepler a kóma és a csóva teljes szerkezetét feltérké-

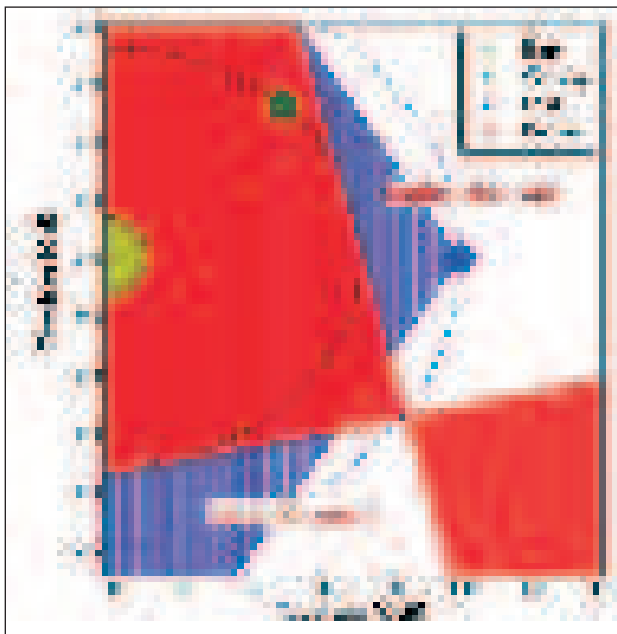


6. ábra. A kék sáv mutatja egy átlagos fehér törpe körüli lakhatósági zónát, vagyis azt, hogy hol lenne lehetséges folyékony vizet találni a bolygó felszínén. A vízszintes tengelyen a bolygó csillagtól való távolsága, felül a keringési ideje van feltüntetve, míg a függőleges tengelyen a fehér törpe korát és effektív hőmérsékletét láthatjuk. A pontozott vonal jelzi a Roche-határt, vagyis azt a távolságot, ahol a bolygóról anyag kezd átáramlani a csillagra. A szaggatott vonaltól balra pedig az árapályerők teszik lehetetlenné a bolygó egyben maradását

pezheti, és megfigyelheti ezek fejlődését, ahogy az égitest egyre inkább megközelelti a Napot. Földi észlelésekkel kiegészítve sztereóképet kaphatnánk az űstökös szerkezetéről. További előnye lenne az űrtávcsöves megfigyelésnek az is, hogy a Kepler immár fél csillagászati évszázadra eltávolodott a Földtől, így egy ideig még akkor is végezhetné a megfigyeléseket, amikor a földi teleszkópok számára a Nap közelsége ezt lehetetlenné teszi.

Ugyanezt az előnyt, a Kepler és a földi megfigyelők eltérő helyzetét használná ki Kevin Stevenson és munkatársai a Chicagói Egyetemről, és tőlük függetlenül egy másik beadványban David Trilling és csapata az Észak-Arizonai Egyetemről. Ezekben a projekteken földközeli kis égitestek (NEO – Near-Earth Object) felfedezésére használnák a Keplert. Itt is nagy előnyt jelentene, hogy a Naphoz közelebbi objektumokat tudnánk felfedezni, mint a Földről. A szerzők szerint egy év alatt körülbelül 150 új NEO-t találhatnának, ezek közül kb. 50 potenciálisan a Földre is veszélyt jelenthetne. A program során azokat a kisebb égitesteket is ki lehetne szűrni, amelyek az űrszondákra jelentenek veszélyt.

Mark Marley és munkatársai a NASA Ames Kutatóközpontjából a Neptunusz megfigyelésére vonatkozó programot dolgoztak ki. Javaslatuk szerint a Neptunusz belső oszcillációit lehetne tanulmányozni az általuk okozott parányi fényességváltozás detektálásával, így feltérképezhetnénk a bolygó belső szerkezetét, hasonlóan ah-



5. ábra. Az ábrán a kék terület jelzi a Földről már nem észlelhető tartományt, míg a piros az űrtávcső számára elérhetetlen területeket. Látható, hogy a Kepler „belátna” a Föld elé, és felfedezhetné a Nap felől közelítő kisbolygókat

szabb adatsorokat eredményeznének, így lehetőség nyílna ezen bolygók felfedezésére is.

űreszközök közelről vizsgálják majd az űstökös magját, kómáját, a Kepler a kóma és a csóva teljes szerkezetét feltérké-

hoz, mint amikor a szeizmológusok a földrengéshullámok segítségével alkotnak képet a Föld belsejéről. A Neptunusz tanulmányozása azért is hasznos lenne, mert a Kepler-űrtávcső eddigi mérései alapján az ilyen típusú exobolygók elég gyakoriak.

Mukremin Kilic és munkatársai az Oklahomai Egyetemről a fehér törpék behatóbb vizsgálatát javasolták. A fehér törpék elég nagy hányada körül valószínűsítenek exobolygókat, azonban ez idáig még egyetlen sem sikerült felfedezni. A fehér törpe és a bolygója közti méretarány nem olyan nagy, mint más rendszerek esetében, így könnyebb lenne a tranzit-módszer segítségével detektálni ezeket az exobolygókat. A számítások szerint a 2018-ra tervezett James Webb Űrteleszkóp (JWST) képes lenne kimutatni a biomarkereket is egy ilyen rendszer esetén, de ehhez előbb meg kellene találni a célpontokat. Ezt a feladatot bíznák a Keplerre.

A felhívásra jellemzően hivatásos kutatók



A meghibásodott lencserék

tők küldték be javaslatukat, de egy végzős gimnazista, Mohamed Salah Elghamry is megfogalmazta saját elképzeléseit, amelyek technikai jellegű problémák megoldásáról szólnak. A 42 beadvány között vannak olyanok is, amelyek azzal foglalkoznak, hogyan lehetne az űrtávcső korlátozott mintavételezési képességét optimálisan kihasználni. Ezek konkrét észlelési programot nem tartalmaznak, inkább általános érvényű elméleti számításokat, illetve technikai trükköket, amelyek bármely későbbi program során hasznosak lehetnek.

Bármilyen tudományos feladatot választ is a NASA a Kepler számára, az eddigi eredményekkel az űrtávcső már beírta magát a csillagászat nagykönyvébe. ☞

Köszönetnyilvánítás:

A Keplerrel kapcsolatos magyar kutatásokat az OTKA K-83790 támogatta.

Irodalom

- Borucki, W. J. : Proposal to Determine the Frequency of Long-Period Planets in the Habitable Zone of Solar-like Stars, proposal, 2013, <http://keplergo.arc.nasa.gov/docs/WhitePapers/Borucki-FreqLong-PeriodPlanets.pdf>
- Cabrera, J., Csizmadia Sz. és mtsaik: The Planetary System to KIC 11442793: A Compact Analogue to the Solar System, 2013, *Astrophysical Journal* 781, 18, 2014.
- Edberg, N. J. T. és mtsai: Simultaneous Rosetta in situ and Kepler remote observations of the tail and coma of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, proposal, 2013 http://keplergo.arc.nasa.gov/docs/WhitePapers/Edberg_white_paper_final.pdf
- Elghamry, S. M.: A Response for "Call for White Papers (...)" from NASA, proposal, 2013 http://keplergo.arc.nasa.gov/docs/WhitePapers/Elghamry_Response.pdf
- Guzik, J. A. és mtsai.: Observing Open Clusters with a Sequence of Ages with Kepler, proposal, 2013, arXiv:1310.0772
- Kepler Mission Manager Update, 2012. 07. 24.
- Kepler Mission Manager Update, 2013. 05. 15.
- Kilic, M. és mtsai: Habitable Planets around White Dwarfs: an Alternate Mission for the Kepler Spacecraft, proposal, 2013 <http://keplergo.arc.nasa.gov/docs/WhitePapers/Kilic.pdf>
- Marley, M. és mtsai: Probing Neptune with Kepler, proposal, 2013 http://keplergo.arc.nasa.gov/docs/WhitePapers/Marley_Kepler_Neptune.pdf
- Molnár L., Szabó R. és mtsaik: The Kepler Cont Mission: Continuing the observation of high-amplitude variable stars in the Kepler field of view, proposal, 2013, *Astrophysical Journal*, 774, 54, 2013.
- Sanchis-Ojeda, R., Rappaport, S. és mtsaik: Transits and Occultations of an Earth-sized planet in an 8.5-hour Orbit, 2013, arXiv:1305.4180
- Stevenson, K. B. és mtsai: NEOKepler: Discovering Near-Earth Objects Using the Kepler Spacecraft, proposal, 2013 <http://keplergo.arc.nasa.gov/docs/WhitePapers/Stevenson+etal-2013-NEOKepler.pdf>
- Szabó R., Molnár L. és mtsaik: The Kepler-SEP Mission: Harvesting the South Ecliptic Pole large-amplitude variables with Kepler, proposal, 2013, arXiv:1309.0741

E számunk szerzői

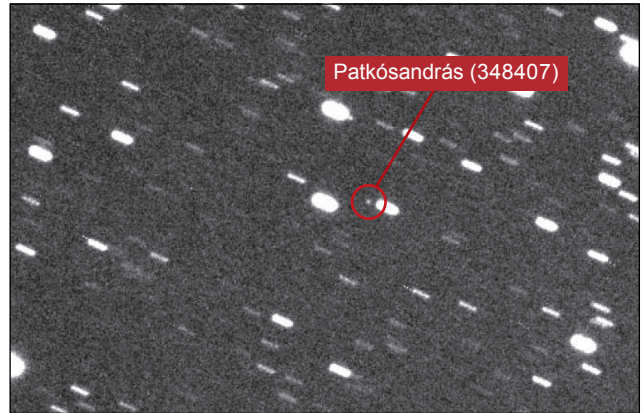
ANTONI GYÖRGYI igazgató, ELTE Pályázati és Innovációs Központ, Budapest; ANGELO OSMIRO BARRETO író, történész, Fortaleza, Brazília; DÁLYA GERGELY egyetemi hallgató, ELTE, Budapest; EGRI ÁDÁM biofizikus, doktorandusz, ELTE Környezetoptika Labor, Biológiai Fizika Tanszék, Budapest; HANYECZ OTTÓ, MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet, Budapest; DR. HERCZEG TAMÁS biofizikus, ELTE Környezetoptika Labor, Biológiai Fizika Tanszék, Budapest; DR. HORVÁTH GÁBOR biofizikus, habilitált egyetemi docens, az MTA doktora, ELTE Környezetoptika Laboratórium, Biológiai Fizika Tanszék, Budapest; DR. KISS LÁSZLÓ akadémikus, csillagász, az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet tudományos igazgatóhelyettese, Budapest; DR. KRISKA GYÖRGY biológus, ELTE Biológiai Intézet, Budapest és MTA Dunakutató Intézet, Ökológiai Kutatóközpont, Vácrátót; KOVÁCS ZSÓFIA, ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Budapest; DR. LENTE GÁBOR egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Kémiai Intézet, Debrecen; LUKÁCSI BÉLA rádiós tudományos újságíró, Budapest; DR. MAJER JÓZSEF professor emeritus, biológus, Pécsi Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Ökológiai Tanszék, Vácrátót; MAJOR ISTVÁN egyetemi tanár, Fortaleza, Brazília; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; MEZŐ SZILVESZTER muzeológus, Déri Múzeum, Debrecen; DR. PATKÓS ANDRÁS akadémikus, fizikus, ELTE Természettudományi Kar, Fizikai Intézet, Atomfizikai Tanszék, Budapest; DR. PÁLFY JÓZSEF akadémikus, tszv. egyetemi tanár, ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék és MTA-MTM-ELTE Paleontológiai Kutatócsoport, Budapest; DR. SZABÓ RÓBERT tud. főmunkatárs, MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; DR. VÁSÁRHELYI TAMÁS muzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest; DR. TÉL TAMÁS fizikus, egyetemi tanár, ELTE Elméleti Fizikai Tanszék és MTA-ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport, Budapest.

Egy felfedezés története

A Tudományos Újságírók Klubja által adományozott Az Év Ismeretterjesztő Tudósa Díjnak lassan hagyományos kísérője, hogy a legfrissebb kitüntetettéről egy kisbolygót is elneveztetünk. Miként lehetséges ez és mit lehet tudni a legújabb díjazott égitestéről, a (348407) Patkósandrás jelzésű naprendszeri parányról?

Mint az köztudott, a Naprendszerben az óriásbolygók közötti tér egyáltalán nem üres. Kisebb-nagyobb égitestek jól elkülönülő pályákon keringve benépesítik a bolygóközi űrt. A Nap közelében kigázosodást mutató üstökösök parányi jéges objektumok, általában nagyon elnyúlt pályákon, akár több ezer éves keringési periódusokkal. A kómát és csóvát nem növesztő, ezért általában száraz, sziklás égitesteknek tekintett kisbolygók ezzel szemben kevésbé extrém pályákon mozognak és több övbe sűrűsödnek. Legismertebb a kisbolygók főve, ami a Mars és a Jupiter pályája közé esik, jelenleg már több mint negyedmillió ismert taggal. A legelsőként felfedezett kisbolygó – közel 1000 km-es mérete miatt ma törpebolygóként tekintünk rá – az (1) *Ceres* jelzésű égitest volt, amire 1801. január 1-jén bukkant rá *Giuseppe Piazzi* olasz csillagász egy széles európai összefogás (a *Zách János Ferenc* magyar csillagász által kezdeményezett „Égi rendőrség”) tagjaként, s a rákövetkező évtizedekben egyre szaporodtak a felfedezések.

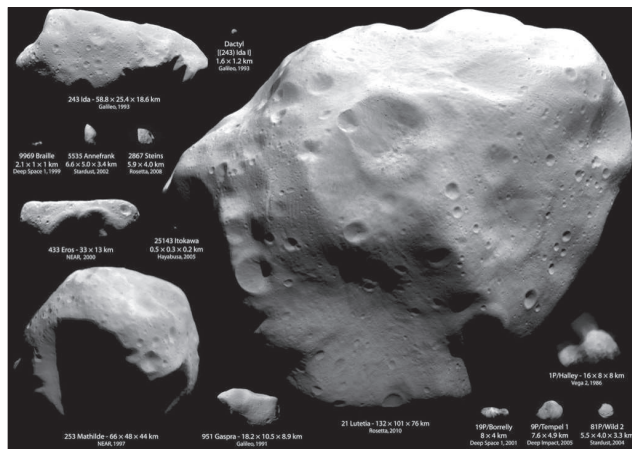
Sokáig csak vizuális technikával keresték a csillagokhoz képest elmozduló fénypontokat az égen, aztán a csillagászati fényképezés megjelenése nagyságrendekkel felgyorsította a parányi testek felfedezését. Egy-egy éterületről fotókat ké-



A halvány kisbolygó elmozdulására korrigáltan összeadott felvételeken a csillagok rövid csíkokká torzultak, a képek közepén pedig jól látszik a látszólag mozdulatlan fénypötty, a Patkósandrás kisbolygó. Sárnecky Krisztián felvétele 2005. május 12-én készült

ezek nélkül teljes káoszba fulladna az immár lassan milliós létszámot elérő társaság nyilvántartása. A *Nemzetközi Csillagászati Unió* (International Astronomical Union, IAU) külön naprendszeri nevezéktanra foglalkozó bizottságot tart fenn évtizedek óta, s ennek egyik albizottsága irányítja az újonnan felfedezett kisbolygók elnevezéseit, illetve katalogizálását. Az *IAU Minor Planet Center* (Kisbolygó Központ) az a tudományos szervezet, amely gyűjti a kisbolygók pályaszámításához szükséges koordináta-méréseket. Egy korábban ismeretlen kisbolygó feltűnése valamilyen csillagászati felvételeken akkor válik elismert felfedezéssé, ha a kimért koordináták alapján kizárható egy korábban detektált égitesttel való azonosság. Több éjszakán is szükséges koordinátákat kimérni, hogy egy átmeneti azonosítót kapjon az újonnan felfedezett objektum. Ezek után el kell telnie pár évnek, hogy az idővel egyre hosszabb ismert pályáiv alapján kellően pontos pályaelemeket lehessen meghatározni, amelyek alapján már pontos égi koordináta-előjelzéseket lehet számítani (azaz kizárható legyen még újabb felfedezésekkel való azonosság). Ekkor kaphat hivatalosan is nevet az átmeneti azonosító helyett a kisbolygó: egy sorszám és egy név tartozik mindegyikhez és az IAU főszabályként továbbra is azt követi, hogy a felfedező csillagász az alapértelmezett névadó (de természetesen más is javasolhat neveket, ha a felfedező valamilyen okból kifolyólag nem foglalkozik a kérdéssel).

Magyarországon a kisbolygó-felfedezéseknek két hulláma volt az elmúlt 80 évben. Elsőként *Kulin György* csillagász, akkoriban a svábhegyi csillagvizsgáló munkatársa végzett eredményes munkát a Normafától alig 300 méterre ma is megtalálható 60 cm-es teleszkóppal. 1936 és 1941 között kb. két tucat kisbolygót fedezett fel, mellettük pedig egy üstökösre is rábukkant 1942-ben. A Kulin-féle felfedezések jellemzően magyar vagy magyar vonatkozású nevet kaptak: pl. Salonta, Bolyai, Corvina, Pannonia, Hunnia, Attila, Mát-ra, Detre, Balaton stb. Több évtizednyi szünet után a második hullám 1998-ban kezdődött, amikor *Sárnecky Krisztián*



A földi űrszondák által meglátogatott naprendszeri parányok változatos alakú és felszínű égitestek

szítve már néhány perc, esetleg egy-két óra különbséggel jól észrevehető a halvány aszteroidák elmozdulása. A digitális technika kb. 25–30 éve teljesen felváltotta a fotózást, és a nagyobb érzékenységgel, illetve kimondottan kisbolygókra és üstökösökre vadászó égboltfelmérő programoknak köszönhetően még több felfedezés vált lehetővé.

Nem véletlen, hogy a nagyszámú kisbolygó katalogizálását és nevezéktanát szigorú szabályok mentén fektették le, hiszen

án, először még egyetemi hallgatóként, majd doktorandusz-ként, utóbbi években pedig az akadémiai csillagászati intézet munkatársaként kisbolygók ezreit találta meg a Piszkestetői Observatórium 60 cm-es Schmidt-távcsővével és CCD-kameráival. A nagyobb érzékenységek és a digitális technika egyéb előnyeinek köszönhetően mindmáig előfordul, hogy a Schmidt-távcső egy-egy képén akár 40–50 kisbolygó is látszik, közülük pedig esetleg több is új felfedezésnek bizonyul a kisbolygó-katalógussal való egybevetés után.

2005. május 12-én szép derült, enyhe tavaszi éjszaka borult a Piszkestetői Observatórium fölé. Négy nappal jártunk az újhold után, azaz kora este még egy vékony holdsarló látszott a nyugati horizont felett, utána viszont sötét égbolt alól készülhettek a felvételek. Néhány képen feltűnt egy halvány fénypont, amely nem volt beazonosítható egyetlen ismert kisbolygóval sem. A következő napokban további észlelések születtek, így kapta végül a bolygó a 2005 JC94 jelölést. Ezek után teltek-múltak az évek, újabb és újabb koordináta-mérések készültek az immáron ideiglenes jelölést kapott objektumról. 2012 végére váltak a pályaelemek annyira pontossá, hogy sorszámot kaphatott a kisbolygónk, innen pedig csak egy lépés volt, hogy Az Év Ismeretterjesztő Tudósa kitüntettesse „megkaphassa” az aszteroidát. A díjazott, *Patkós András* akadémikus egész véletlenül éppen május 12-én született, így esett a 2005 JC94-re a megtiszteltetés, hogy 2014. január 16-tól a világ csillagásza már (348407) Patkósandrás néven ismerjék.

A Patkósandrás kisbolygó 2,67 évente kerüli meg a Napot, ellipszis alakú pályájának félnagy tengelye 1,93 csillagászati egység, a pálya pedig közel 23 fokos szögben hajlik a Föld pályasíkjára, azaz az ekliptikára. Ezek alapján az ún. Hungaria-



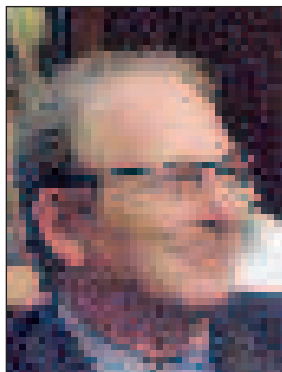
Piszkestető felett derült az ég! A kép jobb alsó sarkában a Schmidt-távcső kupolája, nyitott kupolaréssal (Kuli Z. felvétele)

családba tartozik, amelybe hasonló pályaelemű, így vélhetően hasonló eredetű kisbolygók csoportosulnak. Becsült átmérője kb. 1 km, azaz gömb alakúnak feltételezve térfogata mintegy fél köbkilométer, felszíne pedig pí (3,14) négyzetkilométer – nagyjából 314 hektárnyi szép terület. Parányi átmérője és a Marstól is távolabb keringése miatt még a legjobb láthatóságok idején sem fényesebb 19–20 magnitúdónál (ez kb. egy normál gyertyalátszó fényessége Párizs távolságából), azaz amatőr műszerekkel elérhetetlenül halvány. Ettől függetlenül legyünk büszkéek a legújabb magyar nevű kisbolygóra, amely az emberi civilizáció időskáláit tekintve az örökkévalóságnak is megörökíti Patkós András részecskefizikus nevét!

KISS LÁSZLÓ

Az Év Ismeretterjesztő Tudósa: Patkós András

A Tudományos Újságírók Klubja által 1996-ban alapított Az Év Ismeretterjesztő Tudósa Díjat kisbolygóval a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Székházában ez év februárjában Patkós András akadémikus, fizikaprofesszor vehette át a TUK elnökétől, Dürr Jánostól a tudomány közkinccsé tételéért végzett kiemelkedően eredményes munkásságáért.



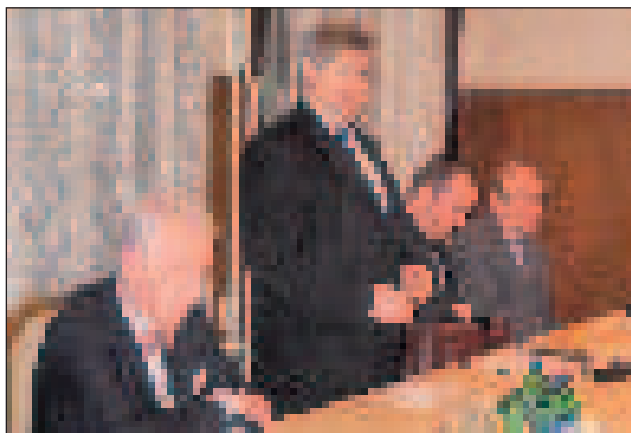
A rendezvényt megtisztelte jelenlétével és köszöntőt mondott Vizi E. Szilveszter akadémikus, az MTA korábbi elnöke, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat elnöke, valamint Kiss László csillagász, akadémikus, az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet tudományos igazgatóhelyettese, aki ismertette a kisbolygó-elnevezés körülményeit.

A díjátadás után Patkós András A tudományos alkotás és hatása címmel tartott előadást az egybegyűlteknek.

Az Év Ismeretterjesztő Tudósa Díjat elsőként Simonyi Károly akadémikus, fizikaprofesszor kapta meg, majd az évek során az elismerésben részesült R. Várkonyi Ágnes akadémikus, történész, Csányi Vilmos akadémikus, etológus, Falus András akadémikus, immunológus, Marx György akadémikus, fizikus, Vekkerdi László irodalom- és tudománytörténész, Csermely Péter akadémikus, biokémikus, Vámos Tibor akadémikus, villamosmérnök, Freund Tamás akadémikus, agykutató, Lukács Béla fizikus, Kordos László geológus, Almár Iván úrkutató, Illés Erzsébet planetológus, Hargittai István akadémikus, kémikus, Hargittai Magdolna akadémikus, kémikus, valamint Schiller Róbert kémikus. A korábbi években a tudományos újságírók szavazatai szerint ők tették a legtöbbet a tudomány közérthető megjelenítéséért, népszerűsítéséért az írott és az elektronikus sajtóban a tudomány legkiválóbb művelői közül.

Dürr János megnyitja a díjátadó ünnepséget

Balról: Vizi E. Szilveszter akadémikus, Dürr János, Hajdú Ferenc és Patkós András (Trupka Zoltán felvételei)



A tudományos alkotás és hatása

A természetről szerzett tudásunkat a csiszolt gyémánt szépségével vetekedő természettörvényekben foglaljuk össze. Egy-egy tömör szimbólumokkal kifejezett, *Newton*, *Maxwell* vagy *Einstein* nevéhez kapcsolt természettörvény teljesítő képessége a hozzájuk vezető résztörvényeknek és az azokból kibontható következtetéseknek a mikrovilágtól az extra-galaktikus tartományokig terjedő, univerzális érvényességében jelenik meg. E komplex eszköztár részletekbe menő elsajátítása az alapja a kutató fizikus és kémikus, a tervező mérnök vagy a fizikai eszközökkel diagnosztizáló orvos sikerességének.

A szélesebb társadalom nem a szakmai rész tudások közös gyökerét értékeli, sokkal inkább az emberi létnek a világ egészébe való harmonikus beillesztésében fogadja el, vagy éppen kérdőjelezi meg a tudomány szerepét. Az emberközpontú világfelfogásokhoz (minden vallás alapvetően ide tartozik) képest a tudományos világnépek alakulásában megnyilvánuló tendenciák sokakat elbizonytalanítanak. Az a szimmetria-elv, amelyik szerint a Világegyetem bármely pontjából nézve ugyanazt az arcát mutatja, vagy az a megállapítás, amely szerint a mikrovilág törvényei megnyilvánulásaiban a mindennapos tapasztalatból leszűrt ok-okozati felfogás sérül, sokakat elidegenít a tudománytól. Mintha az emberi lét értelmét vonná kétségbe a Világegyetem mérhetetlen nagy és a szubatomis világ mérhetetlenül kicsiny objektumainak az ember létezésére érzéketlen világa. Nem mindenki osztozik a kutatóknak abban a meggyőződésében, hogy tudásunk szüntelen kiterjesztése a legnagyobb és a legkisebb méretek tartományára – Saint-Exupéry-t idéző kifejezéssel – valójában az Univerzum emberhez szelídítésének, humanizálásának folyamata.

Azokat a tudományos alapokra épített emberi léptékű eszközöket, amelyeket valaha is emberellenes módon használtak, a közvélemény szorosan vett alkalmazási körüktől elszakítva, általános tudománykritikai szimbólumokká stilizálta.

A tudományos igazságok bizalommal társuló befogadására akkor van esélyünk a nagyközönségnél, ha új, nagy hatású, pozitív töltetű metaforákat tudunk hozzákapcsolni a tudomány előrehaladásához. Érdemes felfigyelni a Naprendszeren kívüli Föld-típusú bolygók kutatása iránti pozitív érdeklődésre, amely megalapozza a sokkal szélesebb spektrumú asztrofizikai kutatások társadalmi elfogadottságát.

Aktualitása miatt is érdemes pozitív példaként megismerni *Tom Kibble*-nek, az Imperial College professzorának munkásságával, aki (társaival, *Carl Richard Hagen*mel és *Gerald Guralnik*kal) néhány hónappal *Peter Higgs* után publikált munkájában bizonyító erejű előrelépést tett az elemi részecskék tömegének eredetét értelmező, 2013-ban Nobel-díjat érő felismerés érvényességével kapcsolatban. Ennek a felfedezésnek a következményeit igen bonyolult technikai eljárásokkal, további Nobel-díjjal jutalmazott alkotásokban dolgozták ki, majd a segítségükkel előre jelzett jelenségeket óriási kísérleti apparátussal ellenőrizték. Mindennek a sok évtizedes erőfeszítésnek a részleteit a nagyközönség nem értékeli, legfeljebb az LHC mindent eldöntő kísérleti berendezésének 10 milliárd dolláros költsége hallatán szisszen fel.

Kibble professzor sem mutatott érdeklődést a gyorsító részecskefizikai kísérleteket értelmező bonyolult részletek kidol-

gozása iránt. Kivételes invenciójával az Univerzum fejlődéstörténetében is rátalált a Brout–Englert–Higgs (BEH-)mechanizmus helyére. Felismerte, hogy az Univerzum történetében az egymással oksági kapcsolatban nem lévő kozmikus tartományokban egymástól függetlenül végbement BEH-hatás e tartományok találkozási határában egzotikus tulajdonságokkal, például mágneses töltéssel rendelkező objektumok létrejöttére kellett vezetessen. A mikrovilág és a kozmológia jelenségeinek összekapcsolása egyszerre keltett a tudományos körökön messze túlterjedő érdeklődést és indított el a szakmában egy teljesen új alkotó irányzatot. A mágneses töltések előfordulási gyakoriságára vonatkozó, sok évtizedes hiábavaló keresés negatív tapasztalata és Kibble megfontolásainak parancsoló világossága között feszülő ellentmondás egyik ösztönzője lett az Univerzum őrrobbanás utáni ún. inflációs fejlődési szakasza feltételezésének. Részletesen kidolgozott következményei adják a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás eredetéről és az első galaxisok kialakulásáról rohamosan növekvő ismeretanyag értelmezési keretét. Kibble asztrofizikai jóslatai elegáns matematikán alapulnak, de a nagyközönségnek is érzékeltesen szemléltethetők.

Feltételezem, hogy Kibble professzor 1976-os dolgozatára vezető gondolatait egy akkor friss, nagy visszhangú, ám később visszavont bejelentés ösztönözhatta, amely mágneses töltésű részecskét vélt észlelni a kozmikus részecskekezelet nagy energiájú (kemény) komponensében. Erre a feltevésre egy 1975-höz kötődő személyes emlék vezet, amikor a Természet Világa akkor frissen munkába lépett szerkesztője (ma főszerkesztője) épp a mágneses monopólus vélt észleléséről szóló közleményt nyomta a kezembe, és kérte, írjak róla ismertetést. Első tudománynépszerűsítő cikkem megírása vezetett el a mágneses töltés elméletéről és megfigyelésének próbálkozásairól szóló addigi szakirodalom áttanulmányozásához, amely ismereteimet aztán 1975–1977-ben, a kvarkok megfigyelhetetlenségének egyik elméleti modellje vizsgálata során kutatóként is hasznosítani tudtam. A hatásos tudományos munkához nem árt egy kis egzotikum, szokatlanság, amivel azonban nem szabad visszaélni.

A tudományos fogalmak megjelenítése a nagyközönség számára akkor igazán hatásos, ha nemcsak maguk a kutatók, hanem filozófusok, írók és más művészek használják valamelyiket adekvát hasonlatként. Zárásul, nem a fizika legújabb fejleményeiből idézek, hanem a XIX. század közepéről. A tudományos fogalmat használó hasonlatnak a legnemesebb emberi érzések kifejezésére való alkalmasságát *Lev Tolsztoj* is bizonyította *Háború és béke* című regényében, amikor *Pierre Bezuhov* a boryginói ütközet előestéjén *Andrej Bolkonszkij* herceggel folytatott szenvedélyes beszélgetését követően a következő mondattal ébred rá a harcra készülő katonák között térferegeve érzékelt, ám, a hétköznapokban soha nem tapasztalt hangulat magyarázatára: [Pierre] „felfedezte a hazafiasságnak azt a lappangó (latens) hőjét – ahogy a fizikában mondják –, amely ott volt mindenki belsejében, akit csak látott; ez megvilágította előtte, hogy miért olyan nyugodtan, szinte könnyelműen készülnek a halálra.” (L.N. Tolsztoj: *Háború és béke*, Makai Imre fordítása)

Ezzel az egyetlen mondattal a kor fontos fizikai irányzatát, a termodinamikát bizonyára ismerő egykori tüzértiszt felülmúlhatatlanul állította párhuzamba az elsődendő fázisátalakulásban, a két fázis belső energiáinak különbségéből az átalakulás hőmérsékletén felszabaduló hőmennyiséget és a hétköznapokban észlelhetetlen (nem a kokárdás melldőngetőkről beszélek), ám válsághelyzetben egyszerre egy közösség minden tagját magával ragadó patriotizmust.

Mindnyájunk álma, hogy tudásunkat hatásosan, a társadalmat pozitív cselekvésre ösztönözve adjuk tovább.

PATKÓS ANDRÁS

Polarizációs bögölycsapdák

Második rész Folyadékcsapda

A gazdakereső nöstény bögölyök a hagyományos sátorcsapdával is megfoghatók, amely egy kúp vagy piramis alakú sátorból és annak csúcsában egy rovargyűjtő edényből áll. A sátor alatt egy optikailag vonzó csalitárgy (fényes fekete gömb) függ. A bögölyvonzó-képességet például párolgó szén-dioxiddal, ammóniával, fenollal vagy acetonnal növelik. E sátras csapdák kizárólag a vérszívásra alkalmas gazdaállatot kereső nöstény bögölyöket fogják meg, mivel a fényes fekete csaligömb a gazdaállatot imitálja.

Megmutattuk, hogy a vízkereső hím és nöstény bögölyök csapdába ejthetők egy szabadalmaztatott, időjárásálló, vízzel és olajjal töltött, földre helyezett, fekete tál-

nyeket, hanem a vízkereső hím és nöstény bögölyöket is elejti. Eredményeink fényben javasoljuk a hagyományos sátorcsapdának az új, polarizációs folyadékcsapdával való kiegészítését a bögölycsapdázóképesség növelése érdekében.

Terepkísérletek folyadéktálcák és sátras bögölycsapdákkal

A polarizációs folyadékcsapdánk egy kör alakú (átmérő = 50 cm) fekete műanyag tálca (mélység = 2 cm), aminek oldalán fém túlfolyócsó van (1. ábra). A tálcába 2 liter csapvizet, majd 1 liter étolajat töltünk. Az utóbbi vékony réteget alkot a vízen, mivel

meg a klasszikus sátorcsapda hatékonyságát. Utóbbi egy piramis alakú fehér hálóból (tüllvászonból) készült, fémvázra erősített sátorból és az alatta, a föld fölött 1 m magasan lógó, fényes fekete gömbből (50 cm átmérőjű strandlabdából) állt. A folyadéktálcák és sátorcsapdák által fogott bögölyöket rendszeresen begyűjtöttük, leszámoltuk, etil-alkoholban konzerváltuk a későbbi meghatározáshoz, a csapdák sorrendjét pedig véletlenszerűen változtattuk.

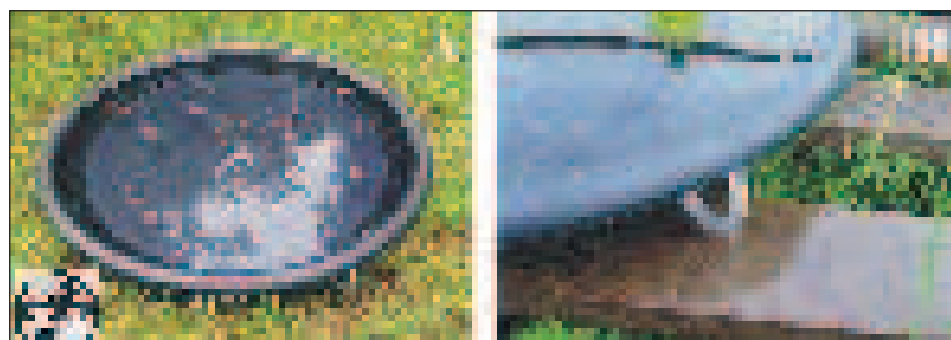
Az 1. magassági kísérletben (2A. ábra) 3, illetve 4 folyadékcsapdát helyeztünk a földtől 0; 0,5; 1; 1,5; illetve 2 m magasságban, egymástól vízszintesen 2 méterre.

A 2. magassági kísérletben (2B. ábra) az egyik folyadékcsapdát a földre helyeztük, míg a másikat ettől 10 m-re egy 20 cm magas, csonkakúp alakú, erősen és vízszintesen poláros fényt visszaverő emelvényre, amit beragasztzott fekete műanyag fólia borított. Mivel a földből kiemelkedő emelvény messziről jobban látszott, ezért azt reméltük, hogy a megemelt folyadékcsapda több bögölyt fog a földön lévénél.

Az 1. kombinációs kísérletben (2C. ábra) hagyományos sátorcsapdát és tőle 10 m-re lévő kombinált csapdát használtunk. Utóbbi egy sátorcsapdából és alatta folyadékcsapdából állt.

A 2. kombinációs kísérletben (2D. ábra) egymástól 7 m-re lévő három különböző csapdát hasonlítottunk össze: (i) sátorcsapdát, (ii) folyadékcsapdát, és (iii) a kettő kombinálásából adódó csapdát.

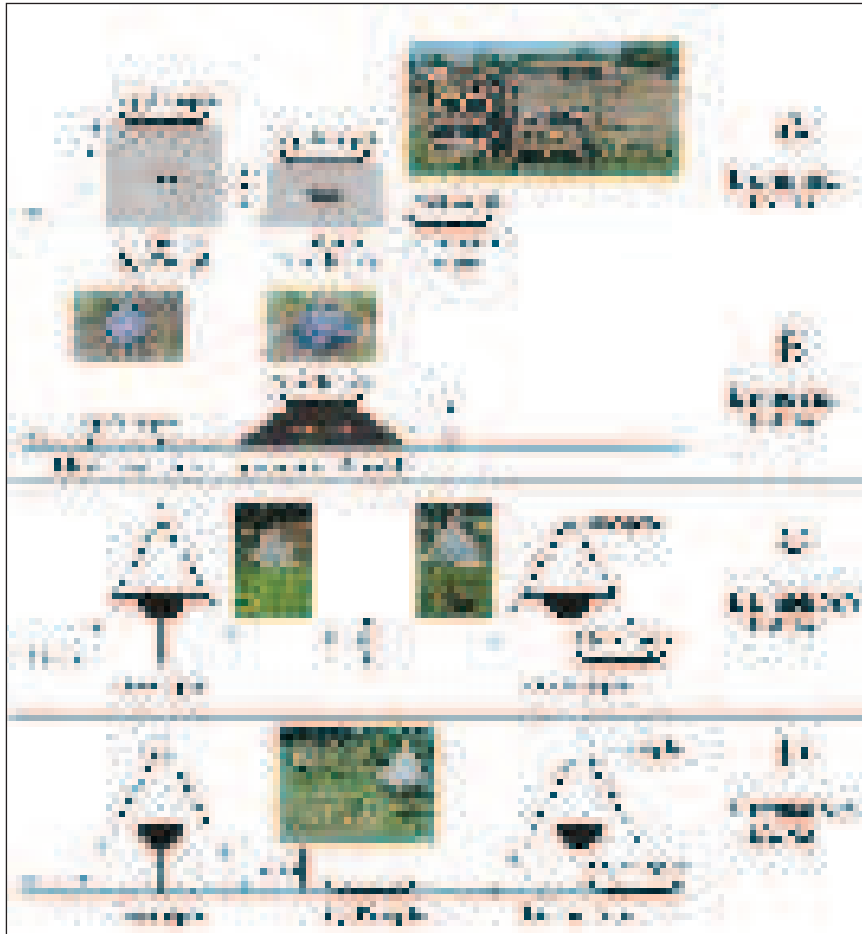
A folyadékcsapda fénypolarizációs tulajdonságait a 3. ábra mutatja napsütötte és árnyékos esetben a szoláris meridiánhoz képesti különböző irányokból mérve. A fekete olajfelszínről visszaverődő fény minden meteorológiai viszony között erősen és vízszintesen poláros (napsütésben a Naphoz képesti látóiránytól függetlenül). Ez az oka annak, hogy a folyadékcsapda minden körülmény között vonzó a polarotaktikus bögölyök számára.



1. ábra. (A) A TabaNoid® polarizációs folyadékcsapda, ami egy fekete, kör alakú, 50 cm átmérőjű tálcából és az oldalán lévő alumínium túlfolyócsóból áll. A csapdát először 2 liter csapvízzel kell feltölteni, amíg a víz el nem kezd kifolyni a túlfolyón, majd 1 liter étolajat kell ráönteni a vízre. (B) A túlfolyócsó közeli fényképe, amin keresztül kifolyik a fölösleges víz, miközben az olaj a tálcában marad

cával is (1. ábra), mivel a fekete folyadékfelszínről tükröződő erősen és vízszintesen poláros fényt vonzza a polarotaktikus bögölyöket. Terepkísérletekben (2. ábra) három különböző bögölycsapda hatékonyságát hasonlítottuk össze: (i) hagyományos sátorcsapda, (ii) új, polarizációs folyadékcsapda, és (iii) e két csapda kombinációja. Megmutattuk, hogy a kombinált csapda 2–8-szor több bögölyt fog, mint a klasszikus sátorcsapda egyedül. A kombinált bögölycsapda nagyobb hatékonyságának oka, hogy nemcsak a gazdakereső nösté-

sűrűsége kisebb a víznél. Esőben a fölösleges víz a túlfolyócsóvön át távozik, de az olajréteg a felszínen megmarad. A folyadékcsapda vízszintes, fekete felülete erősen és vízszintesen poláros fényt tükröz, ami vonzza a polarotaktikus bögölyöket. Kísérleteinket 2009–2012 nyarán gödi és szokolyai lovastanyákon végeztük. A magassági kísérleteinkben a folyadékcsapda bögölyfogóképességét vizsgáltuk a talajszinttől mért magasság függvényében, míg a kombinációs kísérletekben azt tanulmányoztuk, hogy a folyadékcsapda mennyire növeli



2. ábra. A hagyományos sátorcsapdákkal és az új TabanoId® polarizációs folyadékcsapdával folytatott bögölykísérletek

A folyadékcsapdát a földre kell helyezni

Az 1. magassági kísérletben (2A. ábra) a folyadékcsapdák közül kizárólag csak a földre helyezett (magasság = 0 m) tálcá fogott hím és nőstény bögölyöket, míg a magasban lévőket egyet sem csapdáztak.

A 2. magassági kísérletben (2B. ábra) a földön lévő folyadékcsapda a bögölyök 94,3%-át, míg a 20-cm magasan a fekete ragacsos emelvényre helyezett csapda a bögölyök 5,7%-át fogta. A ragacsos emelvény szignifikánsan kevesebb bögölyt fogott (0,7%), mint a rajta lévő folyadékcsapda (5%).

A sátorcsapda fehér vászna gyakorlatilag polarizálatlan (polarizációfok $d < 10\%$) fényt vert vissza, aminek rezgéssíkja a vízszintestől eltért. A fényes fekete gömb széléről erősen poláros fény ($d > 50\%$) tükröződött, különösen akkor, ha a visszaverődés szöge a Brewster-szöghöz volt közeli. A gömb egyéb területeiről visszaverődő fény gyengébben ($d < 50\%$) polarizálódott. A polarizáció síkja a gömb minden pontjában koncentrikus irányú volt a gömb közép-

pontjához képest.

A sátor- és folyadékcsapda együttes használata a leghatékonyabb

Az 1. kombinációs kísérletben (2C. ábra) a sátorcsapdából és az alatta lévő folyadékáltálcából álló kombinált csapda a bögölyök 71%-át (sátor: 37,6%, csak nőstény, folyadék: 33,4%, nőstény és hím) fogta, míg a sátorcsapda folyadékáltalca nélkül a bögölyök 29%-át (csak nőstény), ami szignifikáns különbség. Bár a kombinált csapda sátra több (37,6%) bögölyt fogott, mint az alatta elhelyezett folyadékáltalca (33,4%), ez nem jelentős különbség.

A 2. kombinációs kísérletben (2D. ábra) a kombinált csapda a bögölyök 49,3%-át fogta meg, az egyedülálló folyadékcsapda 44,7%-ot, míg az egyedüli sátorcsapda csak 6%-ot, mely különbségek számottevőek. A kombinált csapda folyadékáltalca sokkal több (39,3%) bögölyt fogott, mint a sátras része (10%). A kombinált csapda tehát akár 8-szor hatékonyabb is lehet, mint önmagában a

hagyományos sátorcsapda. A sátorcsapdák kizárólag nőstény bögölyöket fogtak, míg a folyadékcsapdák hímeket és nőstényeket egyaránt.

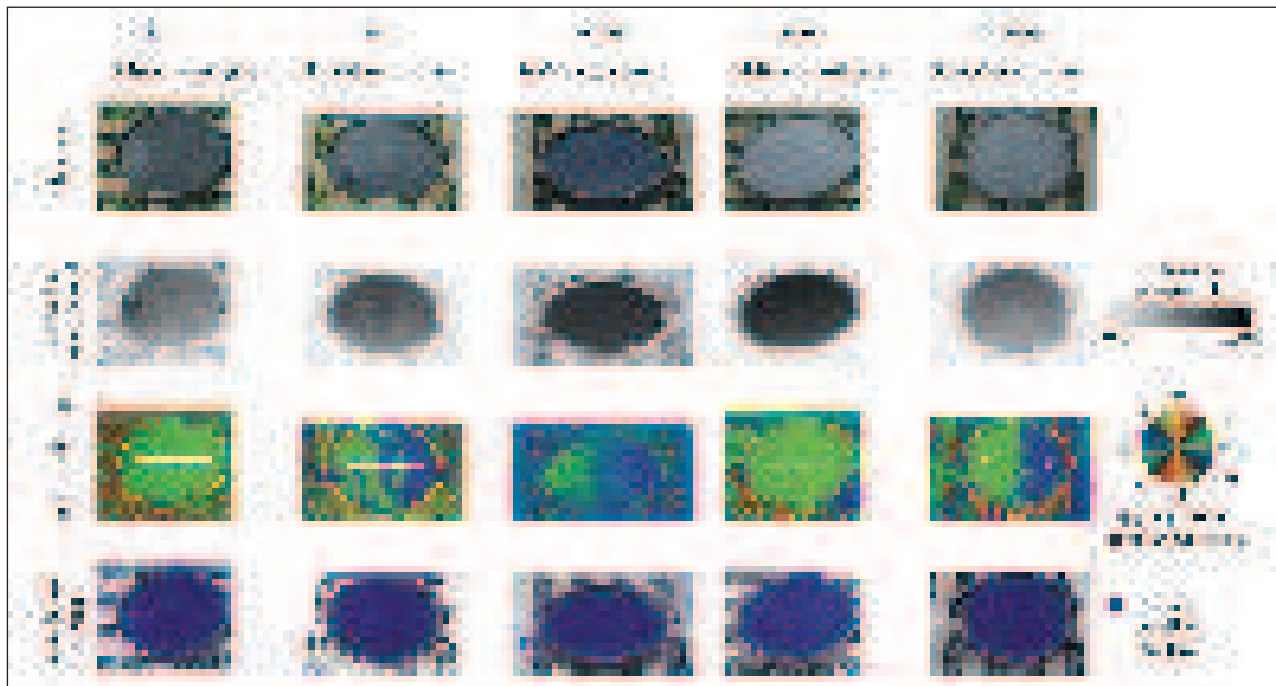
Az új folyadékcsapda nagy előnye, hogy a hím és nőstény bögölyöket egyaránt és minden meteorológiai körülmény között vonzza az általa visszavert erősen és vízszintesen poláros fényvel. A bögölyök megfogását a víz felszínén úszó vékony olajréteg biztosítja, ami nedvesíti a bögölyök kitintését, így megakadályozza, hogy a rovarok elrugaszkodjanak róla. A csapda esőállóságáért a tálcá oldalán lévő víztúlfolyó felel. Esőben a tálcába hulló víz lesüllyed az olaj alá, és a fölösleges víz kifolyik a túlfolyón. Így az olajat nem éri veszteség, ráadásul a víz párolgását is megakadályozza.

A földre helyezendő folyadékáltalccal kiegészített sátorcsapda (kombinált csapda) 2-8-szor több bögölyt fogott, mint az egyedüli sátorcsapda. A kombinált csapda megnövekedett hatékonyságának oka az, hogy egyszerre vonzza a gazdaállatokat kereső nőstény és a vízkereső hím és nőstény bögölyöket. Ezért tehát a klasszikus sátorcsapdát érdemes kiegészíteni a hozzá képest egy nagyságrenddel olcsóbb polarizációs folyadékcsapdával.

Mivel a folyadékcsapdát a földre kell helyezni, ezért olyan helyekre érdemes telepíteni, ahol az állatok nem juthatnak a közelébe, nehogy kiborítsák, illetve megigják az étolajos vizet. Amint az kísérleteinkből kiderült, emelvényre nem helyezhető a folyadékáltalca, mert akkor nem fog bögölyt.

A bögölyök kétféle polarotaxissal rendelkeznek: (1) A hím és nőstény bögölyök a vízszintesen poláros fény alapján keresik a vizeket. Ekkor a polarizációs információk közül a fény rezgéssíkja a meghatározó. (2) A nőstény bögölyök a vérszívasra alkalmas gazdaállatokat részben a kültakarójukról visszaverődő fény polarizációja alapján találják meg. Egy gazdaállat annál vonzóbb egy nőstény bögöly számára, minél nagyobb a róla visszaverődő fény polarizációfoka. A gazdaállatról visszaverődő fény polarizáció-iránya helyről helyre változik (függőleges, vízszintes és ferde is lehet). Ezért, amikor egy nőstény bögöly gazdaállatot keres, a polarizáció-irány lényegtelen számára, és csak a polarizációfok vezérli a polarotaxisát.

A hagyományos sátorcsapdában lógó fekete csaligömb kizárólag a nőstény bögölyöket vonzza, mivel a gömb gazdaállatot utánoz. Vizsgálataink szerint a fekete gömbnek sima, fényes felületűnek kell lennie a hatékonyság érdekében. Ekkor a gömb erősen poláros fényt ver vissza csakúgy, mint a bögölyök sötétszűrő gazdaállatai. Ha a sátorcsapda



3. ábra. A Tabanoïd® polarizációs folyadékcsapdáról készült fényképek, a spektrum zöld (550 nm) tartományában képalakító polarimériával mért polarizációs mintázatok (d polarizációfok, függőlegestől mért α polarizációs szög), és a bögölyök által vizuálisan víznek érzékelt területek (melyekre igaz, hogy $d > 20\%$ és $80^\circ < \alpha < 100^\circ$) napos (A, B, C) és borult (D, E) időben a Naphoz képesti különböző irányokból nézve. SzM irányában: a polariméter a szoláris meridián irányába nézett. ASzM irányában: a polariméter az antiszoláris meridián irányába nézett. SzM-ra merőlegesen: a polariméter a szoláris meridiánra merőleges irányba nézett. Az árnyékos esetekben (D, E) a csapdát az égbolt minden irányából érkező, a felhőzeten szóródó fény világította meg. A polariméter optikai tengelye a vízszintessel -35° szöveget zárt be. A 3. sorban a fehér nyilak a csapda olajfelszínéről visszaverődő fény polarizációjának irányát mutatják

csaligömbjét matt fekete gömbbel helyettesítjük, akkor a csapda hatékonysága drasztikusan lecsökken.

Végül megemlítjük, hogy a kombinált csapdabeli folyadéktálca kiváltható bögölypapírral is (ragacsos, fekete, vízszintes lappal, ami ugyancsak erősen és vízszintesen poláros fényt ver vissza). ☼

HORVÁTH GÁBOR–EGRI
ÁDÁM–HERCZEG TAMÁS–ANTONI
GYÖRGYI–MAJER JÓZSEF–KRISKA
GYÖRGY

Irodalom

- Blahó, M.; Egri, Á.; Báhidzski, L.; Kriska, G.; Hegedüs, R.; Ákesson, S.; Horváth, G. (2012) Spottier targets are less attractive to tabanid flies: on the tabanid-repellency of spotty fur patterns. *Public Library of Science ONE* (PLoS ONE) 7(8): e41138. doi:10.1371/journal.pone.0041138 + supporting information
- Blahó M., Egri Á., Báhidzski L., Kriska Gy., Hegedüs R., S. Ákesson, Horváth G. (2012) A foltos kültakaró előnye. *Természet Világa* 143: 265-268
- Blahó, M.; Egri, Á.; Száz, D.; Kriska, G.; Ákesson, S.; Horváth, G. (2013) Stripes disrupt odour attractiveness to biting horseflies: Battle between ammonia, CO₂, and colour pattern for dominance

in the sensory systems of host-seeking tabanids. *Physiology and Behavior* 119: 168-174

- Egri, Á.; Blahó, M.; Sándor, A.; Kriska, G.; Gyurkovszky, M.; Farkas, R.; Horváth, G. (2012) New kind of polarotaxis governed by degree of polarization: attraction of tabanid flies to differently polarizing host animals and water surfaces. *Naturwissenschaften* 99: 407-416 + electronic supplement
- Egri, Á.; Blahó, M.; Száz, D.; Kriska, G.; Majer, J.; Herczeg, T.; Gyurkovszky, M.; Farkas, R.; Horváth, G. (2013) A horizontally polarizing liquid trap enhances the tabanid-capturing efficiency of the classic canopy trap. *Bulletin of Entomological Research* 103: 665-674
- Horváth G., Kriska Gy. (2009) Kedves Olvasónk! Poláros fényvel a bögölyök ellen. *Élet és Tudomány* 64: 34
- Horváth O., Horváth G. (2013) Miért foltos a zsiráf? *Zsiráf Diákmagazin* 2013/01: 36-39
- Kriska, G.; Bernáth, B.; Farkas, R.; Horváth, G. (2009) Degrees of polarization of reflected light eliciting polarotaxis in dragonflies (Odonata), mayflies (Ephemeroptera) and tabanid flies (Tabanidae). *Journal of Insect Physiology* 55: 1167-1173
- Kriska Gy., Horváth G. (2012) Nappali fénycsapda – A fekete sárkövektől a zebraék csikozásáig. *Természetbivár* 67(5): 32-34
- Trupka Z., Horváth G. (2013) A polarizált fénytől a bögölycsapdáig. *Élet és Tudomány* 68: 620-621

Vajda B., Horváth G. (2013) Hazai kutatások lovas témában I. Bögölyirtás lólépésben: A magyar biofizika eredményei a legelőkön. *Lovas Nemzet* 19(7): 40-43

Köszönetnyilvánítás

Kutatásunkat az EuFP7 Tabanoïd-232366 pályázat támogatta. Köszönettel tartozunk az Alexander von Humboldt Alapítványnak az eszköztámogatásért, továbbá Viski Csabának (Szokolya) és Simon Istvánnak (Göd), akik helyet biztosítottak kísérleteinknek a lovastanyáikon. Köszönjük Buza Orsolyának, Havasi Andrásnak (MFKK Feltalálói és Kutató Központ Szolgáltató Kft., Budapest), Dr. Barta Andrásnak (Estrato Kutató és Fejlesztő Kft., Budapest), valamint Blahó Miklós és Száz Dénes doktoranduszoknak (ELTE Környezetoptika Labor) a terepkísérletek során és azok eredményeinek kiértékelésében nyújtott segítségüket. Hálásak vagyunk Gyurkovszky Mónikának és Prof. Farkas Róbertnek (Szent István Egyetem, Parazitológiai és Allattani Tanszék, Budapest), amiért meghatározták a csapdáink által fogott bögölyöket.



VÁSÁRHELYI TAMÁS

Herman Ottó, a tudománykommunikátor

2014-ben Herman Ottó halálának 100. évfordulója van. Herman Ottó több okból is méltó arra, hogy megemlékezzünk róla. Élete, személyisége, munkamódszere, hazaszeretete a mai napig példaként szolgálhat számunkra. Ez minden nekrológiróját megindította, olyannyira, hogy egyikük (komoly „tudományos szakfőú”) a *tündéri* jelzőt társította személyéhez, másikukból dagályos mondatok sokaságát hívta elő, és így tovább. Most, 100 év múltán is meglepően eleven az az életmű, ami ránk maradt.

Zoológusként a sáskákat, pókokat, madarakat és vonulásukat tanulmányozta, a halakat kutatta, *néprajztudósként* a halászat és a pásztorkodás témája izgatta, ezeket ősmes-

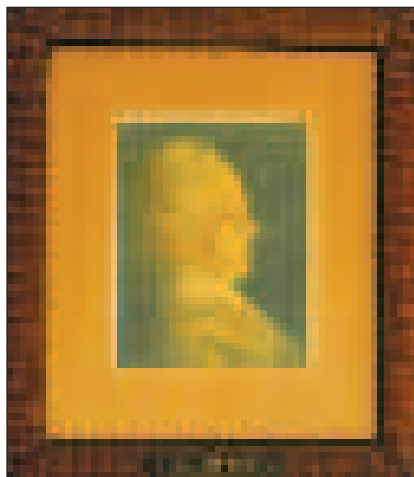
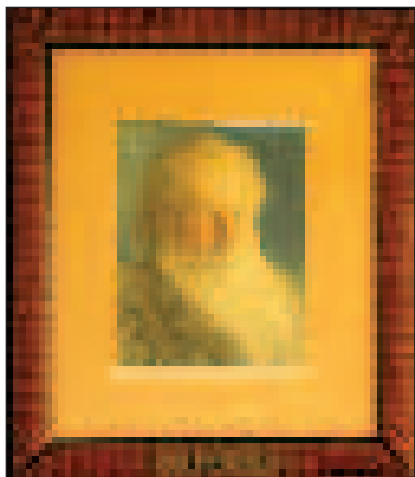
nevezhetném. Herman Ottó életműve, és a róla írott életrajzok (*Lambrecht Kálmán* és *Varga Domokos* művei), illetve számos más írás elérhető az interneten. Megengedhető talán, hogy ezúttal zoológiai tevékenységének egy markáns területére koncentráljunk, aminek máig ható érvényességét nemigen lehet megtagadni.

Hogyan születik egy autodidakta zoológus?

Apjától tanulta a természet szeretetét, a madarak megfigyelésének örömét a Bükk erdeiben csatagolva. Bécsben, lakatosinas „végzett-

lóságos múzeumi munkát végzett a szintén polihisztornak tartott *Brassai Sámuel* mellett. A szétszórt állattani példányokból tervszerű gyűjtések és szakszerű preparálás révén tiszteletes állattani gyűjtemény hozott létre. A szabadban, a természetben való vizsgálódás iránti erős szenvedélyét éppenséggel kritizáltak is a kortársak. A kabasólyomról írott első közleményében már határozott hangon jelennek meg a madár viselkedésének alapos megfigyeléséből fakadó, a téves táplálkozási ismereteket korrigáló állításai. A madarászat mellett hozta létre a ma is jó állapotban lévő egyenesszárnyú- (szöcske, sáska, tücsök) gyűjteményt, és megkezdte a pókok tanulmányozását is. Közben részt vett a város pezsgő szellemi életének szervezésében, illetve maga is tartott előadásokat, amellett, hogy két helyi lapnak is munkatársa lett, s publicisztikái is megjelentek.

Kolozsvár után mint „szellemi szabadfoglalkozású” (avagy, saját szavaival mint „földönfutó kacagó semmi”) végezte a magyar pókfauna rendszeres gyűjtését, megfigyelését és leírását. Ami ebből a legjelentősebb új eredmény: a pókok életmódjának, „biológiai rendszerének” kétnyelvű (magyar és német) bemutatása, ami öt országos, sőt európai jelentőségű pókásszá avatta. Mire megérkezett Pestre, már készült első jelentős tudományos műve, a *Magyarország pókfaunája* (1876 és 1879 között jelent meg a három kötet). Ez a ma kissé szokatlan életpálya a volt lakatosinast a Nemzeti Múzeumba, annak 1870-ben megalakult Állattárába vezette.



Veress Zoltán festőművész 1913-ban készített képei Herman Ottóról és feleségéről

terésekként értékelte. Kiváló *ősrégésként* felismerte a bükki ősemberleletet, ennek elismertetéséért legalább olyan heves harcot vívott, mint *nyelvészként* a nyelvújítók túlkapásai ellen. Függetlenségi (ellenzéki) *politikusként* a parlamentben csatározott bármilyen jó ügyért. E csaták közti „békeidőkben” azon dolgozott, hogy a halászat és a pásztorkodás nyelvkincsét, a népi nyelv kifejezéseit gyűjtse, a létező magyar kifejezéseket a tudományos nyelvbe is beemelve, közben a madártan is virágozzon hazánkban. Pályáján fontos szerep jutott az *ismeretterjesztésnek*, a *publicisztikának*, olyannyira, hogy mai fogalommal akár igazi véleményformálónak

séggel”, a *Naturhistorisches Museum* kiállításában majd gyűjteményeiben kezdte tanulmányozni az egyenesszárnyúakat. Beleszerelt a múzeumi miliőbe, megtanulta a múzeumi rovargyűjtemény okszerű használatának lehetőségeit. Apjának halála lehetetlenné tette további tanulmányait, minden egyéb tudására és készségére saját szorgalmából tett szert. Az Adria partján állomásozott mint katona – és figyelte a tenger állatvilágát. Kőszegen (amikor olyan sikertelenül próbált fényképezetből megélni, hogy egész életére szakított a fotóval, mint illusztrációs eszközzel) a jeles madarász, *Chernel Kálmán* mellett tanulta a madártórást. Kolozsváron már va-

A Nemzeti Múzeumban

1875. február 24-én *Trefort Ágoston* kinevezte őrségédnek a *Nemzeti Múzeum Állattárába*. Hamarosan lakást is kapott a múzeumban, a mai Múzeum utca és a Múzeum körút sarkán, a földszinten. Miután ekkor még alig dolgozott itt zoológus szakszemélyzet, nyilvánvalóan több állatcsoportban való jártasságot, aktív gyűjtő, kutató, rendszerező munkát vártak tőle. Nem kerülhető ki az a megállapítás, hogy ennek az elvárásnak nem felelt meg igazán. A jellemzően nyugodt, higgadt, aprólékos muzeológusi habitusok és az ő lobogó személyisége ismeretében ezen nem is csodálkozha-



Az egyetlen Herman Ottó-preparátum a Magyar Természettudományi Múzeum Madárgyűjteményében: ugartyúk

tunk. És mégis meghatározó az, amit itt végezett: a jó pillanatban volt a jó helyen.

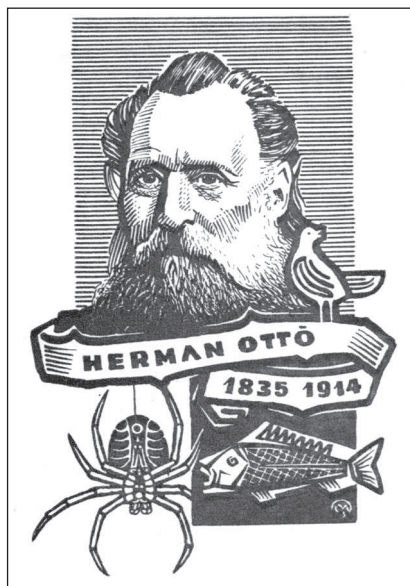
Az igazán koros természettajzi múzeumok legtöbbje a XIX. század végéig hasonló fejlődésen ment keresztül (Vásárhelyi: A koporsószekrénytől az élménytárig. A természettudományi kiállítások evolúciója. Természet Világa 2002. II. különszám). Az újkori múzeum östípusa a kuriózumok gyűjteménye volt, legtöbbször magánkézben vagy egyházi, iskolai (egyetemi) tulajdonban. *Linnével* (XVIII. sz. közepe) elérkezett a rendszerezés igénye, kialakultak a szakgyűjtemények. A múzeumi munka gerincét taxonómiai munka, a gyűjtés, a rendszerezés, a fajok leírása jelentette. (Rengeteg nem eléggé ismert állatcsoport esetében, mint az izeltlábak zöme, ez a feladat még ma is!) *Darwinnal* fémjelzetően (XIX. sz. közepe) érkezett el a fajok egymásra hatásának, evolúciós kapcsolatának, és a fejlődéstörténeti rendszernek a gondolata. Néhány évtized múlva az ökológiai, cönológiai kapcsolatok kutatásának igénye jelent meg a múzeumi terepmunkákban. Ekkor nemcsak a fajok egymással kölcsönhatásban alakuló evolúcióját, hanem a fajok populációinak kapcsolatát is vizsgálják. Hazánkban a fokozatosan darwinistává (sőt egyértelműen szociáldarwinistává) váló Herman Ottó, aki a rendezett szakgyűjteménnyel kezdte, később az egyik úttörő volt ebben az irányban. A Tudományos Akadémián a teremtés tanát védelmező *Haynald* érsekkel kapcsolatos megpróbáltatásait oly szemléletesen írta meg egy levélben, hogy az párbeszéd formát is ölthetett több életrajzában. Eleven, szókimondó stílusa, amivel írt, érvelt, támadott, védekezett, sok kortársát befolyásolta, ösztönözte, és nagy hatása még ma is.

Herman Ottó tehát a pókok taxonómiai feldolgozásán túl „biológiai”, azaz cönológiai kapcsolataikat is megfigyelte és leírta, rend-

szerezte, sőt a populációdinamika, az ökológia küszöbére is eljutott, emberöltők tudományos evolúcióját lépve meg avval „a fölséges idealizmussal, mely az ifjúság természetadta előjoga” (amint írta róla Erdődy, 1983, 319.). Igaz, 40 évesen már nem volt egészen fiatal, de hát tudjuk róla, hogy nem volt a szokásos mércével mérhető. Munkamódszeréről így ír *Pungur Gyulának*: „Ne habozzék, hanem fogjon hozzá erélyesen és elfogulatlanul... Ne törje esztét a könyvek hiányán, mert nem az a feladat, hogy mások esztét írja az ember, hanem az, hogy saját tapasztalatait adja. Nem könyvekről, hanem prűcskökről kell írni. Nekem az a módszerem, hogy kidolgozom a családokat a magam belátása szerint cs csak azután olvasok reá.” Mai fogalmaink szerint úgy jellemezhetnénk ezt a munkamódszert, hogy találkozott egy jelenséggel, amire nézve hipotézist alkotott, majd megpróbálta hipotézisét és a szakirodalmi ismereteket összeegyeztetni, és hozzá tehetjük, hogy ha mást tapasztalt, mint amit bármely jeles szerző állított, akkor vitatkozott körömszakadtáig, a maga igazát védve.

Nemcsak Pungurnak volt támogatója, hanem sok fiatal segítette az induláskor. *Biró Lajost* is ő indította a világ túlsó felére, Új-Guineába, 7 éves gyűjtőútra (Vásárhelyi: *Biró Lajos emlékezete. Természet Világa* 137. évf. 2006. július). A kíméletlen sors sajnálatos ténykedésének, az 1956-os tűzvésznek köszönhetően a Természettudományi Múzeum Madárgyűjteményében Herman Ottótól ma mindössze egyetlen példányunk van. Ez egy tróféának kitömött ugartyúkfaj. A hátoldalán felirat: „Kitömte Herman Ottó a 60-as évek elején s atyámnak adta. Ez volt az első kitömött madár, amelyet láttam.” A felirat attól a *Chernel Istvántól* származik,

Csiby Mihály grafikája Herman Ottóról



aki majd megírja Magyarország első madártani összefoglalóját, s akinek így pályakezdesénél, majd későbbi munkálkodásánál is ott találjuk Herman Ottót.

A Természettajzi Füzetek szerkesztője

1877-ben Herman Ottó szorgalmazására és aktív közreműködésével önálló folyóiratot indított a múzeum. Szerkesztője ő maga. Szépen fogalmazza meg az új folyóirat küldetését: „Az első közlés a fákllya, vagy legalábbis pislogó mécs, mely az ismeretlen térre veti a világosság első sugarát; e világosság nyomán halad a vizsgálódás; ez élesíti a lángot, s mind jobban világítva, felderíti az ismeretlent. ...mit akarhatnak végtére is a Természettajzi füzetek? Annyi világosságot kisugározni, a



Halzsírszedő kanál A magyar halászat című kötetből

mennyi telik.” A folyóirat célja a magyar nyelven művelt tudomány előmozdítása, és annak a külföld számára való bemutatása volt. Az év végére, a 4. szám megjelenésére már 28 cserepartnerük volt, folyamatosan buzdították az előfizetőket is. Ez nem csak a magyar eredmények külföldi megismerését segítette elő. A korabeli tudósok számára nagyon értékes volt – és ma is az – a cserként Magyarországra kerülő folyóiratokhoz való hozzáférés lehetősége is.

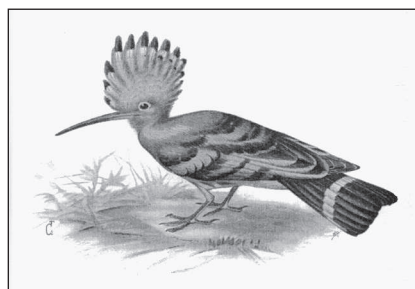
Nemcsak rendszertani munkák láttak napvilágot, hanem különböző természeti jelenségek leírása, magyarázatuk is szerepel az oldalakon. Már az első szám is színes táblákkal jelent meg Herman Ottó és mások finom rajzaival. Még növényeket is rajzolt, hogy a folyóirat megjelenését szebbé tegye. A jó startnak méltó folytatása lett: a 7. kötetben (1883) jelenik meg először *Madarász Gyula* tudományosan és művészileg is jó minőségű festménye egy madárfajról. A 9. kötetbe *Klősz György*, a korszak kiemelkedő kvalitású fotográfusa készített ábrákat, ezek az első fotóillusztrációk. A természet megörökítésének érdekében hozott kezdeményezéseit és a máig tartó hatalmas fejlődést a Magyar Természettudományi Múzeum áprilisban nyíló, és majd az ország több pontján megnyíló ki-

állításban mutatja be.

Minden számban megtaláljuk Herman Ottó szenvedélyes, változó témájú írásait. „Főelv gyanánt előttünk csak ez állhat: a mit irtunk, azt érthesse meg nemcsak a szó szoros értelmében vett szakember, hanem minden művelt magyar ember is.” Más gondolatai is megszólítanak minket, több mint egy évszázaddal későbbieket: „A természetrajzi szakok művelésének fontossága nem szorul indokolásra: egész lételünkkel a természethez vagyunk fűzve, s eszerint a természet ismerése legközelebbi érdekünk.”

Vajon elérte célját? Eltelt majd másfél évszázad, s a természettudományos ismeretek nem igazán hatják át kultúránkat. A természettől is mintha egyre messzebb lennénk – bár változatlanul hozzá vagyunk fűzve „egész lételünkkel”. A mai korban új és újabb jelenségek kötik le az emberek figyelmét. Most már nem elég a virtuális valóság, megjelent mellette és terjeszkedik a virtuális valótlanosság is, az informatikai forradalom vívmányait egyre nagyobb étvágygal, habzsolva befogadó ifjú társadalomban.

A 10. kötetben búcsúzik az alapító szer-

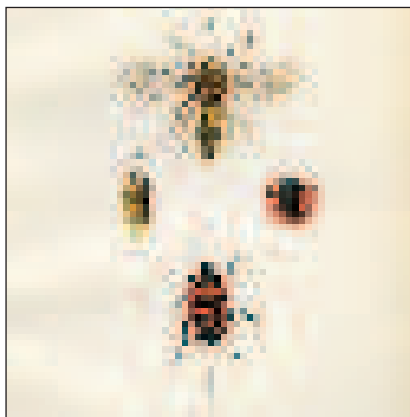


Búbosbanka

kesztő, egyebek között azzal a megelégedett megjegyzéssel, hogy a kiváló tipográfia és grafikai színvonal és a tartalom megtette a magáét: a külföldi figyelmét sikerült felkelteni a magyar tudományosság iránt. A folyóirat azután átalakult, és ma is létezik a Magyar Természettudományi Múzeum Annales-eként.

A „közművelő”

A fenti idézetek kapcsán érdemes megemlíteni, hogy a közművelődés akkoriban nem a népműveléssel sajnos lejáratos, leegyszerűsített, kényszerűvé, tehát nemszeretemmé tett tevékenység volt, hanem a közönség művelődési és tudományos igényeinek felkeltése és kielégítése. Herman Ottó a maga korában remek előadássorozattal lehelte új lelket a Királyi Magyar Természettudományi Társulat tevékenységébe, újdonság volt az is, hogy nagy rajzokkal illusztrálta előadásait. Ezek rendre megjelentek, mint más írásai is. A Természettudományi Közönlönyben (a Természet Világa elődjében) 195 cikke jelent meg! Hogy mi



A szitkáról Herman Ottó írt, de a lepkét talán Tömösváry Ödön illusztrálta, miközben a poloska-ábrákat Herman készítette zoológus-támogatójának, Horváth Gézának a cikkéhez

hajtotta? Így írt erről egy cikkében: „... nekünk magyaroknak, mint minden más nemzetnek is, a tudomány egyetemességén kívül, mely az emberiség közös feladata és célja, még külön feladatunk is van, ti. a magyar nemzet közművelődésének fejlesztése;... nyelvünk teljes elszigeteltségénél fogva a közművelődés minden lényeges tényezőjét a magunk erejéből kell megteremtelnünk...”

A „Természettrajz – nemzeti szellem” című írásában Herman Ottó lényegében olyan témát feszeget, amely a mi korunkban is aktuális világszerte. Sok szó esik arról, hogy a tudomány öntörvényű fejlődése miatt egyre inkább elszakad azoktól a közösségektől, amelyek alapvetően támogatják, és amelyeknek a tudomány eredményeit érteniük, használniuk kellene. Ez mára világszerte oda vezetett, hogy a tudományok iránt gyanakvás, megnemértés támadt, megingott a tudományokba vetett hit. Az áltudományok hirtelen előretörését is sokan ezzel magyarázzák. Herman már akkor felismerte, hogy az analitikus és szintetikus gondolkodásmódnak együtt kellene léteznie, de az egyensúly felborult. És akkor is érvényes volt, ma is érvényes egy súlyos kérdés, a tudományos nyelv kérdése. Hogyan érthesse meg egy nemzet minden tagja, minden döntéshozója a tudomány eredményeit, szépségét, az eredmények alkalmazásának szükségességét, és – ne feledjük – a tudomány fenntartásának, támogatásának szükségességét, ha nincs a tudománynak műnyelve a nemzet anyanyelvén? És itt ne csak mai gondunkra, az angol nyelv előretörésére gondoljunk. Az is elég, ha a tudomány nincs közérthetően – a döntéshozók számára is érthetően – elmagyarázva.

1882 körül írja: „Siófokon szememet szúrta a soknemű halászszerszám; kezdtem én azt jegyezgetni... hozzáfogtam a rajzo-

láshoz is. Az a sok magyaros mesterszö csak úgy csengett a fülemben... oly munkakedv, mondhatni lelkesedés szállott meg, mint még soha”. Sajnos itt a zoológus kutató karrierje megtörik, megkezdődik viszont a néprajzkutatóé. Azért a madártani kutatást és szervező munkát, az ismeretterjesztést nem hagyta abba. Megírta a *Madarak hasznáról és káráról* c. könyvét, mely ma is használatos, újra és újra megjelenik, csak a „hasznos” és „káros” fogalmáról vannak ma más elveink. Tanításainak egy része, különösen a természet megismerésére és védelmére vonatkozók, ma érvényesebbek, mint a saját maga idejében.

Az ideai emlékév egyik mottója egy szép idézet Herman Ottótól. Minden olvasójának írta: „...értelemből fakadó szeretettel kell közeledned mindnyájunk szülő anyjához, a természethez”. Álljunk meg egy percre ennél az „értelemből fakadó”-nál. Már volt arról szó, hogy sokan fordulnak el a természettudományoktól mindenféle áltudományok miatt. A tanulóifjúság körében is van probléma a természettudományos kompetenciákkal, a reál tárgyakkal, ezek népszerűsége nagyon megcsappant. Nemcsak nálunk van ez így, hanem az Európai Unió sok országában is. Ezért indította az EU először a *Science and Society*, majd *Science in Society*,



Illusztráció A magyar halászat című kötetből

most pedig *Science for Society* programját, hogy a természettudományos és műszaki ismeretek és képességek mennél elterjedtebbek legyenek. A „kiművelt emberfőket” a „közművelődés ügyét” ma máshogy nevezük, de a gondolat lényege nem változott. Ezt azonban, ennek a folyóiratnak az olvasói pontosan értik és tudják. ☘



A tudatformálásra épülő megoldásokban hiszek!

Beszélgetés Vida Antallal, a Nemzeti Környezetügyi Intézet Természetvédelmi Osztályának vezetőjével

– Tudjuk, a Wikipédiával mint forrással óvatosan kell bánni, de azért most belenéztem, mit írnak ott Herman Ottóról. Találtam is egy nagyon jó, szakszerű szócikket. Nem Ön írta véletlenül?

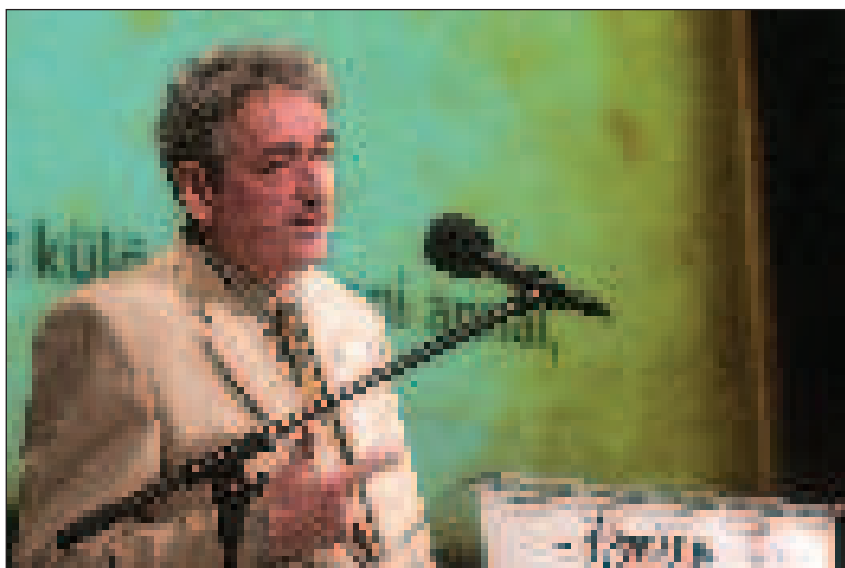
– Nem, de mi is ránéztünk, és találtunk is benne hibákat. A kollégáim dolgoztak rajta, de hogy a javításokat végül elfogadták-e, azt nem tudom. Mindenesetre ott már valaki nagy szerelemmel volt Hermann Ottó iránt...

– A szerelem az Ön esetében is igaz, ugye?

– Abszolúte. A szakmám szerint halbiológus vagyok. A magyar halászat könyve volt az első, amelyik még gyermekkoromban a kezembe került. Olyan volt ez, mint egy oltás, amit korán kap meg az ember.

– Gyerekkorban az olyan könyvek, mint „A madarak hasznáról és káráról” is, nagyon megfogják az embert, mert jó a szöveg, ráadásul még szép rajzok is vannak bennük. De később, az egyetemen, meg amikor már halbiológus az ember, nem néz kicsit másképp ezekre a könyvekre?

– Lehet, hogy furcsa, de nem. Azt gondolhatnánk, hogy aki képes megérinteni a gyermeki lelket, az másfelől felületes, és tudományosan hibákat követ el. Az elmúlt egy évünk arról szólt, hogy mélyebben beleástuk magunkat Herman Ottó életébe. És amennyire belelátok más szakterületekbe is, mindenhol a hihetetlen precizitás, a különösen maximalista hozzáállás a jellemző, s persze a mindent átítató könnyed és nagyon személyes stílus. De visszatérve a kérdésére, „A magyar halászat könyve” című kötetet forrásként még most is elő-elő veszem. Főleg a különböző halfajok népi nevei miatt, ez az egyik erőssége a könyvnek. Amikor például halgyűjtés során találkozunk valakivel, aki azt mondja, hogy ezt és ezt a halat fogta ebben a patakban, s ha nekem nincs meg elsőre, hogy ez melyik halnak a népies neve, akkor gyakran Herman Ottóhoz nyúlok vissza.



Vida Antal a Herman Ottó Emlékév megnyitó ünnepségén

– Említette, hogy beleásták magukat Herman Ottó életművébe. Ez azt jelenti, hogy tételesen átnézték, áttanulmányozták a több ezer dokumentumot?

– Az egész életművet lehetetlen átfogni, ahhoz Herman Ottónak kellene lenni. De például grafikusunk belefogott az illusztrációs tanulmányozásába, két humán végzettségű kollégám az életrajz irányába indult el, van múzeumpedagógus is a csapatban, aki egyben zoológus is, ő pedig Herman Ottó múzeumi és zoológusi munkájával kezdett el foglalkozni. Egy téma van, amelyikre még egyáltalán nem sikerült szakembert találni, ez az ősrégészet. Látjuk az életrajzban az erre vonatkozó információkat, de ebbe még nem mélyedtünk bele.

– Ebből arra következtetek, hogy Herman Ottóról még nem készült nagymonográfia, modern szemléletű kritikai összegzés. Nem terveznek ilyesmit?

– Néhány évvel ezelőtt miskolci kutatók elkészítették a hihetetlen terjedel-

mű bibliográfiát, nekünk pedig most az a tervünk, hogy ha sikerül megrendeznünk a kigondolt tudományos konferenciákat, akkor év végére megjelentetjük az előadások anyagát. Minden olyan tudományt érintenénk, amelyet Herman Ottó is művelt.

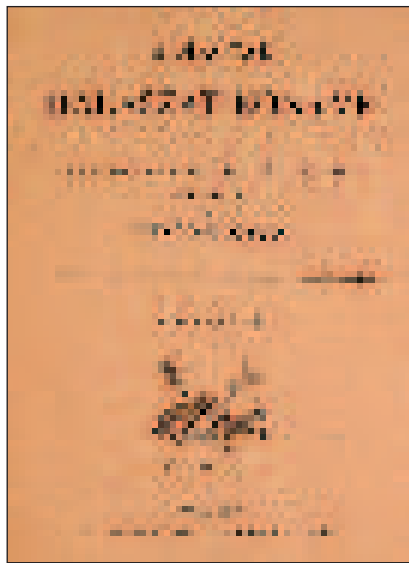
– Az magától értetődő, hogy egy ilyen évforduló emlékévet érdemel, de volt már rá példa, hogy valahogy elfelejtődött a dolog. Ebben az esetben ki tartotta ezt szem előtt, ki figyelte a dátumra?

– A Nemzeti Környezetügyi Intézet két éve alakult, engem pedig 2012 decemberében kértek fel a Természetvédelmi Osztály vezetésére. Kértem egy kis gondolkodási időt. Két hét múlva álltam elő ezzel az ötlettel. Emlékszem arra a két-három napra, amikor éjszaka felkeltem ellenőrizni, hogy csakugyan 1914-e a dátum. Nehogy az legyen, hogy előállok valamilyen „zseniális” ötlettel, s aztán kiderül, hogy a dátum való-

jában 1913 volt vagy 1915. Magamnak én fedeztem fel az évfordulót, de hogy mennyire volt általánosan tudott, mondjuk a Herman Ottó Múzeumban, vagy a Herman Ottó nevét viselő iskolában, azt nem tudom.

– *Ismerve valamelyest az Ön „névjegyét”, eddigi munkásságát, valahogy nem nagyon fér bele a képbe, hogy egyszer csak egy hivatalban, egy osztály élén találjuk.*

– Igazából nekem se fért bele, ezért is kértem két hét gondolkodási időt. 13 éve a saját lábamon álltam, hivatalosan egyéni vállalkozó voltam. Előtte azért a Természettudományi Múzeumban 14 éven át megtapasztaltam ezt az életformát is, bár az kicsit „alaputatászagúbb” volt ennél. Viszont éppen ez a 13 év volt az, amikor alapítottam egy civil természetvédelmi egyesületet. Megpróbáltam például egy viszonylag hosszú vízfolyásnak, a Szent László Víznek az ökológiai állapotát felmérni. Közben láttam, hogy milyen reménytelen alulról elindítani akárcsak egy ilyen lokálpatrióta vállalkozást is. Tehát az ösztönzés megvolt bennem, s a kihívást is elég nagygnak éreztem.



A magyar halászat könyvének címlapja, amely 1887-ben jelent meg

– *Találtam a neten fényképeket Önről, s ezekből számomra az derül ki, hogy nagyon laza környezetben él, egy csodabogár, aki mindennel foglalkozik, zenével, halakkal, vizekkel, általában a természettel, sőt még rádiózott is, ez volt a Tordas Rádió.*

– Most is megvan még, ugyan csak a neten. 14 éve csinálom egyedül. Van egy hasonló nevű műsorom is a Tilos Rá-

dióban, de azt már azok viszik tovább, akikkel annak idején befogtam. Van is lelkiismeret furdalásom miatta, és vissza is szeretnék majd térni a Tilos Rádióhoz is, csak idő és energia kérdése, hogy tudom-e vállalni.

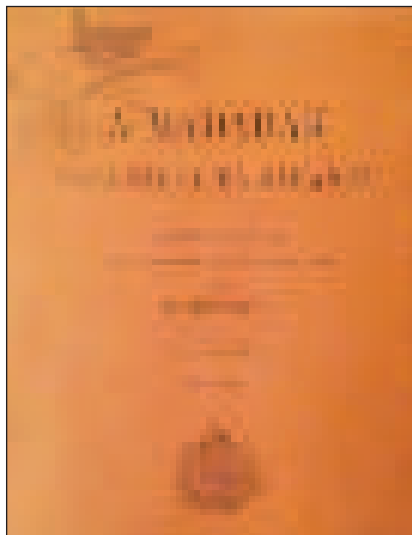
– *Az Intézet nemrégén adta ki a Magyarország környezeti állapota 2013 című jelentést, ennek az egyik fejezetét Ön írta. Ezek szerint van átfogó képünk arról, hogyan néz ki nálunk a környezet?*

– Nem merném azt mondani, hogy van. Amíg egy káros anyagnak a kibocsátását hétről hétre, évről évre vizsgálják, s ezt egy grafikonon ábrázolhatják, addig a természet az egészszel foglalkozik. Az egészre viszont csak valami egységesített mércét lehetne alkalmazni. Vannak próbálkozások a világban, hogy miként lehetne a Föld ún. egészségességi indexét meghatározni. Ebből rögtön érezheti, hogy ez milyen rettenetesen bonyolult, nagyon sok szubjektív elemet tartalmazó dolog. De vannak sok-sok pénzt felhasználó globális vizsgálatok, amelyek nagyon-nagyon ijesztő eredményeket mutatnak. Csak azon múlik, hogy ez az egész zuhanás-e, szinte függőleges zuhanás, hogy milyen intervallumra húzzuk szét a grafikonot. Ha 10–20–30 éves peridusokat nézünk, akkor a biológiai sokszínűség, a Föld egészségi állapota tulajdonképpen megállíthatatlan zuhanásban van. Szerintem katasztrofális a helyzet. Magyarország se tud függetlenedni a világ folyamataitól.

– *Mi se függetleníthetjük magunkat, de az mégse mindegy, hogy egy adott helyen a világnak, például a mi kis környezetünkben, megteszünk-e mindent, amit lehet. S itt térjünk vissza Herman Ottóhoz! A madarak hasznáról és káráról című könyvében svájci tapasztalatairól írva megemlíti, hogy a kertekben mindenhol ott van a madáretető, s bizony milyen jó lenne, ha mi is ezt tennénk. Tehát mintákat ajánl szeretett népe számára. S a mai napig is úgy van, hogy bizonyos dolgokban máshol más a mentalitás. És nem feltétlenül kerül pénzbe a jó minták átvétele. Tudnak-e valamit tenni annak érdekében, hogy a fiatalság körében a kívánatos mentalitást erősítsék?*

– Ha már ezt a példát említettük, ismerem a történet folytatását is. Herman Ottó nem egyszerűen csak felemelte a szavát, hogy nálunk is jó lenne madárodúkat, etetőket kihelyezni. Hazaérkezvén megkeresett egy embert, akinek leiskiccelt az ott látott madáretetőket típus szerint, s rávette arra, hogy kezdje el készíteni ezeket. A ma használt etetők, odúk jó részét tehát Herman Ottótól „kaptuk”. Mint ahogy nagyon sok

minden mást is, amiről nem is tudunk. Az az ember, akit Herman Ottó megkeresett, a mai Duna-Dráva Nemzeti Park területén lakott, az emlékémben el is látogatunk oda, s a témáról lesz egy történeti áttekintés is. Visszatérve az eredeti kérdésre, ami engem nagyon motivált abban, hogy belevágjak ebbe a dologba, bár nem biztos, hogy ezt manapság jó hangoztatni, hogy sokkal inkább hiszek a tudatformálásra épülő megoldásokban, mint a központilag irányított természetvédelemben. Egy kis faluban élek, ahol



A madarak hasznáról és káráról című kötet első kiadásának címlapja

az egyéni hozzáállásokon múlik, hogy – mondjuk – a pataknak a medre mennyire szemetes, mennyire nem. Az általános iskolában már 10 éve minden egyes felnövő generációnak tartok előadásokat, s hogy nekik van egy jókora patakjuk, azt jó páran akkor tudják meg. Pedig, bármennyire viccesen hangzik is, az iskola a patak partján fekszik. Csak jó ideig áthatolhatatlan dzsungel volt a patak partja, a gyerekeknek valójában csak egy árok. De amikor elkezdtem mesélni az ott élő állatokról, jégmadár-felvételeket vittem be az órára, akkor elkezdett kialakulni egyfajta szeretetteljes viszony a környezettel. Azt nem mondom, hogy elértem a célokat, de az utóbbi egy-két évben nem nagyon látok új szemetet a patak partján. A gyerekek évente kétszer takarítják is. Nyilván innen vezet az út a valódi természetvédelemhez.

Itt az Intézetben a fő feladatunk a központosított természetvédelem jogalkotási, stratégiai részével foglalkozik, azonban ez a világ valahogy kicsit lenézi a köznevelést. Előadást tartani egy iskolában olyan nem tudóshoz méltó feladat. De én a lel-

kem mélyén ezt gondolom kivezető útnak.

– *Ezt a köznevelési megközelítést nem lehetne valahogy intézményesíteni?*

– Ez az egyik kezdeményezésünk az emlékévben. Vásárhelyi Tamás, aki ennek a felfedező oktatásnak az egyik úttörője, munkatársaival elvállalt egy ún. Herman Ottó Vándortanósvény nevű iskolai programot, amelyre Magyarországon minden iskola jelentkezhet. Tehát bárkihez ingyenesen elviszik a programot. A gyerekek így néhány óra alatt képet kaphatnak Herman Ottóról, a környezetükről, a természetről, ráadásul úgy, hogy maguk fedezik fel, járják be az utat, nem kívülről tömök a fejükbe az ismereteket. Vannak még más elképzeléseink is. Nekem nemcsak biológusokra, hanem jó szervezőképességű humán végzettségű emberekre is szükségem volt, tőlük az emlékév végével se szeretnék megválni. Őszintén remélem, hogy valamiféle köznevelési osztály, részleg létre fog jönni, amelyik tovább vihetné ezt a nálunk elég mostohán kezelt ügyet. A minisztériumoknak erre nem nagyon van energiájuk. Ha megnézzük a NeKI-vel rokon nyugat-európai intézeteket, azt tapasztaljuk, hogy ott az egyik legfontosabb funkció a köznevelés. Tehát nagyon örülnék, ha nálunk is kialakulhatna egy hatékonyan dolgozó köznevelési csapat.

– *A megemlékezések során foglalkoznak-e majd Herman Ottó politikusi, képviselői pályafutásával is? Mert ez nagyon érdekes történet...*

– És sok hasonlóság van benne a mai magyar valósággal. Állandó pénzhiánnyal küszködő emberről van szó, tehát úgy tűnik, az egyik motivációja az lehetett, hogy a parlamentben nyugodtabb álláshoz juthat...

– *Ezt le is írták.*

– De az összes többi szakmáját szívből, szeretetből, érdeklődésből választotta.

– *Azért ezen a téren is volt meggyőződése.*

– Volt, de a múzeumi állásában is fontos motiváció volt, hogy ott fizetést kap. Ugyanakkor tény, hogy mindig is óriási igazságvágy volt benne. Tudjuk, hogy nem magyar családból származott, s hogy a magyar nyelvet sem az édesanyjától tanulta, s csak 7–8 éves korában tudott már úgy beszélni magyarul, hogy az iskolában nem lógott ki a sorból. Előtte még heccelték a beszéde miatt. 1848-ban katonának akart állni, de még csak 13 éves volt. Aztán beérik és politikai szempontból is a legkövetkezetesebb hazafivá válik. Később is, amikor már szinte mindenki megengedőbb volt, Herman Ottó az utolsók egyi-

keként Kossuthal együtt még nyakasan kiállt a magyar szabadságért. Szegednek is, Karcagnak is volt a képviselője, tehát a helyi ügyeket is vitte, de igazán a magyarság nagy problémái izgatták. Például az, hogy hogyan viszonyulunk Európához, tehát a Nyugathoz, s mindig érezte a nagy elmaradást. Azt hiszem, hogy a polihisztorsága is ennek a lemaradásnak az ereje maximumán történő ellensúlyozása volt.

– *Több mint száz év távlatából is át-süt rendkívüli egyénisége. Egészen elképesztő személyiség lehetett, túl azon is, hogy mi mindennel foglalkozott...*

– Szerethető, emberszerű lény volt. Amikor néha szapulom magamat, hogy esetleg jobban imádom az életet, mint a mély tudományokat, akkor eszembe jut Herman Ottó, aki többször is kifejtette, hogy mennyire szereti az életet. Cso-da, hogy maradt ideje az élet teljességére. Azt gondolná az ember, hogy csak megszállottként nézett ki a fejből, és ha meglátott valamit, azonnal körmölni kezdett. És hogy minden beleférjen, egy nagy rohanás volt az élete. Azonban látva ezt a szeretetteljes, extravaganciákra törekvő, a pesti társasági életben állandóan jelen levő, sőt hangadó figurát, ez biztosan nem így volt.

– *Sármos férfi lehetett, mert még Jászai Marit is levette a lábáról.*

– Igen, és tudjuk a történet pikáns részleteit is. Amikor Herman Ottó a Nemzeti Múzeumban kapott szolgálati lakást, nyitott ablak mellett fogadta a szerelmét, tehát a mostani Múzeum körút és a környék tisztában volt a szerelmi életükkel.

– *Mi kell ahhoz, hogy a végén az egész emlékévvél elégedett legyen?*

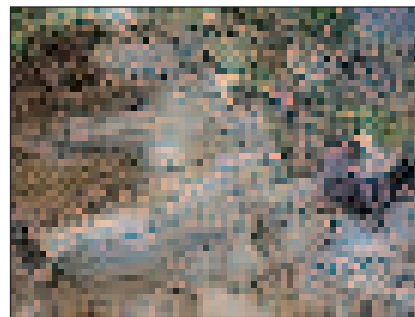
– Herman Ottó furcsa kronologikus keretet adott nekünk ehhez az évhez. Egy emlékévet mindenképpen az év elején kell megnyitni, június 26-i születésnapja az év felére esik, a halálának az időpontja pedig december 27-e. Tehát „kerek emlékévet hagyott ránk”. Akkor lennék a legelégedettebb, ha a december 27-i rendezvényre az emberek belső indíttatásból jönnének el, ami valószínűtlen időpontban, reggel 7 órakor lesz, amikor a 100 évvel ezelőtti halálának az órája is volt. A Vérmezővel szemben volt a lakása, ahol meghalt. Aki odajön, kap egy teát, s rá gondolunk. Semmilyen protokolláris esemény nem lesz, nem lesznek beszédek, semmi nem lesz. Ha ez a szándékom szerinti ízléses esemény jól zajlik le, akkor ez nekem sokat fog mondani arról, hogy az emlékévvé hogyan sikerült.

Az interjút készítette: LUKÁCSI BÉLA

ÚJ BURGESS-PALA LELŐHELY KANADÁBAN

Az utóbbi évek egyik legfontosabb őslény-tani lelőhelyére bukkantak a paleontológusok a közelmúltban Kanadában. Az élővilág evolúciója szempontjából kulcsfontosságú, úgynevezett kambriumi robbanás fosszilis bizonyítékait a több mint 100 évvel ezelőtt felfedezett Burgess-palából ismerjük a legjobban. A neves geológus, Charles Walcott 1909-ben fedezte fel, hogy a vékonyan rétegzett, 505 millió éves pala réteglapjai furcsábbnál furcsább egykori élőlények kiváló megtartású lenyomatait rejtik. Az elmúlt 100 év során mintegy 200 állatfaj maradványait fedezték itt fel. Számos állatsoportnak a legelső képviselőit ismerjük innen, de emellett sok olyan fosszília is előfordul, amelyhez hasonló állatokat nem ismerünk a mai tengerekben.

2012 nyarán ugyanennek a képződménynek egy új lelőhelyét találták meg a szakemberek mintegy 40 kilométerrel arébb, a Kootenay Nemzeti Parkban. Hamar kiderült, hogy a mindentől távol eső új feltárás akár még a korábbinál is fontosabb és jelentősebb lehet őslény-tani szempontból. Alig több mint két hét alatt ötven különböző állatfaj több mint 3000 fossziliája került innen elő, köztük eddig ismeretlen fajok maradványai. A megtartási állapot



Burgess-pala lelőhely

itt is egészen kivételes: a lágytestű állatok lenyomatai számos finom részletet őriztek meg az utókor számára. (*Nature Communications*, 2014. február 11.)

CSÓVÁS KISBOLYGÓ

A csillagászok néhány évtizede ismerik a fő kisbolygóövbeli üstökösöket, amelyek a Mars és a Jupiter pályája közötti kisbolygók közé vegyülve keringnek a Nap körül. Az elsőt először kisbolygónak vélték, csak két évtized elteltevel azonosították üstökösnek. A család legújabb, tizenegyediknek gondolt tagját viszont először üstökösnek hitték, de hamar kiderült róla, hogy kisbolygó,

annak viszont igencsak különleges. Az égitestet a Hawaii-szigeteken működő, földközeli égitestek keresésére használt PanSTARRS távcsővel augusztusban fedték fel és periodikus üstökösként katalogizálták.

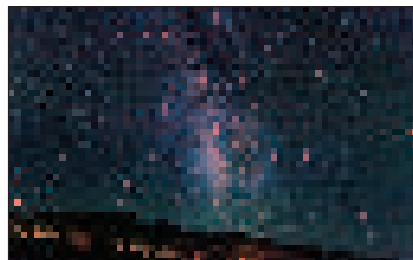
A szeptember 10-és 23-án a Hubble-űrtávcsővel készített felvételeken azonban furcsa látvány tárult a Hawaii Egyetem csillagászaik szeme elé. Az égitestből nem kevesebb, mint hat csóvát láttak kiindulni. A vizsgálatok szerint a csóvák nem egyszerre keletkeztek, hanem hat különböző időpontban, április 15. és szeptember 4. között. Anyaguk szétterjedésének módjából a kutatók arra következtettek, hogy a csóvák 10 és 100 mikrométer közötti porszemcsékből állnak. Ennek ellenére az égitestet ma már nem üstökösnek tartják. Egyrészt azért nem, mert a 200 millió évvel ezelőtt keletkezett Flora kisbolygócsalád tagjaihoz hasonló pályán kering, vélhetően azokkal együtt keletkezhetett. Az űrtávcsővel készített felvételek alapján – a fényességéből becsülve – úgy gondolják, az égitest legfeljebb 500 méter átmérőjű lehet, és időnként port dob le magáról. Egy ilyen kis égitest gravitációja éppen csak, hogy elég az égitest összetartásához. Ha a kisbolygó a Flora család többi tagjához hasonlóan gyorsan forog a tengelye körül, akkor a felszínén a por az egyenlítője felé csúszhat, ahol halmokba gyűlik össze, és időnként a centrifugális erő hatására lerepül az égitestről. A csóvákban megfigyelhető por tömege összesen az égitest tömegének csupán alig több mint 0,1%-át teszi ki, a csóvák bizonyára átmeneti képződmények, amelyek addig tartanak, ameddig a felszíni por utánpótlást biztosít számukra. (www.skyandtelescope.com, 2013. november 12.)

A TEJÚTRENSZER KARJAI

A csillagászok között hosszabb ideje vita tárgya, hogy vajon a Tejútrendszerünknek két vagy négy fő spirálkarja van. Abban ma már mindenki egyetért, hogy galaxisunk közepén egy elnyúlt, csillagokkal telezsúfolt, rúd alakú tartomány helyezkedik el. Hosszát több ezer fényévre becsülik, a pontos értékről ugyan csak vitáznak. Az bizonyos, hogy a rúd két végéből indul ki a Tejútrendszer két fő karja, a Perseus-kar és a Scutum–Centaurus-kar. Nevüket azokról a csillagképekről kapták, amelyekben éppen érintőirányban látszanak, ezért ott különösen sok csillagot látunk összezúfoltolni. Évtizedekkel ezelőtt a rádiócsillagászati megfigyelések két további nyúlvány létezésére engedtek következtetni, ame-

lyek a Sagittarius-kar és a Norma-kar neveket kapták. Újabban az infravörös tartományban dolgozó Spitzer-űrtávcső 800 000 felvételén látható több mint 110 millió csillag helyét elemezve megerősítették a Perseus-kar és a Scutum–Centaurus-kar létezését, a másik két kar létezése mellett azonban nem találtak megyőző bizonyítékot, ezért többen arra a következtetésre jutottak, hogy azok csak a Napunkat is tartalmazó Orion-ághoz hasonló, jelentéktelenebb nyúlványok. Mások viszont a kozmikus háttérsugárzást kutató COBE műhold távoli infravörös adatai alapján a négy spirálkart tartalmazó modell mellett szálltak síkra.

Legújabb James Urquhart (Max Planck Rádiócsillagászati Intézet) és munkatársai a különböző ausztrál, amerikai és kínai rádiótávcsövekkel az elmúlt 12 év alatt gyűjtött megfigyeléseket ele-

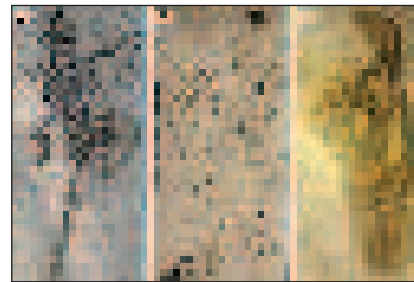


A Sagittarius-kar

mezték. Olyan, legalább nyolc naptömegű és a Napnál legalább tízezerszer fényesebb csillagok távolságát és fényességét határozták meg, amely csillagok nagy tömegük miatt biztosan nagyon rövid életűek (legfeljebb 10 millió év), ezért nem távolodhattak el messzire a születési helyüktől. A *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* című szaklapban adták közre 1650 ilyen csillag vizsgálata alapján készített 3D térképüket. Ezen a térképen a csillagok egyértelműen mind a négy spirálkart kirajzolják. Sőt, eredményük szerint a Sagittarius-kar határozottabban rajzolódik ki, mint az egyébként jobban ismert Perseus-kar. A kutatók szerint a Spitzer felvételein azért nem rajzolódik ki egyértelműen mind a négy galaktikus kar, mert az infravörös felvételeken a Napnál hidegebb, ezért kisebb tömegű csillagok vannak többségben, amelyek keletkezésük óta elvándoroltak a spirálkarokból. (www.skyandtelescope.com, 2013. december 27.)

KRÉTA IDŐSZAKI POMPEJI

A paleontológusok már régóta szeretnék megfejteni a Kínában, Liaoning tartományban található 120 millió éves, ki-



Ősmaradványok a kora-krétából

váló megtartású ősmaradványok titkát. A kutatók szerint a kora-krétában élt állatokat egy ahhoz hasonló vulkánkitörés temette be, mint annak idején Pompeji városát a Vezúv. Csakúgy, mint a városlakók esetében, az állatoknál is a gyorsan lerakódó vulkáni hamu bizonyult végzetesnek. Ezen a vidéken került elő az első ismert tollas dinoszaurusz, de ismerünk innen korai emlősöket, madarakat, halakat és rovarokat is. A rendkívül gazdag lelőhely és a kiváló megtartási állapot révén az itt talált fossziliák nagyon sok információval járultak hozzá őslénytani és evolúciós ismereteinkhez. Az egykori ökoszisztémát fenyegető kora-krétai körbevetett tavak jellemezték, míg a háttérben ott magasodtak a később halálra bizonysuló vulkáni hegyek. A hirtelen elpusztult állatok lágytestének részletei a nagyon gyors betemetődésnek köszönhetően fosszilizálódtak. (*Nature Communications*, 2014. február 4.)

SARKVIDÉKI KORALLOK

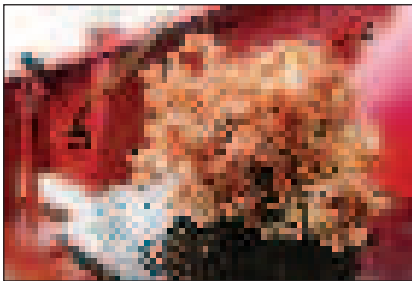
Korallzátony találtak kanadai kutatók Grönland délnyugati partvidéke közelében. Egyedi, élő korallokat már korábban is ismertek ebből a régióból, de zátony létezéséről mostanáig nem tudtak.

A korallokhoz szinte mindenki a meleg, trópusi tengereket társítja, nem pedig a hideg, sarkvidéki területeket. És valóban, a korallfajok nagy többsége meleg, 50–60 méternél nem mélyebb, jól átvilágított, tiszta tengervízben él. Létfenntartásukhoz fényre van szükség, ugyanis a szükséges energia nagy részét a velük szimbiózisban élő, fotoszintézist végző mikroszkopikus algáktól, a zooxanthelláktól kapják. Vannak azonban mind magányos, mind telepes korallok, amelyek bírják a hideget, ám nem sekély, hanem mélyebb vizekben élnek, ahová már nem hatol le a napfény; ezek parányi állatokkal, zooplanktonnal táplálkoznak. A legismertebb, bár nem a legelterjedtebb fajuk a *Lophelia pertusa*, az egyetlen olyan korallfaj, mely megél az Atlanti-óceán hideg vizeiben éppúgy,

mint a karibi térségben. Sok más korallhoz hasonlóan mészvázat választanak ki. Hozzá kell tennünk, hogy a hideg vízi korallak növekedési üteme sokkalta kisebb trópusi társaiknál. A trópusi változatok nagyjából évi 1 cm-t növekednek, a hideg vizek viszont legfeljebb évente 1 mm-t.

A Grönland partjainál levő korallzátonyra kanadai kutatók találtak rá – véletlenül. Egyik kutatóhajójuk víz alatti fényképezési feladatokat látott el, vízminutákat gyűjtött, és mérőeszközöket engedtek le mintegy 900 méteres mélységbe, de a műszereket megrongálódott állapotban húzták vissza. A rajtuk fennakadt koralltöredékek azonban elárulták, ki volt a vétkes. Mivel magányosan élő korallokról már voltak ismereteik ebből a térségből, csaknem visszasdobták a vízbe a koralldarabkákat, amikor rájöttek, hogy mit is fogtak ki. Tavaly ősszel egy másik kutatóhajó visszatért ugyanabba a térségbe és kamerát engedtek le, hogy szemügyre vehessék a feltételezett zátonyt. Megállapították, hogy a korallzátony nagyon meredek kontinentális lejtőn, erős áramlások közepette épül. A zátony környékén gazdag az élővilág, előfordulnak tuskésbőrűek, mohaállatok, szivacsok is.

Azt már jó ideje tudják, hogy az Atlanti-óceán északi részén, Norvégia és Island környékén is léteznek korallzátonyok, és bár Grönlandnál nem számítottak hasonlóra, a kutatókat nem érte teljesen vá-



Egy koralldarab Grönland vizeiből

ratlanul a felfedezés. A norvégiai zátonyok nagyjából 30 méter magasak, több kilométer hosszúságúak. Korukat kerekben 8000 évben állapították meg, vagyis nagyjából akkor indultak növekedésnek, amikor a jégkorszak utolsó jeges fázisa véget ért. A grönlandi zátony ezeknél valószínűleg kisebb és egyelőre még a korát sem tudták megállapítani. Léte az Északatlanti-áramlásnak köszönhető, hiszen így a „meleg” eléri a sziget délnyugati partvidékét, és a mintegy 4–5 Celsius-fokos víz még éppen elegendő ahhoz, hogy benne korallak éljenek és növekedjenek. (*Science Daily*, 2014. január 28.)

EGYRE TÖBB FIATALT ÉRINT A SZÉLÜTÉS

Szélütés akkor keletkezik, ha az agyi erek eltömődnek, vagy agyvérzés alakul ki. Mindkét eset következménye, hogy az ér által ellátott agyi területre nem jut elegendő vér, s ennek megfelelően oxigén, így az agyi működés kiesik. Attól függően, hogy mekkora és mely terület érintett, bénulással, eszméletvesztéssel, súlyos esetben halállal végződik az átmeneti keringéskiesés. Különösen egyetlen agyi ér elzáródása esetében – ekkor úgynevezett isémiás szélütésről beszélünk – a gyors kezelés megmentheti a beteg életét és megakadályozhatja a súlyos következmények kialakulását. Az eret eltömő vérrög ugyanis gyógyszerrel oldható és a vérellátás helyreállítható.

Egy tanulmányban a kutatók a szélütés aktuális adatait, a halálzási adatokat és az esetek földrajzi eloszlását gyűjtötték össze, majd ezeket összehasonlították korábbi tanulmányok adataival, valamint összevetették egymással a magas, közepes és alacsony átlagjövedelemű országok adatait.

Az eredmény nem túl biztató: a szélütés világszerte a halálesetek kerekben 10%-áért felelős, igaz ugyan, hogy egyre több ember éli túl az átmeneti vérellátási zavart. Abszolút számokban kifejezve azonban nő azok száma, akik szélütést szenvednek, ennek következtében meghalnak, vagy emiatt életminőségük súlyos kárt szenved. 2010-ben 16,9 millió ember kapott először szélütést – ez 68%-kal több, mint 20 évvel azelőtt. Ebből 5,9 millió beteg halt meg, 26%-kal több, mint 1990-ben. Ha ez a folyamat folytatódik, 2013-ban csaknem 12 millió ember fog meghalni szélütésben, s a rokkant túlélők száma is megduplázódhat.

Van még egy elgondolkozásra készítő jelenség: az érintettek között egyre több a fiatal. A 20–65 év közötti betegek száma 1990 óta 25%-kal emelkedett. Az egészen fiatalok sem védettek a szélütéssel szemben: évente 83 ezer 20 év alatti fiatal érintett. Ezek az eredmények mutatják, hogy a szélütés már nem nevezhető az idősök betegségének. Amennyiben hatékony megelőző intézkedések nem történnek, tovább fog nőni az egyre fiatalabb érintettek száma.

Az országok közötti összehasonlítás mutatja, milyen fontos szerepet játszik a szélütés megelőzése szempontjából az életmód, különösen a táplálkozás. A gazdag ipari országokban fokozatos csökkenést mutat a megbetegedések és halálzások száma. A diagnózis és a kezelés területén történt előrelépések, valamint a hatékony megelőzés ezekben az országokban meghozták gyümölcsüket. A szegény és közepes átlagjövedelmű or-

szágokban azonban fordított a helyzet: az érintettek és elhalálozottak száma az elmúlt 20 évben drasztikusan emelkedett – 40-40 %-kal! Ennek okát abban látják, hogy a rizikófaktorok (egészségtelen táplálkozás, magas vérnyomás, túlsúly, dohányzás) terén ezekben az országokban az elmúlt 20 évben rosszabbodott a helyzet. (*www.wissenschaft.de* 2013. november 24.)

Lezárult a Doktorandusz cikkpályázat

Kedves Olvasóink!

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat és a Doktoranduszok Országos Szövetsége által 2014-re meghirdetett ismeretterjesztő cikkpályázat meghosszabbított benyújtási határideje lejárt.

Felhívásunkra három kategóriában érkeztek pályaművek a doktoranduszi tanulmányaikat határainkon belül, valamint külföldön jelenleg folytató, tudományos fokozattal még nem rendelkező fiatal kutatók tollából: Élet és Tudomány, Természet Világa és Valóság kategóriákban.

Az írások mindhárom kategóriában az adott tudományterület TIT-lap tartalmi, stilisztikai és terjedelmi profiljának megfelelően születtek. A pályázat célja, hogy a doktoranduszok saját kutatásaikat, illetve azok tudományos hátterét és összefüggéseit közérthető módon közkinccsé tegyék.

Tájékoztatjuk Pályázóinkat, hogy a beérkezett pályaműveket a három lap szerkesztősége, a TIT, valamint a Doktoranduszok Országos Szövetsége által felkért zsűri április folyamán bírálja el. Mindhárom kategória első három helyezettje díjazásban részesül. Az egyes helyezések megoszthatók. A díjakat májusban adjuk át a TIT budapesti székházában, a díjátadó ünnepség részleteiről a díjazottakat külön értesítjük.

A szerkesztőségek, a díjazott és a díjazásban nem részesült, de közlésre alkalmas cikkeket – a szerzőikkel egyeztetett szerkesztés után – megjelentetik.

A pályázat kiírói és lebonyolítói nevében minden Pályázónknak köszönjük, hogy megtisztelték minket írásukkal!

A Szerkesztőség

Májusi számunkból

Csaba György: Az egysejtűek hormonális rendszere

Csutak Adrienne: A cukorbetegség okozta látóideghártya-betegség

Harangi Szabolcs: Új vulkán-sziget született
Varga Péter–Süli Bálint: Nagy mélyfészku földrengések

Mathesz Anna: A logika új kapui

Farkas Csaba: Trójai falóval a vér-agygáton át. Beszélgetés Veszelka Szilviával
Glasser Erik: A Than fivérek emlékháza Óbecsén

Kapronczay Katalin: Leibniz és a medicina

100 éves a Panama-csatorna

Augusztus 15-én lesz 100 éve, hogy az első hajó áthaladt a Panama-csatornán, melynek megnyitása gyökerestől felforgatta az addigi tengeri forgalmat. Ettől kezdve a Csendes- és az Atlanti-óceán között közlekedő hajóknak már nem kellett megkerülniük Dél-Amerikát (és legfőképpen az igen veszélyes Horn-fokot), vagyis több ezer kilométerrel lerövidült az útvonal. Jelenleg évente közel 15 ezer hajó halad át rajta (megnyitása óta már több mint 800 ezer). A csatorna azonban időközben kinőtte önmagát, áteresztő kapacitása elérte a maximumát, különösen annak figyelembe vételével, hogy egyre nagyobb áruszállító hajók jelentek meg, melyek egyszerűen nem férnek át rajta. A világ összes konténerszállító hajójának mintegy 37 százaléka már nem tud átjutni a csatornán, ezért szükségessé vált annak számottevő átalakítása. 2006 tavaszán a panamai elnök javaslatot tett arra, hogy megkértszerezze a csatorna kapacitását, s ezt egy népszavazás nagy többséggel meg is erősítette. A projekt 2007 szeptemberében indult. Mielőtt az átalaki-



George W. Goethals, a Csatorna amerikai főmérnöke

A két óceán közötti út lerövidítése nagyon régi keletű elképzelés. 1534-ben már V. Károly német-római császár és spanyol király is felvetette az ötletet, mely a következő évszázadokban újra és újra felbukkant. Célja akkoriban még egyértelműen stratégiai volt. Amikor a XIX. század közepén kitért a kaliforniai aranyláz, még nagyobb igény támadt arra, hogy lerövidítsék a közlekedési útvonalakat, amit végül a két óceánpartot összekötő, 1855-ben megnyitott panamai vasút átmenetileg meg is oldott. A Szezei-csatorna sikerén felbuzdulva francia mérnökök kezdtek vizsgálni egy végig a tengerszinten futó csatorna megvalósíthatóságát. A tervet ugyanaz a *Ferdinand de Lesseps* készítette, aki a Szezei-csatorna tervezője volt, az anyagi fedezetet Párizs nyújtotta (Panama akkor még Kolumbia tartománya volt). A franciák azonban nem végeztek részletes geológiai és hidrológiai kutatásokat, a helyben dolgozó mérnököknek nem voltak megfelelő tapasztalataik, aminek következtében sorozatos csuszamlások, hegyomlások hátráltatták a munkálatokat. A munkásokat (akiknek zöme karibi színes bőrű volt) trópusi beteg-

ségek tizedelték, sárgalázban, maláriában, illetve balesetekben mintegy 22 ezren haltak meg. Mindehhez hozzájárult, hogy 1889-ben a francia társaság sorozatos korrupciók nyomán csődbe jutott.

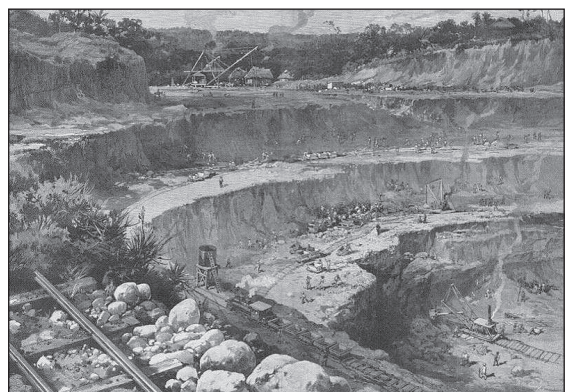
Lássuk, mit ír erről Bogdánfy Ödön! *„Lesseps 1879-ben... megszervezte az Általános Óceánközi Csatornaépítő Társaság nevű társulatot 300 millió frank tőkével... Úgy számítottak, hogy a munkát 1889-ben befejezik... Mielőtt megindították volna a munkálatokat, először is megvették a Panama-vasutat, s csak 1882-ben kezdtek hozzá a csatorna építéséhez. De a munka roppant lassan haladt, s csakhamar beláták, hogy ilyen módon nem lesznek készen... Minthogy a pénz már fogyatékán volt, 1887-ben újabb 600 milliót bocsátottak aláírás alá, de a közönség bizalma meggingott s csak 223 milliót jegyeztek. 1888-ban a társulat kénytelen volt a fizetéseit megszüntetni... s az 1889. év elején a kereskedelmi bíróság elrendelte a társulat fölszámolását. Mi volt az oka ennek a nagy bukásnak? Kétségtelen, hogy a franciák nem ismerték föl a munka kivételének nehézségeit..., hogy a csatorna céljára begyűlt pénz jó része bűnös kezekbe került s a panama szó azóta szállóigévé vált a csatlár pénzügyi műveletek megjelölésére.”*

Hogy a Kolumbiával kötött egyezmény hatályban maradjon, új Panama-csatorna Társulatot szerveztek, ám ez csak a megvalósíthatósági tanulmányok elvégzését vállalta, mert rájöttek, hogy a munkálatokat



Ferdinand de Lesseps, a Panama-csatorna francia tervezője

tásra rátérnénk, tekintsük át röviden a csatorna történetét, főbb műszaki paramétereit. Ezzel együtt meg kell említenünk, hogy a *Természettudományi Közlöny* 1915. áprilisi számában, azaz csupán néhány hónappal az átadás után *Bogdánfy Ödön* hidrológus mérnök, műegyetemi tanár 30 oldalas cikket közölt „A Panama-csatorna” címmel, bőséges fényképes és grafikai illusztrációkkal. Írásunkban e cikkből is idézünk.



Amikor még franciák próbálkoztak: a Culebra-átvágás építése 1885-ben

a társaság a maga erejéből képtelen végrehajtani. Ezt követően lépett színre az Egyesült Államok; megalakították a Canal Commissiont, a Csatorna Bizottságot. Ismételen felvetődött, hogy a csatornát Nica-



Theodore Roosevelt elnök megszemléli az építkezést

raguán át kellene megépíteni, ám ezt több okból is elvetették. Visszatértek a panamai földszorozshoz, és az időközben függetlenné vált Panamai Köztársaság területén egy egyezmény alapján létrehozták a Csatornaövezetet. A csatorna új vonalvezetését 1905-ben tűzték ki. Főmérnöknek John Wallace-t nevezték ki 1904-ben, de annyi konfliktusa volt az építetével, hogy egy évre rá lemondott. Helyére egy vasúti mérnököt, John Frank Stevenst választották, akinek viszont nem voltak vízépítési tapasztalatai, ám végül is egész jól beletanult. Mindenekelőtt rengeteg munkást kellett toborozni; főként a karibi térségből, valamint Spanyol- és Olaszországból jöttek. Amikor Stevens munkába állt, még az sem volt eldöntött, hogy zsilipekkel építik-e meg a csatornát, vagy a tengerszintben. Theodore Roosevelt elnök egy mérnökökből álló bizottságot küldött a helyszínre, akik némi mérlegelés után a tengerszintes megoldásra szavaztak. A Csatorna Bizottság és maga Stevens azonban a zsilipes rendszert favorizálta és ezt az amerikai képviselőház és a szenátus el is fogadta. 1906-ban maga Roosevelt is szemlét tartott a helyszínen. (Érdekesség, hogy ez volt az első alkalom, hogy hivatalban lévő amerikai elnök külföldre utazott.) Az elnök úgy vélte, szükséges volna bevonni az építkezések irányításába a hadsereget is, ezért George Washington Goethals hadmérnök ezredes nevezte ki Stevens helyettesévé. Mivel utóbbi 1907-ben lemondott, a munkálatokat Goethals vezényelte főmérökként, egészen a megnyitásig.

Miután a döntés megszületett, a zsilipes megoldás egyben azt is jelentette, hogy át kellett vágni a kontinentális vízválasztót. A Chagres-folyó elgátolásával 1907 és 1913 között létrehozták a kereken 33 km hosszú Gatun-tavat, mely a maga idejében a világ legnagyobb mesterséges tava volt, vízszintje 26 méterrel van a tengerszint fölött. A legnagyobb földmunkákat az ún. Gaillard-átvágásnál (David Gaillard hadmérnök volt a munkálatok irányítója) kellett végezni (neve 2000 óta Culebra-átvágás), amit a franciák már elkezdtek, de csak sekély mélységig jutottak és a szélesség sem volt megfelelő. Az amerikaiak dinamittal robbantották ki az anyagot, gözzel működő exkavátorokat használtak, a kitermelt kőzetet pedig vagonok szárazai szállították el a helyszínről. Akkoriban mintegy 6000

munkás dolgozott az építkezésen. A munkálatokat ezúttal is hátráltatták és nehezítették az agyagos térszíneken bekövetkezett csuszamlások. A 14 km hosszú átvágással 12 méteres tengerszint feletti magasságig jutottak el, a mesterséges völgyet kiszélesítették, összesen mintegy 76 millió köbméter anyagot termeltek ki, 23 millióval többet, mint ami az előzetes tervekben szerepelt.

A száraz munkálatok 1913 szeptemberében befejeződtek és bár mintegy másfél millió köbméternyi anyag omlott be a vágatba, a mérnökök úgy határoztak, hogy azt majd az elárasztás után, kotrással fogják eltávolítani.

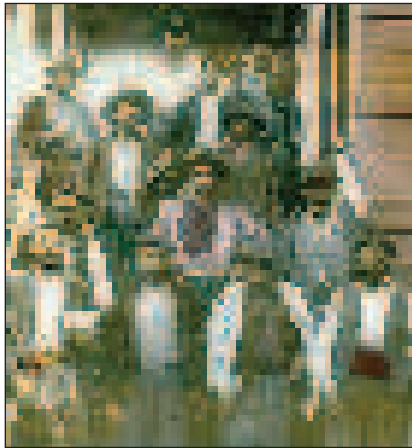
A csatorna két alaplétesítménye két mesterséges tó; a már említett Gatun-, illetve a Miraflores-tó. Ezek létrehozásához négy gátat kellett megépíteni. Közülük a legnagyobb létesítmény a Gatun-gát volt, mely a Chagres-folyón épült, földből, agyagból és kőből. Az alapjánál 640 méter széles, hossza pedig 2300 méter, s ezzel a csatorna megnyitása idején a világ legnagyobb ilyen építménye volt. A tó és a gát szerepe az is, hogy a Chagres-folyó vizét szabályozzák, a tóban tárolják a nedves évszak vízfőlöslégét, mert száraz időszakban a folyó vízhozama

olyan kicsi, hogy nem tudná táplálni a csatornát. A másik kulcselem a zsiliprendszer, mely arra hivatott, hogy az áthaladó hajókat 26 méterrel felemelje, illetve lesüllyeszze a csatorna fő szintjére. Erre a műveletre egy hajó áthaladásakor összesen hatszor van szükség (háromszor fel, háromszor le). A felemelés-leengedés mértéke nem azonos a két bejáratnál, mert a csendes-óceáni oldalon elég nagy az árapályszint különbsége, míg az atlanti oldalon nem jelentős. E létesítmények összhosszúsága 3 kilométer. A zsiliprendszer ráadásul kettős, vagyis két zsilipcsatorna fut egymás mellett, így mindkét irányban folyhat a hajók áthaladása. Ez azonban csak elméletben van így, mert nagy hajók esetében egyszerre csak az egyik irányt használják. A zsilipkamrák 33,53 méter szélesek és 320 méter hosszúak, 12,56 méter mélyek. Ezek a dimenziók adják ki az úgynevezett „Panamax”-ot, vagyis azt, hogy mekkora méretű hajó képes áthaladni rajtuk. 1962-ben bejött egy újabb korlátozó elem, az „Amerikák hídja” (Bridge of the Americas), mely a csatorna csendes-óceáni bejárata fölött épült meg. Ennek magassága is korlátozza az áthaladó hajók méretét, viszont számottevően megkönnyítette a voltképpen elvágott két kontinens közötti közúti forgalmat, mert korábban épült ugyan két híd, azok azonban mozgathatók voltak. 2004-ben újabb híd épült, a Centennial, egy hatsávos híd a Culebra-átvágásnál, ezen halad át a Pánamerikai autótú.



Már amerikaiak által irányított munkálatok az átvágásnál, 1907-ben

Mindegyik zsilipkamra feltöltéséhez kb. 100 ezer köbméter víz szükséges, ezt azonban nyolc perc alatt végre tudják hajtani. A hatalmas, kétszárnyú acél zsilipkapukat a kezdetektől 1998-ig elektromos motorok



Spanyol munkások a Csatornánál, az 1900-as évek elején

nyitották-csukták, ék alakban, azóta hidraulikus berendezések működtetik őket. A zsilipeken kis kapuk is vannak, arra az esetre, ha kis hajók haladnak át, így nem kell az egész kamrárt feltölteni vízzel. A hajók a saját motorjaik segítségével mennek ki és be a zsilipkamrákba, ám az oldalirányú mozgásukat (és a fékezést) villanymozdonyok segítségével oldják meg. Ezeket a fogaskerék-rendszerrel működő mozdonyokat nevezik öszvéreknek (annak emlékére, hogy a csatorna elkészülte előtt a földszorosan keresztüli szállítást sokáig öszvérekkel végezték). A csatorna egyéb részein való navigálást révkalauzok segítik.

1913. október 10-én robbantották fel a Gatun-tavat a Culebra-átvágástól elválasztó gátat, így a csatorna teljes szakasza víz alá került. A következő évben, január 7-én egy öreg francia hajó volt az első, mely saját erőből végigment a csatornán, bár a hivatalos átadására csak augusztus 15-én került sor. Az eseményre nagy ünnepséget terveztek, mely méltó az elvégzett munka nagyságához, ezt azonban megghiúsította az első világháború kitörése miatti zűrzavar.

Magának a csatornának a készítése mellett kiépítették és folyamatosan fejlesztették az atlanti-óceáni Colón, illetve a csendes-óceáni oldalon levő Panamaváros kikötőjét is. A két várost összekötő vasútvonal egy részét is át kellett helyezni, mert egy szakaszon a Gatun-tó vize elborította volna a régét.

Néhány adalék a munkálatok amerikai korszakához: az építkezés teljes ideje alatt kerekén 75 ezer ember dolgozott itt, egyszerűre a legtöbb 40 ezer. Kórházi adatok szerint 5609 munkás halt meg baleset vagy betegség (főként sárgaláz és malária) következtében. A kezdeti siralmas egészségügyi körülményeken az évek során számottevően javítottak. Eleinte a munkásoknak a kocsmákon kívül semmiféle szórakozási lehetőségük nem volt, így aztán a legtöbben keményen ittak. Ezt felismerve a vezetőség klubok egész so-

rát hozta létre, még baseballpályát is építettek, ahol bajnokságot játszottak, úgyhogy a kocsmák forgalma és az alkoholizálás drasztikusan csökkent.

Meg kell még emlékeznünk a Panama Csatornaövezetről, mely magát a csatornát és a tőle mindkét oldalon 8 kilométerre kiterjedő területet foglalta magában (Colón és Panamaváros kivételével). 1903-tól 1979-ig az Egyesült Államok irányítása alatt állt. 1977-ben Jimmy Carter amerikai elnök és Omar Torrijos, a panamai nemzeti gárda főparancsnoka (gyakorlatilag az ország katonai diktátora) aláírta azt az egyezményt, melynek értelmében 1999. december 31-én a csatorna és az övezet Panama állam fennhatósága alá kerül. Ez meg is történt. Bár az övezet az Egyesült Államok fennhatósága alá tartozott, nem számított amerikai területnek, az ott élők, hacsak nem az USA-ban születtek, nem voltak amerikai állampolgárok. Ezt a státuszt az ott születettek közül csak az kaphatta meg, akinek mindkét szülője amerikai állampolgár volt. Ilyenképpen indulhatott a 2008-as elnökválasztáson John McCain republikánus arizonai szenátor, aki 1936-ban a Csatornaövezetben levő egyik amerikai katonai bázison született. (Mint az bizonyára köztudott, az USA elnöke csak olyan személy lehet, aki az Egyesült Ál-

számottevő bővítését, ami jelenleg is folyamatban van. A tervek szerint 2015-ben be is fejezik, kb. 5,25 milliárd dolláros költséggel. Így a csatorna áteresztő képességét megkétszerezik. Ehhez mindenekelőtt két új zsilipkamra-rendszert építenek, egyiket a már meglévő Gatun-zsilipektől keletre, a másikat a mirafloresiektől délnyugatra. Az új, immár csúszó kapukkal ellátott zsilipkamrák hosszúsága 427 méter, szélessége 55 méter, mélysége pedig 18,3 méter lesz. Ez pl. azt jelenti, hogy egy 12 ezer konténer szállító hajó is át tud haladni rajtuk. Az új zsilipekhez új megközelítő csatornákat is építenek, melyeken a Panamax-nál nagyobb hajók is biztonságosan navigálhatnak, igaz, egyszerre csak egy irányban. Kiszélesítik a Culebra-átvágást, valamint a Gatun-tavon átvezető hajózó csatornát is, legalább 280 méterre, a Gatun-tó maximális vízszintjét pedig a jelenlegi 26,7-ről 27,1 méterre növelik, egyúttal mélyítik is. Korszerűsítik a zsilipkamrák vízcserélő rendszerét is, így egy-egy áthaladásnál átlagosan 7 százalékkal kevesebb vizet kell be-pumpálni, illetve kiszivattyúzni.

A felújítási munkálatok során, mivel újból hatalmas mennyiségű földet és közeget kellett megmozgatni, a régészek és az



A Csatorna kibővítésének vázlatja

lamok állampolgáraként született – vagy az alkotmány elfogadásának pillanatában amerikai állampolgárságú –, a harmincötödik életévét betöltötte, és a jelölését megelőző legalább tizenégy évben az Államokban élt.)

Mint említettük, a megnövekedett forgalom és a hajók egyre nagyobb mérete szükségessé tette a csatorna kapacitásának

öslénykutatók kihasználták az alkalmat a leletmentésre. Az utóbbiak találtak többek között eddig nem ismert krokodilfajfossziliákat, háromujjú öslő fogait, továbbá két, már kihalt tevefaj maradványait, melyek a legidősebb gerinces-leletnek számítanak Panamában.

K. A.

MEZŐ SZILVESZTER

Déri Frigyes természetrajzi gyűjteménye

Déri Frigyes (1852–1924) Debrecen városának nyújtott adománya vetette meg az alapját a Déri Múzeum gazdag gyűjteményeinek. Az ókorból származó különleges régiségek, a távol-keleti és dél-ázsiai kultúrák egzotikus tárgyai, a látványos fegyverek, valamint az értékes iparművészeti, képzőművészeti és numizmatikai gyűjtemények mindig nagy vonzerővel bírtak a látogatók számára. Kevésbé ismert, hogy e szinte példátlan adománynak van egy aránylag kicsi, de érdekes természetrajzi tárgyakat felvillantató része is, ami a múzeum többi gyűjteményéhez hasonlóan számos ritkaságot rejt.

A természetrajzi anyag első leírója maga Déri Frigyes volt. Az általa összeállított 1922-es múzeumi katalógusban vázlatosan bemutatta az ásványokból, kőzetekből, kőületekből és vadásztrófeákból álló kollekción. A rövid, csupán két féloldali ismertetés eltörpül a 350 oldalas kötet részletes gyűjteményleírásai között.¹ A „*Természetrajzi tárgyak*” cím alatt futó felsorolásban Déri mindössze 11 tételemlített az alábbiak szerint:

- (a-c) 3 láda ásvány és kőület, melyek a reichenhalli Múzeumban voltak letétként kiállítva. Tulajdonosuktól azokat 1912-ben megszerzvé, azóta a ládák felbontatlanul őriztetnek a gyűjteményben és szakszerű lajstromozásra várnak.
- (a-b) Mammuth Elephas Primigenius 2 zápfoga. Magyar lelet.
- Kőületes cápafog. Magyar lelet a ruszti kőbányából.
- Meteorvas, természetes kéreggel. Vágaték. Magyar lelet.
- Meteorvas. Kisebb vágaték. Mexikói lelet.
- Joachimsthalli urán szurokérc, mely nagyobb mennyiségben tartalmaz rádiumot.
- Megatherium (óriás lajhár) zápfoga. Tertiär. Délamerikai lelet.
- Mastodon zápfoga. Tertiär. Rajnavidéki lelet.
- Szarvasbika-agancsok.

A bátaszéki uradalom Duna-menti erdeiből.

- (Déri Frigyes és felesége által a bögés idején ejtett vadászszákmány).
- (a-b) 2 őzbakagancs.

(Déri Frigyes és felesége által ejtett vadászszákmány)



Déri Frigyes és felesége, Louise Brix stájerországi vadászházuk előtt (1908) (Forrás: Déri Múzeum Történeti Gyűjteménye)

Déri Frigyes vadásztrófeái a Déri Múzeum egyik szobájában (1930-as évek) (Forrás: Déri Múzeum Történeti Gyűjteménye)



- Szarvasbika-őzbakagancs és zerge-kampók. (Déri Frigyes és felesége által stájeri birtokán ejtett vadászszákmány).²

Az első szakember, aki behatóan foglalkozott a múzeumi ásvány-, kőzet- és kőületgyűjtemény rendszerezésével, Hoffer András (1884–1946) földrajz-termeszetrjz-vegytan szakos tanár volt.³ A debreceni Református Kollégium Gimnáziumának egykori oktatója (később a Tisza István Tudományegyetem ásvány-, kőzet- és földtan

szakelőadója) 1923-ban négy felsősztályú növendék segítségével – egy 50 ezer koronás szerződés keretében – Déri Frigyes megbízásából dolgozott a földtani anyag meghatározásán és rendbetételén.⁴ A műtárgyjegyzék elkészült, amiről Csűrös Ferenc, Debrecen Szabad Királyi Város közművelődési tanácsnoka 1923. július 6-án levélben tájékoztatta a megrendelőt, ám e fontos leltári dokumentum sajnálatos módon elveszett, így a „*négyheti fáradságos munka*” eredménye máig nem ismert előttünk.

A Déri Múzeum 1942-es évkönyvében (Sőregi János igazgató éves beszámolójában) figyelemre méltó adalék olvasható a Déri-féle föld- és őslénytani gyűjteményről kapcsolatban. Az intézmény akkori vezetője írásában utalást tett a nevezett anyag összetételére és származására: „*Déri Frigyes ezt a külföldi származású 347 db. ásványból és kőzetből, továbbá 300 db. kőületből álló gyűjteményt még az 1920-as évek elején külföldön egy tételben vásárolta meg és 1926 óta három ládában az alagsorban őriztük.*”⁵ Ezt követően Sőregi felvázolta a múzeum vezetőségének elképzelését a mostohán kezelt gyűjtemény sorsát illetően: „*Mivel a Déri Múzeumnak természetudományi osztálya nincs, a belátható jövőben sem lesz: arra gondoltunk, hogy az itt kezeletlenül heverő anyagot az egyetemi szakoktatás céljaira engedjük át, annál is inkább, mert a fiatal debreceni Ásványtani Intézet ilyenmő anyaggal egyáltalában nem rendelkezik.*

Dr. Hoffer András egyetemi rk. tanár, aki a gyűjteményt még Déri Frigyes megbízásából jegyzékbe foglalta s újabban is számba vétette, örömmel vette az elgondolást.”⁶ Az ajándékozási szándék komolyságát jelezte, hogy Sőregi beadványt (390—1942. DMSz.) terjesztett a Közgyűjtemények Főfelügyelősege és Debrecen polgármestere elé, amelyben engedélyt kért a múzeumi föld- és őslénytani gyűjtemény Tisza István Tudományegyetem Ásványtani Intézete részére történő átengedéséhez.⁷ 575—942. számú leiratával a Főfelügyelőség engedélyezte a gyűjtemény örökletétként való átadását.⁸ A város elöljáróságának válasza nem ismert előttünk, ám az a tény, hogy az anyag egy része még ma is a múzeumban van, azt jelenti, hogy a gyűjtemény teljes átadása 1942-ben meghiúsult.

A Déri által említett és Hoffer által átnézett háromládányi anyagból az 1950-es években mindössze 74 tétel (89 darab) „ásvány, kristály, kőzet” és 112 tétel (202 darab) „kövület” lett nyilvántartásba véve a múzeumban, amiből arra következtethetünk, hogy egy nagyobb darabszámú (részleges) átadás mégiscsak megtörténhetett az egyetem irányába, bár ennek pontos tisztázása még folyamatban van. A sokáig halogatott leltározás Szücs Lajos debreceni középiskolai tanár nevéhez köthető, aki 1952. január 1. és 1955. szeptember 22. között volt a természettudományi gyűjtemény gondozója.⁹ Az addig ömlesztve tárolt anyagot ő vezette be a leltárkönyvbe 1953. február 19. és március 30. között.¹⁰ Munkáját segítette, hogy a gyűjtemény mellékleteként fennmaradt több eredeti



Leptolepis spathiformis lenyomata
(Forrás: Déri Múzeum Fotótára)

(német nyelvű) tárgyfeliirat, melyek a bezonanosítást és az esetleges újratarozást megkönnyítették.

Az 1970-es években foglalkoztak újra alaposabban az őslénytani anyaggal. Szücs Lajos 1953-as munkájára támaszkodva Öt-



Néhány jellegzetes ásvány, kőzet és ősmaradvány a gyűjtemény eredeti, német nyelvű felirataival
(Forrás: Déri Múzeum Fotótára)

vös János (1911—1991), a természettudományi gyűjtemény biológus munkatársa revideálta a kövületgyűjteményt és létrehozta a növényi és állati eredetű ősmaradványok taxonómiai (rendszeri) alapon felállított szekrénykataszterét.¹¹ Az újrarendezett gyűjtemény egyes darbjait elsőként 1972-ben, a hajdúhadházi Földi János Emlékház állandó természettudományi kiállításán mutatták be, amit Ötvös János és Lovas Márton rendeztek. Később Lovas Márton, a Déri Múzeum muzeológusa egy sikeres ásványtani vándorkiállítás részeként a Déri-féle kövületek legszebb, legérdekesebb darbjait további tíz hazai város (Debrecen, Derecske, Ebes, Hajdúsámson, Kaba, Nyíradony, Püspökladány, Tiszaföldvár, Tiszafüred és Túrkeve) mellett a lengyelországi Lublinban is kiállította.

A föld- és őslénytani gyűjtemény darbjai szinte kivétel nélkül Közép-Európa országaiból, elsősorban a mai Németország, Svájc, Ausztria, Csehország és Lengyelország területéről származnak, csupán néhány esetben szerepel a lelőhely megjelölésekor más kontinenshez tartozó terület (pl. Labrador, Madagaszkár, Mexikó).¹² Feltűnő a Kárpát-medencei lelőhelyek szinte teljes hiánya. „Magyar leletként” mindössze négy tétel szerepel Déri leírásában: 2 darab mamutfog, 1 darab meteorvas, 1 darab kövületes cápa fog, ami a Fertő-tó mellett fekvő Ruszt (ma: Rust, Ausztria) kőbányájából került elő és

a „bátaszéki uradalom Duna-menti erdeiből” származó szarvasbika-agancsok.¹³

Az ásványok és kőzetek többnyire kis méretűek, kevés közöttük a látványos, szép kifejlődésű darab. A gyűjteményt a különböző kvarcfeleségek, kalcitváltozatok és gipszképződmények uralják. A kövületek gyűjteménye két részből áll. Amíg a növényi maradványokat csupán pár látványos levélenyomatos kőzet képviseli, addig az állati eredetű fossziliák nagyobb számban és rendszertanilag szélesebb sávban vannak jelen gyűjteményünkben. Az egysejtűek között említésre érdemes a likacsoshéjúak (*Foraminifera*) közé tartozó *Nummulites millecaput*, ami „Szent László pénzéként” a magyar történelmi legendáriumban is helyet kapott. Szép darabokkal és jellemző nemzetségekkel képviselt a korallok (*Anthozoa*), a pörgekarúak (*Brachiopoda*), a csigák (*Gastropoda*), a kagylók (*Bivalvia*), a fejlábúak (*Cephalopoda*) és a tüskésbőrűek (*Echinodermata*) csoportja. Ellenben több fontos rendszertani egység teljesen hiányzik a gyűjteményből. Az őslénytani anyag nem tartalmaz ízeltlábú-, kétlélő-, hulló- és madárfossziliát. A gerinces állatokat csak néhány hallenyomatos kőzet, két cápa fog és néhány töredékes emlős maradvány (pl. masztodon- és mamutfog) képviseli. Különösen értékes a jurában élt hal, a *Leptolepis spathiformis* lenyomata, ami a németországi Solnhofenből került elő.

A Déri-féle katalógusban szereplő tróféák sajnos már nem találhatók még múzeumunkban. A díszes pajzsall ellátott szarvas, öz és zerge „trofeumok” napjainkban csak egy-két régi fényképfelvételen vehető szemügyre, mert a tárgyak valószínűleg a második világháború során elpusztultak.¹⁴ Ezt a vélekedést támasztja alá Balogh István (1912—2007) múzeumigazgató azon lapszélei megjegyzése, amit a Déri-féle katalógus első számú, a múzeum alapítója által is használt munkapéldányának 296. oldalán margójára írt 1954-ben: „9–11. tétel a háború alatt bombázás következtében a fűvész kert uccai raktárban megsemmisült.”¹⁵ A tróféák számát illetően nincsenek pontos adataink, de bizonyosan nem kevesről lehetett szó, mert ezzel az anyaggal élénkítették a Déri Múzeum Fűvész kert utcai raktárának 38 méter hosszú folyosóját, ahol a gyűjtemény a fenti információ szerint megsemmisült.¹⁶ A tróféák egységességét növelte, hogy mindegyik darab Déri Frigyes és felesége, Louise Brix stájer- és magyarországi vadászatainak emlékét őrízte.¹⁷ A házaspár szeretett vadászni, s e szenvedélyüknek nyugodtan hódolhattak akár ausztriai otthonuk közelében is, hiszen Déri Észak-Stájerországban, a mürzstegi császári vadászterület szomszédságában vásárolt magának egy másfélezer holdas birtokot: „Itt könyvei s

egyre gyarapodó műtárgyai között élt boldog életet rajongásig szeretett nejével mintegy két évtizeden át.”¹⁸

A gyűjtemény bemutatása reményeim szerint rámutat arra, hogy a művelt és széles látókörű Déri Frigyes gyűjteménye létrehozásakor és a leendő Déri Múzeum törzsanyagának összeválogatásakor nem felejtkezett el a természettudományokat reprezentáló tárgy-együttesekről sem. Az 1920-as évek elején így kerülhetett a debreceni közintézmény tulajdonába ez a döntően külföldi származású ásvány-, kőzet-, kö-



Kövületes cápa fogak

(Forrás: Déri Múzeum Fotótára)

ület- és trófea-gyűjtemény. A hosszú ideig elfekvő, ládába zárt és a múzeumi pince sötétjébe száműzött anyagot az utókor talán nem mindig kezelte valódi helyének, s értékének megfelelően, de a fennmaradt tárgyak e különös gyűjteménye a mai napig érdeklődést vált ki a látogatókból, s egyúttal hirdeti a tájékozott mecénás, Déri Frigyes szakmai előrelátását és emlékét. ■

A színes felvételeket Lukács Tihamér, a Déri Múzeum fényképésze készítette

Irodalom

A debreceni Déri Múzeum gyűjteményeinek leírása. Összeállította és bevezetéssel ellátta a debreceni Déri Múzeum alapítója: Déri Frigyes kereskedelmi tanácsos. Debrecen Szab. Kir. Város és a Tiszántuli Ref. Egyházkerület

Könyvnyomda-Vállalata. 1922.

A Déri Múzeum május 25-ki megnyitására elhangzott ünnepi beszédek. Dr. Csűrös Ferenc városi kultúratanácsnok beszéde. In: Jelentés Debrecen Szabad Királyi Város Déri-Múzeumának 1930. évi működéséről és állapotáról. A múzeum berendezésének és megnyitásának története (Összeállították: dr. Ecsedi István igazgató és dr. Sőregi János múzeumőr), Debrecen, 1931. 26. oldal

A Déri-Múzeum működése és állapota 1933-ban. I. fejezet. Berendezési munkálatok a kiállítási termekben és az új raktárhelyiségben. In: A debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1933. (Összeállították: dr. Ecsedi István igazgató és dr. Sőregi János múzeumőr), Városi Nyomda, Debrecen, 1934. 7. oldal

A városi Múzeum természetrajzi gyűjteményeinek leltári könyve. Kelt Debreczenben 1911 évi április 1-én. 95—101. oldal, Ltsz.: 1/1953. és 217/1953. között.

Déri Frigyesre és a gyűjteményére vonatkozó levelek. Csűrös Ferenc, Debrecen Szabad Királyi Város közművelődési tanácsnok levele Déri Frigyeshez. Kelt: 1923. július 6. Déri Múzeum, Művelődés- és Helytörténeti Tár, Történeti Gyűjtemény Adattára, Ltsz.: 1.1955.43.

Déri Múzeum Adattára. Fényképgyűjtemény. „Természettudomány. Földrajz” című 76. számú gyűjtőmappa

Déri Múzeum Természettudományi Adattára. DMTA/259—2013. ÖTVÖS János: *Óslénytár jegyzéke*

DMTA/261—2013. ÖTVÖS János: *Kövületek rendszere*

DMTA/262—2013. ÖTVÖS János: *Kövületek jegyzéke*

Lovas Márton: *A Déri Múzeum természettudományi gyűjteménye (1930–1970).* In: A debreceni Déri Múzeum Évkönyve. 1974. 553–559. oldal

Mudrák József: *A Debreceni Tudományegyetem Ásvány-földtani Intézetének története 1929–1949 között.* ACTA Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina, 2007. 245–251. oldal

Sőregi János: *Jelentés a Déri Múzeum 1942. évi működéséről és állapotáról.* In: A debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1942. Debrecen, 1943. 5–8. oldal

Jegyzetek

1 *A debreceni Déri Múzeum gyűjteményeinek leírása.* Összeállította és bevezetéssel ellátta a debreceni Déri Múzeum alapítója: Déri Frigyes kereskedelmi tanácsos. Debrecen Szab. Kir. Város és a Tiszántuli Ref. Egyházkerület Könyvnyomda-Vállalata. 1922. 295—296. oldal (Első számú munkapéldány a Déri Múzeum Déri-gyűjteményéből)

2 Uo.

3 Mudrák József: *A Debreceni Tudományegyetem Ásvány-földtani Intézetének törté-*

nete 1929–1949 között. ACTA Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina, 2007. 247. oldal

4 *Déri Frigyesre és a gyűjteményére vonatkozó levelek.* Csűrös Ferenc levele Déri Frigyeshez. Kelt: 1923. július 6. Déri Múzeum, Művelődés- és Helytörténeti Tár, Történeti Gyűjtemény Adattára, Ltsz.: 1.1955.43. (Korompai Balázs közlése nyomán)

5 Sőregi János: *Jelentés a Déri Múzeum 1942. évi működéséről és állapotáról.* In: A debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1942. Debrecen, 1943. 8. oldal

6 Sőregi János: i.m. Uo.

7 Sőregi János: i.m. Uo.

8 Sőregi János: i.m. Uo.

9 Lovas Márton: *A Déri Múzeum természettudományi gyűjteménye (1930–1970).* A debreceni Déri Múzeum Évkönyve. 1974. 555. oldal

10 *A városi Múzeum természetrajzi gyűjteményeinek leltári könyve.* Kelt Debreczenben 1911 évi április 1-én. 95—101. oldal, Ltsz.: 1/1953. és 217/1953. között.

11 ÖTVÖS János: *Óslénytár jegyzéke.* DMTA/259—2013. 1–6. oldal; a „*Kövületek rendszere*”. DMTA/261—2013.; „*Kövületek jegyzéke*” DMTA/262—2013.

12 *A városi Múzeum természetrajzi gyűjteményeinek leltári könyve.* Kelt Debreczenben 1911 évi április 1-én. 95—101. oldal, Ltsz.: 1/1953. és 217/1953. között.

13 *A debreceni Déri Múzeum gyűjteményeinek leírása.* Összeállította és bevezetéssel ellátta a debreceni Déri Múzeum alapítója: Déri Frigyes kereskedelmi tanácsos. Debrecen Szab. Kir. Város és a Tiszántuli Ref. Egyházkerület Könyvnyomda-Vállalata. 1922. 295—296. oldal

14 *A Déri Múzeum Adattára. Fényképgyűjtemény. „Természettudomány. Földrajz” című 76. számú gyűjtőmappában található egy felvétel, amin a felirat szerint Déri Frigyes és felesége „vadász-trofeumai” láthatók a Déri Múzeum egyik kis szobájában.*

15 *A debreceni Déri Múzeum gyűjteményeinek leírása.* I.m. 1922. 296. oldal

16 *A Déri-Múzeum működése és állapota 1933-ban. I. fejezet. Berendezési munkálatok a kiállítási termekben és az új raktárhelyiségben.* In: A debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1933. (Összeállították: dr. Ecsedi István igazgató és dr. Sőregi János múzeumőr), Városi Nyomda, Debrecen, 1934. 7. oldal

17 *A debreceni Déri Múzeum gyűjteményeinek leírása.* I.m. 1922. 296. oldal

18 *A Déri Múzeum május 25-ki megnyitására elhangzott ünnepi beszédek. Dr. Csűrös Ferenc városi kultúratanácsnok beszéde.* In: Jelentés Debrecen Szabad Királyi Város Déri-Múzeumának 1930. évi működéséről és állapotáról. A múzeum berendezésének és megnyitásának története (Összeállították: dr. Ecsedi István igazgató és dr. Sőregi János múzeumőr), Debrecen, 1931. 26. oldal

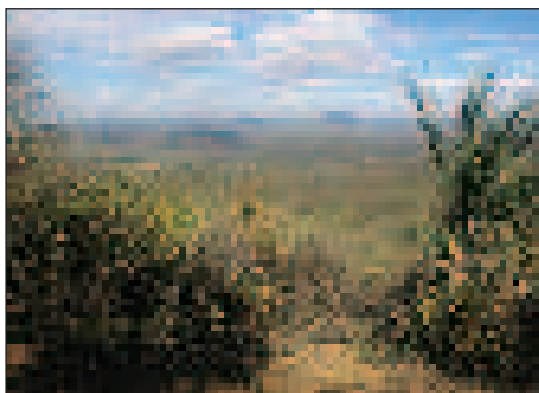
Lampiãõ, a betyárok királya

Legenda és valóság

ANGELO OSMIRO BARRETO–MAJOR ISTVÁN

Kik is azok a betyárok? Közönséges rablók, útonállók, gyilkosok, vagy a nép körében tiszteletreméltó hősök, akiknek cselekedeteit csodálattal emlegetik, és személyüket, de főleg tetteiket legendák lengik körül? Nagyon sok ország történelmében feltűnnek ezek a figurák, akiknek megítélése aktív cselekedeteik korában egészen más volt, mint évtizedekkel, évszázadokkal később. Elég csak Robin Hoodot, Zorrót, Cartuchet, vagy a közelmúltból Bonnie és Clyde-ot említenünk. De a magyar történelem is bővelkedik hasonló alakokkal. Rózsa Sándor, Savanyú Jóska, Jánosik vagy Angyal Bandi legendája ma is elevenen él, de egészen másképpen, mint annakidején, amikor közönséges betyároként tartották nyilván őket. Ezeknek a legendáknak a hősei, életük és tetteik már a történelem részei. Ám a távoli Dél-Amerikában, közelebről Északkelet-Braziliában nem sokkal, mindössze 70 évvel ezelőtt tették közzé Lampiãõnak, a betyárok királyának (rei de cangaço) levágott fejét. Néhány évvel ezelőtt még éltek azok az emberek, akiknek – vagy közeli hozzátartozójuknak – személyes emlénye fűződött a híres, hírhedt rablóvezérhez és félelmetes bandájához. A közelmúlt betyárjainak az emléke ma is él, és hatással van az itt élő emberek mindennapjaira. Nem véletlen, hogy külön tudományos társaság, a „Sociedade Brasileira de Estudos do Cangaço” foglalkozik a témával, és ennek ma már jelentős irodalma is van.

Északkelet-Braziliában az európai gyarmatosítók viszonylag későn, a XVII. század végén, a XVIII. század elején települtek le. Az 1700-as évek végére már gyakorlatilag ugyanazok a családok birtokolták a terület nagy részét, amelyek leszármazottainak ma is a legnagyobb befolyása. A letelepülő nagy létszámú családok döntő része egy-egy aktív, vagy nyugalmazott katonatiszt – ezredes vagy őrnagy – vezetésével érkezett, de csatlakozott hozzájuk egy sor olyan csoport is, amelyek valamiféle függőségi viszonyban voltak a családfővel. A terület végleges elfoglalása, a letelepedés természetesen nem ment konfliktusok nélkül. Mindennaposak voltak az ellentétek az őslakosokkal, de még inkább a már előbb ideérkezettekkel. Szükségszerű volt tehát, hogy a betelepülő család rendelkezzen olyan fegyveres csoporttal is, amely képes volt biztosítani a közösség mindennapi békés életét. Erre a feladatra a még aktív katonatisztek estében a vezetésük alatt álló fegyveresek, másoknál a leszerelt egykori katonák, valamint a szegényebb népcsoport fiai vállalkoztak. Fegyelmzett közösséget alkottak, ahol a mindenkori családfő szava volt a döntő, amelyet feltétel nélkül el kellett fogadni – de csak azt. Azonkívül semmi más nem számított a csapat számára; nem létezett sem írott, sem íratlan szabály. Felvetődhet a kérdés, miért volt szükség mindeerre, hiszen létezett már rendőrség, illetve ezen a területen egy máig is működő különleges katonai alakulat, a katonai rendőrség. Ez igaz, de ne feledjük, Északkelet-Brazília több mint egymillió négyzetkilométer területű, ahol ma is nagyon kicsi a népsűrűség, és még a



A száraz bozóterdő, a „caatinga” történetünk színhelye

fontosabb településekre sem jut elég rendfenntartó, a lakott helyeket pedig nagy távolságok választják el egymástól.

Ez a rendszer tehát működött, de a XIX. század végére már annyira stabilizálódott a helyzet, hogy ezekre a felfegyverzett alakulatokra többet nem volt már szükség, ennek megfelelően megszüntették őket, vagy egyszerűen feloszlottak, ám nem mindegyik. Néhány közülük tovább folytatta tevékenységét mint közönséges rablóbanda. Ezzel kezdetét vette egy új korszak, a betyárok (*cangaço*) világa, a *cangaço*.

A cangaço története...

Mit jelentett a betyárok (*cangaço*), illetve a betyár csapatok megjelenése Északkelet-Braziliában? Mindenekelőtt szinte megoldhatatlan konfliktust az itt lakók

életében. A rablók csapatostól jártak, nem volt ritkaság a 40–50 főből álló banda. (A múlt század első felében a betyárok összlétszáma Északkelet-Braziliában 700 fő körül mozgott.) Nem volt könnyű élete azoknak, akik ezt az utat választották. Állandó bizonytalanság, hiányos és rossz étkezés, szomjúság, nappal hőség, éjjel hideg volt az osztályrészük. Folyamatosan úton voltak, nyomukban a jól felfegyverzett katonasággal, rendőrséggel. Jelenlétük rengeteg gondot okozott a lakosságnak, ennek ellenére sokan támogatták tevékenységüket. Vajon miért? A hiányos helyi közigazgatás, a korlátozott számú és korrupt rendfenntartó szervezet nem volt képes védelmet nyújtani a lakosságnak, amely ily módon akarva vagy nem akarva, de kénytelen volt együttműködni a rablóbandákkal. Sokszor a helyi földművesek, állattenyésztők, a *fazendeirók* biztosították az élelmet, a vizet, sőt sok esetben még a fegyvert és a szükséges lőszeret, a sikeres akciókat követően pedig a bűvölyhelyet is a garázdálkodó betyároknak. De a legfontosabb a bandák számára az állandó információ volt, amelynek alapján pontosan tudták a rendőrség és a katonaság terveit, helyzetét, valamint azt is, hol számíthatnak zsákmányra. Viszonzásképpen a betyárok megkímélték életüket és vagyonukat, sokszor pénzzel honorálták segítségüket, és gyakran megóvták őket a hivatalos hatóság, no meg a helybéli korlátlan hatalmú egykori és aktív ezredek



A hírhedt bandavezér, Lampião, és méltó társa, Maria Bonita

túlkapasaitól, amelyek egyáltalán nem voltak ritkák ebben a térségben. Persze ezt a hivatalos szervek is jól tudták, ezért a helyi lakosok állandóan ki voltak téve a hatóság zaklatásának. A korszakkal kapcsolatos kutatások eredményei azt bizonyítják, hogy a betyárok olykor kegyetlen és kíméletlen akciói ellenére a helyi lakosság többségét szívesen látta a saját hivatalos szerveinek túlkapasaitól, mint a rablócsapatok akcióitól. Itt bukkanak fel először a későbbi legendák csírái. A rablóbandákat és azok vezetőit jól ismerték egész Északkelet-Brazíliában, és különösen azok körében, akiket nem érintett közvetlenül jelenlétük, illetve tevékenységük, népszerűek voltak. Ezt kihasználva, a legfelsőbb politikai vezetésben is akadt hathatós támogatójuk, hiszen ezzel elérték a szimpatizánsok rokonszenvét, illetve azok szavazatait.

A betyárkirály, Lampião története

A betyárok királyának históriája már a kezdetekkor gondot jelentett a későbbiekben vele foglalkozó történészeknek, ugyanis a születésének dátuma sem egyértelmű. *Virgulino Ferreira da Silva* egyes dokumentumok szerint 1898. június 4-én, mások szerint 1897. július 7-én látta meg a napvilágot a Pernambuco állambeli Serra Tolhada településen, szegény földműves (fazendeiro) család harmadik fiúgyermekéként. Életének első 20 évében nem történt semmi említésre méltó, élte a hasonló szegény sorsú fiatal-

emberek meglehetősen nehéz életét. A változás akkor következett be, amikor édesapja – a családfenntartó – a rendőrökkel vívott tűzharcban tisztázatlan körülmények között életét veszítette. Virgulino ekkor határozta el, hogy életét betyárként folytatja tovább. Beállt *Antonio Matilde* bandájába, ahol hamarosan kitűnt különleges képességeivel. A nyúlánk termetű, 180 cm-nél magasabb fiatalember nem ismert félelmet, gyorsan és határozottan cselekedett, a szerencsével sem állt hadilábon. Jellemző volt öltözködése, széles, felhajtott karimájú, ezüstérmekkel díszített bőrkalapja, kheki színű vászonruhája, vállán keresztbevetett tölténytárolója és széles bőrvöze. Feljegyezték róla, hogy kedvelte a csillogó ékszereket, minden ujján ékköves gyűrűket viselt, és bőven locsolta magát drága külföldi parfümökkel. Fegyver nélkül soha nem látták. Egyik szemére félig vak volt, és aranykeretes szemüveget hordott. Bal lábára sántított egy akció során elszenvedett lövés sebesülés következményeként. Barátaival és hozzátartozóival szoros kapcsolatot tartott, nagylelkűen viselkedett, ám ellenfeleivel szemben könyörtelen és brutálisan kegyetlen volt. Meglepő, de mélyen vallásos katolikus ember hírében állott.

1922-ben már saját bandája élén járta Északkelet-Brazíliát, és ekkortól kezdve nevezték Lampião-nak. Rengeteg akció fűződik a nevéhez, kezdetben fazendákat támadtak meg, gazdag kereskedőket, utazókat ra-



A „betyárok királya” és bandája a múlt század 30-as éveiben, tevékenységük csúcspontján. Középen Lampião, mellette Maria Bonita

boltak ki. Ám a későbbiekben már komolyabb akcióik is voltak. 1924-ben sikeres rablást hajtottak végre Pernambuco államban, Santa Cruz do Baixa Verde városában. 1926-ban, ugyancsak Pernambuco

államban történt az első jelentős összecsapás a Lampião vezette *cangaçeiros*, és a katonaság között. Ekkor a 60 fős betyárbanda 35 katonával vette fel a harcot, az eredmény 4 elesett katona, és 6 halott *cangaçeiro*. 1927. július 13-án Rio Grande de Norte állam második legnagyobb városát, Mossorót érte rablótámadás. Lampião gazdag zsákmánnyal hagyta el a várost, majd július 15-én már a Ceara állambeli Limoero do Norte, majd két nappal később, 17-én Jaguaribara városában követte el ugyanezt. Augusztus 21-én már Bahia államban garázdálkodott csapata. Az ilyen jellegű akciók nagyon sokszor megismétlődtek.



Az élet nem sokat változott errefelé a múlt század első fele óta. Autó csak a távoli nagyvárosokból tévedt ide nagy ritkán

1930-ban jelentős változás következett be a betyárkirály életében. Megismerkedett későbbi élettársával, a Szép Mariával (*Maria Bonita*), aki 1911-ben született, és találkozásuk idején egy cipész felesége volt. Maria Bonita első női tagként csatlakozott Lampião bandájához. Sem a vezér, sem a tagság nem csalódtak benne, ugyanolyan lelkes és kegyetlen volt, mint bármelyik férfi *cangaçeiro*. Példáját azután mások is követték, és a női betyárok nem voltak ritkák a rablócsapatokban.

1932. január 8-án történt Lampião legnagyobb összecsapása a katonasággal. Mintegy 100 fegyveres támadását verte vissza 32 *cangaçeiro*. Az eredmény 6 halott és 12 sebesült katona, valamint 4 bandita. Ezek közül az egyiket maga Lampião lőtte agyon, miután súlyosan megsebesült, és nem tudott elmenekülni a bandával. A vezér inkább lelőtte, minthogy a katonák fogságába essen, ahol egyébként hasonló sors várt volna rá. Mint ahogyan az be is következett néhány évvel később, a Lampião elleni utolsó katonai akció során.

1938. július 28-án a Sergipe állambeli Angico fazendán a betyárok királyát is elérte a végzete. 31 fős bandájára ko-

ra hajnalban meglepetésszerűen rajtaütött a katonaság, és 11 cangaçeirót, közöttük Lampião-t és Maria Bonitát halálos lövés érte. A támadás olyan hirtelen jött, hogy a banditák csak későn tudták használni fegyverüket, így a katonák közül csak egy halálos áldozata volt az összecsapásnak. A még életben maradt cangaçeírok elmenekültek.

Levágott fejek története

A betyárkirály tehát dicstelenül végezte be életét, de története ezzel még nem ért véget. Lampião holttestét társaival és Maria Bonitával együtt azonnal lefejezték, és a katonák a közeli Piranhas településre vitték, ahol részben megállapították személyazonosságukat, de a hivatalos eljárást csak a legközelebbi nagyvárosában, Maceioban lehetett elkezdni. (Egyes források szerint Maria Bonita és az egyik cangaçeiro ugyan halálos lövést kapott, de nem haltak meg azonnal. Őket valószínűleg még élve fejezték le.) A város a leszámolás színhelyétől több mint 100 km-nyire található, tehát a holttesteket oda kellett szállítani. A múlt század első évtizedeiben a katonák, a rendőrök a betyárokhoz hasonlóan lóháton közleked-



Módosabb fazenda Pernambuco államban, amelyhez hasonlóak gyakran voltak célpontjai a cangaçeíroknak
(Angelo Osmiro Barreto és Major István felvételei)

tek, ekkora távolság megtételéhez pedig lóháton napokra van szükség. A holttestek szállítása ilyen módon lehetetlenség, hiszen a trópusi hőségben azonnal bomlásnak indulnak. Márpedig a halottakkal el kell számolni a hatóságoknál, továbbá hivatalosan is azonosítani kell azokat. E feladatok ellátására ezen a vidéken hosszú múltra visszatekintő hagyományos megoldás létezett. Csak a levágott fejeket kell szállítani, és a szükséges hivatalos vizsgálatok ily módon elvégezhetők, az adatok megszerzhetőek. Az sem volt mellékes körülmény, hogy az akció során az egyik katona is meghalt, az ő holttestét viszont mindenképpen el kellett vinni a nagyvárosba. A halott banditák holt-

testét azután leöntötték formalin és olaj keverékével, majd a lakott helytől távolabb a keselyük gondjaira bízták őket.

Piranhasban tehát a még aznap valamennyi lefejezett áldozat fejét és legjellegzetesebb személyes tárgyait a templom lépcsőjén közszemlére tették, amelyről fényképfelvétel is készült. A másnapi újságokból azután az egész ország értesülhetett az eseményekről, és szörnyülködhetett a mellékelt fényképeken. Maceioba tehát már csak a levágott fejeket küldték további vizsgálatra. Ott hivatalosan is megállapították a személyazonosságokat, és szakszerű orvosi tartósító eljárással megakadályozták a további károsodást. Végül a tartósított fejek Salvadorba, Bahia állam fővárosába kerültek, ahol a helyi orvosi intézet múzeumban kiállították azokat. Egészen 1965-ig láthatóak voltak, ekkor a „kollektív” egy rendelet alapján a város temetőjében helyezték el véglegesen.

A levágott fejek tehát végig kísérték a cangaço egész történetét, bár ez sem volt mindig így. Egykor a rendőröknek és a katonáknak a likvidált bűnözők levágott fülével kellett igazolniuk, hogy a kijelölt feladatot elvégezték. Ám a korrupció már akkor sem ismert határokat. Ha nem sikerült az akció, és nem volt mivel igazolni a sikert, a korrupt rendfenntartók gondoskodtak arról, hogy legyen bizonyíték. A helyi lakosságból származó levágott fülekkel pótolták a hiányt. Fül alapján ugyanis nem lehetett azonosítani az áldozatot. Miután a rendőri és katonai vezetés tudomást szerzett az esetekről, ezután rendelték el a fejekkel való leszámolást. A gyakorlatnak csak 1940-ben vetettek véget, amikor betiltották az áldozatok lefejezését.

Epilógus

Lampião halálával a cangaço történetének egy szakasza végleg lezárult. A megmaradt bandákat fokozatosan felszámolták, és hosszú évtizedekre megszűnt a betyárvilág Északkelet-Braziliában. Ám napjainkban ismét megjelentek a modern kor cangaçeirói. Ebben az esztendőben június végéig csak az északkelet-brazíliai Ceará államban több mint 25 bankrablást követ-



Tipikus régi fazendaépület, amely sokszor szolgált menedékhelyül a betyároknak

tek el jól felfegyverzett 10–15 fős rablóbandák. Gyakorlatilag minden hétre jutott egy-egy fegyveres bankrablás. A módszer minden esetben azonos volt. Éjszaka, vagy kora hajnalban – de az utóbbi időkben fényes nappal is – lopott autókkal érkeztek a fegyveresek, azonnal lefegyverezték a néhány fős polgárőrséget, vagy a szolgálatban lévő két-három rendőrt, majd dinamittal felrobbantották a pénzkiadó automatákat, azután amilyen gyorsan jöttek, ugyanolyan gyorsan távoztak a zsákmánnyal. Az egész akció nem tartott tovább negyed óránál. Lehetőleg kisvárosok bankjait szemelték ki, ahol a jelentéktelen létszámú rendőrség nem jelentett számukra gondot. Nagyon sok az azonosság az egykori betyárok akcióival, de van néhány alapvető különbség is. Például, hogy minden akció előre megtervezett, gyakorlatilag kockázatmentes – mint egykoron. A bandák igen jól informáltak, tudják, hogy hol és mikor érdemes megjelenniük. Biztos, hogy vannak helyi informátoraik, hiszen a fegyvereket, a löszert, a dinamitot valahonnan be kell szerezni, azokat az állandó és igen szigorú országúti ellenőrzések ellenére a megfelelő helyre szállítani, és a felhasználóknak eljuttatni. A sikeres akciók után biztosítani kell minden helyszínen a menekülés útját és a banda tagjainak megfelelő búvóhelyet kell találni. A XXI. században nem jelenthet problémát az akciók azonnali bejelentése a rendőrségnek, ezért még az ilyen helyeken is, ahol nagy távolságok vannak a települések között, a nagyobb létszámú rendőri erők néhány óra alatt a helyszínre érkehetnek. Ennek ellenére a legkritikább esetben tudják a tetteiket azonnal elfogni. Biztos tehát, hogy a modern betyárok ugyanúgy hathatós segítséget kapnak, mint egykoron. Viszont van egy jelentős különbség is a régi betyárokkal szemben. A ma cangaçeíroknak nincs személyazonossága, nincs neve, nincs arca, nincs vezetője – közülük egyikből sem lesz élő legenda, mint Lampiãoé és Maria Bonitáé. ¶

Orvosszemmel

AUTÓVEZETÉS KÖZBEN ELALUDNI TILOS!

A hosszú távú és idejű autóvezetés nehéz munka: a sofőr csak egyhelyben ül, s bár a közlekedésben bármelyik pillanatban történhet valami, ami megoldást igényel, sok órán át vezetni unalmas időtöltés. A szállítványnak azonban időben el kell jutnia a fuvar végcéljához: nem lehet hosszan megpihenni, szünetet tartani, aludni. Folytatni kell az utat a megérkezésig.

A nagy szállítójárművek hivatásos sofőrjei igyekeznek védekezni az elfáradás ellen, lektüzdeni az álomosságot. Egyesek olyan doppingszereket is igénybe vesznek, mint a versenysportolók, bár ez számukra is veszélyes és tilos. Mindenkinek elérhető és szabadon használható viszont a kávé, a tea. Az autóvezetők jó része él is ezzel a frissítő lehetőséggel.

Ausztráliában, Sydney egyetemén *Lisa Sharwood* és munkacsoportja megvizsgálta, hogy a koffein különböző eredetű formáit milyen gyakran és milyen változatban fogyasztják a hivatásos teherjárművek vezetői, s ez milyen módon és mértékben befolyásolja balesetmentes autóvezetésüket. A kutatók Új-Dél-Wales és Nyugat-Ausztrália területén autózó hivatásos sofőrökkel foglalkoztak 2008 és 2011 között. Csak olyan autóvezetőket kerestek meg, akik legalább 12 tonnányi terhet szállítottak a kontinensnyi országban hatalmas távolságokra, melyeket sokórás autózással lehet megtenni.

A hattagú munkacsoport azt vizsgálta, hogy a hosszú utakon a koffein valamilyen formáját rendszeresen igénybe vevő sofőrök és a koffeinmentesen autózók baleseti



statisztikája között van-e értékelhető különbség a biztonságos, balesetmentes vezetés szempontjából. A nagy szállítóvállalatok útján kerestek 530 teherszállítót, akik az utolsó 12 hónapban valamelyik nagy távolságú úton balesetet szenvedtek, illetve 517 olyan sofőrt, akinek ebben az időszakban balesete nem volt: ezt vették kontrollcsoportnak.

A sofőrök 43%-a fogyasztott útközben valamilyen koffeint tartalmazó szert: teát, kávét, koffeintablettát vagy energiát, hogy ébren maradjon. Amikor a statisztikai értékelés során figyelembe vették a sofőrök életkorát, alvási szokásait, az esetleges alvási apnoé jellegét, a megtett kilométereket, a szünetek számát és időtartamát, valamint az éjszakai vezetés idejét, egyértelműen az derült ki, hogy a koffeint rendszeresen fogyasztók 63%-kal ritkábban szenvedtek balesetet, mint azok, akik koffeinmentesen autóztak.

Az erős dohányzás viszont pozitív összefüggést mutatott a balesetek gyakoriságával. Megvizsgálták az utolsó 5 évben előforduló ütközések számát, és kiderült, hogy a gyakori rágyújtás a balesetek esélyét 81%-kal növelte.

A kutatók az összefoglalásban azt írják, hogy a koffein jelentősen csökkenti a baleseti kockázatot hosszú távú autóvezetés közben, és minden hasonló helyzetben segítséget jelent a fáradtság leküzdésében. Aláhúzzák viszont, hogy ez csak rövid időszakokra érvényes, és a rendszeres megállás, megpihenés, az átgondolt munkarend és alvás is alapvetően fontos.

AZ ÖREGEDÉS KÉSELTETÉSE JÓ BEFEKTETÉS LEHET

A medicina története arról szól, hogyan sikerült az orvosoknak tisztázni a súlyos betegségek kórfolyamatát, és megtalálni a gyógyító eljárásokat, készítményeket, és ezzel az adott kórt megelőzni, a beteget meggyógyítani.

Dana P. Goldman, az University of Southern California (USC) kutatója és munkatársai a Harvard, a Columbia és az Illinois egyetemek legnevesebb szakembereinek bevonásával kiszámolták, hogy a társadalom és annak egészségügyi jövője szempontjából eredményesebb volna az öregedés folyamatának lassításával foglalkozni. Goldman és munkacsoportja szerint az öregedés ütemének lassítása a 65 évesnél idősebb emberek 5%-kal nagyobb arányának tenné lehetővé 2030 és 2060 között, hogy károsodás nélkül, egészségesebben élhessen. Más megközelítésben: a tudományos befektetés, melynek eredményeként sikerülne az öregedést fékezni, 2060-ban 11,7 millióval több egészséges idős embert jelentene.

Az izgalmas témára összegyűjtött szakértők számításai szerint ez a változás a korosodással járó betegségek gyakoriságának 1,25%-os csökkenésével járna. Tény, hogy az öregedés lassítása először nem mutatkozna a közegészségügyi helyzet mérhető javulásában, de hatása hosszú távon igen jelentősnek bizonyulna.

Az Egyesült Államokban a 65 esztendőnél idősebbek száma a következő ötven évben várhatóan megduplázódik, vagyis a 2010-es 43 millióról 2060-ban 106 millióra növekszik. Jelenleg a 65 évesnél idősebbek 28%-a károsodott, és segítségre, ápolásra szorul.

„Az utolsó fél évszázadban az életesély növekedése a halálos betegségek mortalitásának csökkentésének eredménye volt” – mondotta Dana Goldman. „A halálozás csökkenésénél azonban lényegesen gyorsabban növekszik az egészségkárosodással élők száma, a jó egészségben töltött élettíró változatlan vagy rövidül. Ha lassabban öregednénk, számos, életünk minőségének romlásával járó betegség progressziója is mérséklődne”.

A rosszindulatú daganatok jelenlegi optimális trend szerinti 25%-os csökkentése a teljes népesség egészségét nem növelné mérhetően és ugyanez vonatkozik a világszerte legnagyobb halálozást okozó szív- és értebetegekre is. Ha tehát a rákbetegségeket és a kardiológiai kórképeket sikerülne jobban kezelni, 2060-ban ugyanennyi idős ember lenne, csak rosszabb fizikai állapotban.

Ez megfelelné a korábbi kutatás eredményeinek: ha a rosszindulatú daganatos betegségeket tudnánk gyógyítani, az csak az öregedést nyújtana. Ma viszont vannak adatok, amelyek azt mutatják, hogy a százévesek genetikájának jobb megismerése, a kalóriabevétel mérséklése fékezheti a biológiai öregedést. A kalóriabevétel csökkentése állatkísérletekben már hozott bizonyos eredményeket.

A rák- vagy a szívbetegségek kezelésének további javulása legfeljebb annyit eredményezne, hogy egy 51 éves ember várhatóan egy esztendővel élne tovább, mint jelenleg. Az öregedés lassításának mérsékelt hatása ezt két további esztendővel tolná meg és ez az idő valószínűleg jobb egészségben telne, mint az a jelenlegi helyzetben várható.

Az egészséges élettíró növekedése a következő öt évtizedben 7,1 trillió dollár gazdasági haszonnal járna. Mindez viszont azt is jelentené, hogy az egészségbiztosítási költségek növekednének.

Forrás: Weborvos



(2014. február 15.)

A SZERELEM GYÓGYÍTÁSA

Ahogy egyre többet tudunk meg a szerelem idegi alapjairól, annál közelebb jutunk a vele járó betegségek gyógyításához. A legtöbben tapasztalhatják, hogy vannak ilyen betegségek: szakítás, viszonzatlan szerelem, a szeretett személy elvesztése stb.

Először is: mi a szerelem? A neurobiológusok meghatározása sokkal prózaibb, mint a költészeté. Egy neurobiológiai jelenség, melynek három altípusa van: a vágy, a vonzalom, a kötődés, melyek mind fokozzák a sikert a szaporodásra és arra, hogy szülővé váljunk. Mindegyik az agyban levő, egymást átfedő kémiai rendszereken alapul. Vannak lehetőségek arra, hogy mindegyiket csökkentjük, mondja Helen Fisher (Rutgers Egyetem), de ez nem mindig kellemes. Ki ne járt volna már úgy, hogy egy személynek csak valami legapróbb részletéért volt oda? Mondjuk, a hajáért, vagy a kezéért. Ez a csömlátás sok tekintetben hasonlít az úgynevezett obszesszív-kompulzív megbetegedés (nevezhetjük kényszerbetegségnek is) szimptomáihoz. Ezt mutatta ki Donatella Marazziti (Pisai Egyetem), aki hús, a szerelem első fázisában levő személyt, illetve ugyanennyi kényszerbetegségben szenvedő embert vizsgált meg. Mindkét csoportnál szokatlanul alacsony szinten volt annak a fehérjének a mennyisége, mely a szerotonint szállítja az agyban. (A szerotonin a hangulatunkat szabályozó hormon.) Egy évvel később megvizsgálva a szerelmeseket, kiderült, hogy megnőtt a szerotoninszintjük és már nem mutatnak olyan élénk érdeklődést szerelmük tárgyának egy-egy bizonyos tulajdonsága iránt. Azok a gyógyszerek, melyek meglódtítják a szerotonintermelést, enyhülést nyújthatnak a kényszerbetegségben szenvedők számára, ezért okkal gondolhatjuk, hogy segítenek visszafogni a vágyakat. E gyógyszerek közé tartoznak az antidepresszánsok is, melyek tompítják a szélsőséges érzelmeket és hatásuk alatt nehezebb romantikus kapcsolatokat létrehozni. Ez nemkívánatos mellékhatás a depressziósok számára, azoknak viszont, akik a valakihez való kötődést keresik, hasznos lehet. De mi van akkor, ha nem a vágyat, hanem a tartós kötődést akarjuk megszakítani? Amint azt néhány állatkísérlet mutatja, ezt is lehet manipulálni.

A prérípockok híresen hűséges állatok – köztük a kötelék egy életre szól. Amikor azonban Larry Young (Emory Egyetem) a nőstény pockokba olyan gyógyszert injektált, mely a dopamint és az oxitocint egyaránt blokkolja, az állatok poligámmá váltak. Ezt azt sugallja, mondja a kutató, hogy blokkolni lehet az oxitocint és ilyen módon meg lehet szakítani a hosszú távú kötődést. Youngék azt is kimutatták, hogy egy a stresszválaszban szerepet játszó hormon, a kortikotropin-felszabadító faktor (CRF) blokkolása megszünteti a prérípockok depresszióját, ami a párjuk elpusztulásakor fejlődik ki. Young ugyan nem javasolja a CRF használatát viszonzatlan szerelem esetére, de ha a bánat tartósan bizonyul, enyhítheti a depressziós tüneteket.

A már említett Helen Fisher szerint az idő az, ami valóban mindent begyógyít. Ő és munkatársai az elsők, akik a szerelem elhalványulásában szerepet játszó neurális folyamatokat tanulmányozták. Kutatásaikból az derült ki, hogy azoknál az embereknél, akik az elveszett szerelem után bánkódtak, nagyobb aktivitás fedezhető fel egy bizonyos agyi területen, a kötődésben szerepet játszó ventrális pallidumban, mint azoknál, akik boldog szerelemben élnek. Ez az aktivitás azonban az idő múlásával csökkent, azt mutatva, hogy a kötődés is elhalványult. Talán egyszer elérkezik az idő, amikor ezt az agyterületet úgy lehet stimulálni, hogy felgyorsítható a gyógyulási folyamatot.

Brian D. Earp neuroetikával foglalkozó kutató szerint a jelenleg folyó agykutatások azt mutatják, hogy erős párhuzam fedezhető fel bizonyos függőséget okozó drogok és a szerelem megtapasztalása, átélése között. Mindkettő olyan mértékben aktiválja az agyunkat, hogy szinte minden másról megfeledkezünk és megvonási tünetek mutatkoznak, ha nem jutunk hozzá. A kutató már írt arról a lehetőségről, hogy alkalmazni lehetne kezelésként „szerelemellenes biotechnológiát”. Könnyen elképzelhető ugyanis olyan eset, amikor valakinek a szerelmi kötődése már olyan ártalmas, hogy elveszíti a racionális gondolkodási képességét és házastársi, párkapcsolati erőszakra is sor kerülhet. Még ilyen esetben sem javasolja azonban az általa említett gyógyszeres beavatkozást; először inkább nem-biokémiai módszereket kell kipróbálni. A tudomány ugyanis egyelőre nagyon keveset tud e „szerelemellenes” vegyi anyagok komplex hatásairól. Viszont olyan társadalomban élünk, melyben megszokottá vált, hogy ha valami bajunk van, bekapunk egy pirulát.

(2014. február 22.)

ÉREZNEK-E FÁJDALMAT A GERINCTELENEK?

Robert Elwood kutató évtizedek óta tanulmányozza a rákokat és a garnélákat, Rick Stein tévés szakács viszont elkészíti őket. A séf azt akarta megtudni, vajon az általa elkészített állatok vajon éreznek-e közben fájdalmat. Bár nagyon sok ember a pusztá gondolatra is elborzad, ha élve megfőznek egy homárt vagy még élő rákok ollóját letörlik, aztán visszahajítják őket a tengerbe, valójában semmit sem tudunk arról, hogy eközben ezek az állatok – és általában a gerinctelenek – szenvednek-e vagy sem.

A globális élelmiszeripar évente milliárd számra tenyészt vagy fog ki gerincteleneket. Gerinces rokonaikkal, az ugyancsak milliósámszámra leölt csirkékkel, sertésekkel, marhákkal stb. ellentétben ők semmiféle jogi védelmet nem élveznek. Antoine Goetschel svájci állatjogi szakember azt mondja, pályafutása során még sosem találkozott azzal, hogy amikor az állatjogi törvényekről van szó, a gerinctelenek valaha is szóba kerültek volna. A közvélekedés szerint nem szenvednek. A helyzet azonban változóban van. Sok kutató használ gerincteleneket laboratóriumi kísérleteihez, s mindeközben az Európai Unióban és másutt is tervek születnek rovarok ipari mértékű tenyésztésére.

A fájdalom tesztelése kellemetlen, nem lehet közvetlen úton mérni, de még definiálni sem egyszerű. Persze, ha valamink fáj, azt érezzük, ezt azonban csak szavakkal tudjuk közölni másokkal. Honnan tudhatjuk, hogy egy állat szenved? Már messze járunk Descartes-tól, aki azt állította, hogy minden állat afféle automata és képtelen az érzésekre. Ám ebben a kérdésben még több a találgatás, mint az ismeret. Empátiát érzünk a számunkra ismert állatok, különösen az emlősök iránt. Sok közülük hasonlóan reagál a fájdalomra, mint ahogy mi is tesszük, például úgy, hogy nyalogatja a sérüléseit (mi is gyakran mondjuk emberre: nyalogatja a sebeit). Az anatómiai hasonlóságok még további bizonyítékkal szolgálnak. Mivel mi érezzük a fájdalmat, okkal hihetjük azt, hogy az állatok, melyeknek a központi idegrendszer hasonló a mienkhez, szintén érzik. Ilyenek az emlősök, a madarak és bizonyos mértékig a halak is. Amikor azonban egy rákról, darázsról vagy tinthalról van szó, ez az analógia már nem áll fenn. Ezek furcsa, ismeretlen lények számunkra. Elwood évek óta keresi a választ és azt mondja, csak azért, mert

a rák biológiailag más, mint a gerincek, hiba volna elvitatni, hogy ők is érznek fájdalmat. Ő és kollégái a belfasti Queen's Egyetemen ezeknek az állatoknak a viselkedését kutatják. A legtöbb organizmus képes válaszolni olyan ingerre, mely számára potenciálisan veszélyes. Speciális, fájdalomérzékelő receptorok, melyek a szélsőséges hőmérsékletet, mérgező anyagokat, mechanikai sérüléseket felfogják, megtalálhatók szinte valamennyi állatban, az embertől a gyümölcslegyig. Am ha egy állat valamire reagál, amit mi fájdalmasnak tartunk, nem feltétlenül jelenti azt, hogy ténylegesen érzi a fájdalmat. Ez lehet egyszerű reflex, amikor a jelek nem jutnak el egészen az agyig. Amikor pl. leforrázuk a kezünket, azonnal és önkéntelenül elrántjuk – a fájdalom csak ezt követően jelentkezik, amint a jel elér az agyba.

Elwood garnélarákokon kezdte a vizsgálódást és mivel régóta kutatta őket, reflexeken kívül nem várt más. Meglepetésére azonban, amikor ecetsavval dörzsölte be a csápjukat, azt hosszasan ápolgatták mellső lábaikkal. Aztán remeterákokat sokkolt árammal, mire azok az érintett testrészt hosszasan dörzsölték ollóikkal. Mi több, mindkét faj egyedei olyan pozíciót vettek fel, hogy elke-rüljék a sérülést. Elwood szerint itt már nemcsak reflexekről van szó, hanem a központi idegrendszer is bekapcsolódik. Ez után tengerparti rákokat tett egy erősen megvilágított tartályba, melyben két menedéket készített a számukra. E rákok napközben szívesen rejtőznek el a kövek alatt, úgyhogy természetes viselkedés, ha a menedéket keresik. Am amikor valamivel ingerelte őket e menedékhelyeken, rögtön kijöttek a szabadba.

Robyn Cook amerikai neurobiológus tintahalakat és polipokat vizsgált. Azt tapasztalta, hogy a polipok némiképp hasonlóan reagálnak kellemetlen külső ingerekre, mint a gerincesek a fájdalomra; dörzsölik az ingerelt testrészüket és igekeznek azt védeni. Inkább elúsznak és festékanyagot spriccelnek ki, ha a megsértett testrészüket tovább ingerlik, mintha a testük más részével teszik ugyanezt. Ha a tintahalnak sérülést okoznak, a fájdalomérző receptoraik nemcsak a sérülés helyén, hanem egész testükben aktívvá válnak.

Végeztek kísérleteket rovarokkal is, pl. gyümölcslegyekkel, darazsakkal, ám esetükben nem tudtak olyan jeleket kimutatni, melyek arra utalnának, hogy a rákokhoz hasonlóan érzékelik a fájdalmat. Hans Smid holland kutató úgy véli, a rovaroknak nem származik evolúciós előnyük abból, hogy fenntartsanak olyan komplex rendszert, melyben a

fájdalom érzékelése csak egy összetevő. Ha egy állat élettartama (miként a rovaroké is) túl rövid ahhoz, hogy ilyen rendszerből előnyük származzon, a fájdalom érzékelésének nincs szerepe.



(2014. február 13.)

TÉNYLEG CSODASZER A D-VITAMIN?

A téli hónapokban kiürült vitaminháztartás miatt egyik influenzából a másikba esünk. Az orvosok ilyenkor gyakran az immunrendszer erősítésére mesterséges A és D-vitamin írnak fel. Az A-vitamin jól ismert immunfaktor, a D-vitamin az utóbbi években bukkant fel. A D-vitamin a napfény hatására a bőrben keletkezik, ami miatt tulajdonképpen nem is vitamin, hanem hormon. Mivel télen túl kevés napfény ér minket, a D-vitamin szintje csökken a vérben. Ennek tulajdonítható a különböző nyavalyák kialakulása.

Ezért tartják csodaszernek egyre több könyvben és médiatudósításban a vitaminhiányt megszüntető, mesterségesen előállított D-vitamint, ami tucatnyi funkciót irányít a szervezetünkben: a csont- és izomfelépítéstől kezdve a szellemi és szexuális teljesítményen át egészen a daganatos burjánzások elleni védelemig.

Kritikus tudósok szerint létezik ugyan számos utalás a D-vitamin mindentudó hatására, de alig van meggyőző tanulmány, ami bizonyítaná is ezeket az áldásos hatásokat. Ennek az is az oka, hogy a gyógyszeriparnak az eredetileg juhgyapjúszírból nyert, manapság azonban biotechnológiailag előállított anyagban nincs különösebb érdekeltisége. Ezzel az olcsó készítménnyel, melynek éves szükséglete személyenként alig kerül többbe, mint 20 euró, nem lehet milliókat keresni. Miért kellenének tehát drága tanulmányok? Főleg, ha kiderül, hogy a hetek és hónapok óta tartó hormonláz csupán egy divatláz, amit félév múlva elfelejtene. Kutatók, akik behatóan foglalkoznak a témával, óva intenek attól, hogy a D-vitamint mindent gyógyító csodaszernek tartsuk. Am olyant sem találni, aki hatástalan anyagnak tartaná. Inkább olyan orvosok vannak, akik vallják: a legtöbb vitamintabletta és táplálkozás-kiegészítő orvosi szempontból csalás. A D-vitamin azonban mindenképp a kevés kivételek közé tartozik.

A kerekén egy évszázada ismert anyag miért csak az elmúlt néhány évben vált témává? Már az 1920-as évek elején angol és amerikai kutatók felfedezték, hogy a kutyatápra kevert tökehalmáj megvédi a kutyákat

a csontlágyulástól és az angolkórtól. Az angolkór megelőzése szempontjából még ismeretlen hatóanyagot D-vitaminnak nevezték el. Az elnevezés az angol ABC 4. betűjéből ered, mert ez volt a 4. felfedezett vitamin. Annyi bizonyos volt, hogy ez a vitamin jelentős szerepet játszik a kalcium-anyagcserében és ezzel a csontfelépítésben.

Amerikát követve Európában is alkalmazták az angolkór megelőzésére az új hatóanyagot. Idősebbek még borzongással emlékezhetnek a napi 1 evőkanálnyi csukamájolajra, amit gyermekként a háború után bevetettek velük. A tökehal és más tengeri állat májából nyert világossárga, rosszízű olajszerű folyadék magas koncentrációban tartalmazott Omega3-zsírsvavat, foszfort, jódot, valamint A-, D- és E-vitamint. Évekkel később az anyagot átlátszó ovális kapszulákba csomagolták, amit a gyerekek minden nehézség nélkül kevés vízzel le tudtak nyelni bélmozgásuk megzavarása nélkül.

A D-vitamint évtizedeken át csupán az angolkór ellenszerének tekintették, míg két amerikai epidemiológus, a Franc és Cedric Garland testvérpár az 1980-as években fel nem fedezte a más megbetegedésekkel való összefüggést: az USA napsütésben szegényebb északi részén élő populáció gyakrabban betegedett meg az 1-es típusú cukorbetegségben, valamint bélrákban, mint déli embertársaik. Chicagói vizsgálati személyekkel végzett kísérletben a testvérpár először tudta bizonyítani, hogy magas D-vitamin vérszintű egyének ritkábban betegednek meg bélrákban. Erre fel amerikai vállalkozók tejet, narancslevet és más élelmiszert mesterséges D-vitaminnal kezdtek el gazdagítani. Hasonló kezdeményezések voltak a skandináv államokban is.

A témának aztán nem tulajdonítottak különösebb jelentőséget, mígnem kutatók egyre több sejtípusban fel nem fedezték a D-vitamin receptorokat. Ha egyetlen egy idegsejt az agyban vagy a gerincvelőben 500–1000 D-vitamin receptort rejt, akkor annak a kutatók szerint kell, hogy legyen jelentősége. Fokozatosan aztán szinte minden egyes testsejtben megtalálták ezt a bizonyos receptortípust. Időközben az is tisztázódott, hogy a szervezet hogyan termeli a természetes hormont, s az milyen szerepet játszik a szervezetben.

A hormon előanyagát koleszterinből az UV-B sugárzás alakítja át a bőrben. A máj ezt az előhormont transzportformává alakítja Calcidiol (más néven D2) elnevezéssel, amely a véráramon át minden szövetbe eljut. Mivel az anyag mérhető a szérumban, a vér D-vitamin szintjének meghatározására is alapul szolgál. A vesében a D2 aktív hormon D3-má alakul – de nem csak a vesében. Más szervek is rendelkeznek egy speciális enzimmel, amely képes a vérben keringő D2-t aktív hormonná alakítani anélkül, hogy újra

leadná a vérkeringésbe. Viszont mindez csak addig működik, míg a vérben elegendő D2 mennyiség van jelen.

SCIENTIFIC AMERICAN

(2013. november)

REPTEREK AZ IDŐJÁRÁS ELLEN

A repülőterek a világ sok részén alacsony síkvidéken, mocsaras területeken épültek. Ezek a létfontosságú közlekedési csomópontok már most is árvízveszélyesek, már olyan szuperviharok esetén is, mint a Sandy, vagy a Haiyan.

2012 végén a Sandy szupervihar New York városának mindhárom légikikötőjét érintette. A legsúlyosabb csapást a La Guardia repülőtér szenvedte el, amikor a Sandy által keltett hullámok átcsaptak a védőfalakon és kerekén 380 millió liter vízzel árasztotta el. Ezért a repteret három napra le kellett zárni. Annak ismeretében, hogy a La Guardia védelmi rendszere már elavult a szélsőséges időjárási eseményekkel szemben, a helyi és a szövetségi hivatalok 37,5 millió dollárt szavaztak meg olyan mérnöki megoldásokra, amelyek a jövőbeni természeti katasztrófák elleni védelemül szolgálnak. Közöttük szerepelnek olyan árvízvédelmi gátak, melyek megvédik azt az épületet, ahonnan a kifutópályák és a gurulóutak világítási rendszerét vezérlik, betonfal építését tervezik egy állomás körül, mely árammal látja el a repülőtér és további vízelvezető csatornákat építenek a már meglévők mellé. Továbbfejlesztik a vészhelyzet esetén működésbe hozandó generátorokat és az elektromos elosztó hálózatot.

Ilyen, nem feltétlenül csúcstechnikát igénylő beavatkozásokat a nagyobb, kevésbé szélsőséges körülmények között levő repülőtereken is végrehajtanak. Az Egyesült Államok legnagyobb repterei körül tizenháromnak legalább egy kifutópályája nagyjából csupán 3,7 méterrel magasabb csupán a jelenlegi tengerszintnél. Ezek a létesítmények még sebezhetőbbé válnak a jövőben, akár néhány centiméteres tengerszint-emelkedés következtében is.

A repülőterekkel a legnagyobb gond a fekvésük, hiszen több négyzetkilométeres területet foglalnak el többnyire sík, mocsaras, tengerhez közeli térségeken. Ilyen körülmények között kell megteremteni azokat a feltételeket, hogy a lehető legtöbb járatot a lehető legnagyobb biztonsággal tudják fogadni és indítani, és éppen ezért építették őket ilyen helyekre. Volt persze más oka is. Amikor ezeket a reptereket megépítették, fontos szempont volt, hogy olcsón jussanak viszonylag nagy területekhez, és a mocsaras, vizenyős helyek, közel a tengerszinthez erre éppen megfelelőek voltak. Ez azonban egyúttal azt is jelenti, hogy nagyon szűkös az a pufferterület, mely védelmet nyújtana árvizek, erős szelek és egyéb természeti erők ellen. A mérnököknek nem csupán a csapadékvíz elvezetéséről kell gondoskodniuk, hanem arról is, hogy a környező vízfelületekről beáramló vizeket elvezessék. A washingtoni Ronald Reagan Nemzetközi Repülőtér a Potomac folyó egyik kanyarulatában épült, iszapos, vizenyős síkságon, nagyjából hét kilométerre az amerikai fővárostól. Hasonlóan, a newarki repülőtér 27 hektáros mocsárra épült New Jersey államban, mintegy 25 kilométerre Manhattan kelts közepétől. Ha ezeket továbbfejlesztik, vagy újakat építenek, a szélsőséges időjá-

rási eseményeket minden korábbinál jobban számításba kell venni a tervezésnél.

Mivel a nagyvárosok egyre zsúfoltabbak és egyre jobban terjeszkednek, új repterek építéséhez már igen nehéz lenne a korábbiakhoz hasonló fekvésű területeket találni. Boris Johnson, London főpolgármesterének elképzelése szerint előbb-utóbb szükségessé válik egy új, „lebegő” repülőtér építése, méghozzá valahol a Temze torkolatvidékén. A Heathrow máris kapacitása 98 százalékkal működik. A mesterséges szigetre megálmodott új létesítményt hat kifutópályával terveznek, kellő távolságra a várostól, így jobban óvnák a lakosságot a zajtól és a szennyeződésektől. Az építkezés a tervek szerint több mint 47 milliárd fontba kerül, a munkálatok kezdetét még nem határozták meg, de hét évre tervezik. Az elgondolás nem példa nélküli. A 80-as években Japánban a Kansai repülőtér az oszakai öböl közepére építették meg. 1994-es megnyitásától 2000-ig az utasterminál máris több méterrel süllyedt. A létesítményt működtető cég azzal próbálja lassítani a folyamatot, hogy a legfelső földrétegekből folyamatosan szivattyúzzák a tengervizet, ugyanakkor különféle gátak építésével a viharos tengerből való vízbeáramlást is csökkentik.

Még a legjobban megépített repterek sincsenek biztonságban. 2013 novemberében a Fülöp-szigetekre lecsapó Haiyan tájfun során a szél 7-8 méteres hullámokkal ostromolta a partot. Tacloban városa nem egészen 5 méteres tengerszint feletti magasságban fekszik, repülőtérnek pedig csak egy kifutópályáját lehetett használni, ami erősen megnéhezítette a mentést és a segélyszállítmányok gyors eljuttatását. Szakértők szerint semmiféle védműrendszer nem óvhatta volna meg a repteret ilyen szélsőséges időjárási körülmények esetén.

ARMIN SPÜRGIN: A méhek világa – A méhállamtól a méhészetig Fordította: Szüle Dénes (Cser kiadó, 2013.)

A méhekről szóló ismeretterjesztést, még inkább a méhészkedést nem jellemzi a szakirodalom hiánya. Ám a témát rendszeresen frissíteni kell, hiszen új ismeretek és új helyzetek állnak elő, ami a közvéleményt élénken foglalkoztatja. Mint például a vegyszerezés, klímaváltozás és a méhbetegségek okozta méhpusztulás, a rovarmegporzás jelene és jövője, vagy az akác visszaszorítása és esetleges következményei. Nos, ezekről szívesen olvasnánk magyar szerzőtől, a magyarországi állapotokról szóló összefoglalást, de Armin Spürgin kis kézikönyvét sem utasíthatjuk el, mert ez leginkább a kezdőknek (iskoláskorúaknak



és kezdő méhészeknek), illetve laikusoknak szól. Vagyis széles olvasóközönségre számíthat.

A zsebméretű, színes kis kötet rövid összefoglalót ad az ember és méh sok ezer éves viszonyáról, a méhek természetben betöltött szerepéről, majd a méhek biológiájáról. Ez utóbbi azért fontos, mert ugyan mindenki ismeri a mézet, de, hogy a méz-készítéshez a méhek élettani folyamatai hogyan járulnak hozzá, azt már csak kevesen tudják. (Az állatorvosok is csak speciális kurzusokon ismerkedhetnek meg vele.) Ezt követi a méhészkedés alapjainak bemutatása, mintegy a kötet felét kitevő oldalakon. Külön érdeme a könyvnek a legfontosabb méhészeti szakkifejezések gyűjteménye, illetve a kiadó által közreadott magyarországi méhészeti múzeumok címjegyzéke.

(ulmarius)

XXIII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT DÍJÁTADÓ ÜNNEPSÉGE

(Magyar Tudományos Akadémia, 2014. március 1.)

Díjátadó huszonharmadszor

Közel negyedszázad – ez a nem kevés idő különösen felértékelődik, ha belegondolunk, milyen nemes és fontos cél kitartó törekvései és eseményei kapcsolódnak hozzá. Nevezetesen a 145 éves Természet Világa (Természettudományi Közlöny) tehetségeket felkutató és támogató erőfeszítései a magyar (természet)tudomány és tudományos ismeretterjesztés utánpótlásának biztosítása érdekében. Vagyis – lakonikus rövidséggel és népszerű nevén említve – a „diákpályázat”. Igen, a Diákpályázat már 23 éve dacol az útjában álló nehézségekkel és csaló évről évre izgalomtól fűtött



Az elnökség – balról: Staar Gyula, Dürr János, Patkós András, Kordos László és Tardy János

márciusi örömet azok arcára, akik vállalják a megmérettetést, illetve a küzdők útját egyengetik. Igen, a díjátadás a küzdők, a támogató tanárok és kutatók, illetve a szerető család ünnepe. És természetesen lapunké, a Természet Világáé is, „aki” a lehető leg-



A közönség

illendőbb helyen, a Magyar Tudományos Akadémia előadótermében teszi évről évre életre szólón felejthetlenné a tudóspalán-ták számára az első lépések sikerélményének átélését.

Amit az alábbiakban megosztunk a díjátadó ünnepségen elhangzottakból, egyaránt szól a győzteseknek és a leendő győzöknek. Rajtuk kívül szól mindenki másnak is, aki a tudomány berkeibe irányozza életútját, aki a mában és a majdani jövőben hangyaszorgalommal, de emberi értelemmel az örök miértekre keresi a választ. Az útravalót neves emberek tolmácsolják, olyanok, akik nem felejtették el saját pályakezdő nehézségeiket, kudarcaikat és sikereiket, kitartásuk verejtékes óráit és a felismerés eufórikus örömét. Hallgassuk hát őket, figyeljünk szavukra!

Bevezetőjében *Patkós András* fizika-professzor, akadémikus, ezúttal a díjátadó ünnepség elnökeként, a múltó idő hátrahagyott jeleire, azok fontosságára irányította a figyelmet. Konkrétan a balatonfüredi Tagore-sétány nevezetes emberek ál-

tal ültetett platánfáira, különös tekintettel a Nobel-díjasokéra. Közülük név szerint Richard Feynman, Bruno Pontecorvo és Avram Hershko (születésekor Karcagon Hersko Ferenc, biokémikus) személyére emlékezve, akiknek életútját leendő pályázatok témájaként feldolgozásra javasolta. A teljesség igénye nélkül felhívta a figyelmet azokra is, akik a közelmúlt nevezetes tudósaként, immár halhatatlanként megérdemelnék, hogy a lap (illetve a pályázó



Vadai Alexandra és Madar Lili Adrienn, az Önálló kutatások, elméleti összegzések kategória II. díjasai

diákok) megemlékezzenek róluk. Így a lap szerkesztőbizottságához kötődő Gergely Jánost (sz. Karcag), és Ádám Györgyöt (sz. Nagyvárad), illetve Straub F. Brúnót



Fehér Krisztián, szintén II. díjas

(sz. Nagyvárad) említette.

Kordos László paleontológus professzor, mint az *Őnálló kutatások, elméleti összegzések* elnevezésű kategória zsűrijének elnöke, sokrétű értékelésében többek között a tanárok felelősségére mutatott rá, a naprakész tudás fontosságára, különösen annak ismeretében, hogy a tankönyvek e tekintetben ugyancsak kritizálhatók. Kitért a pályázók (és támogatóik) erkölcsi felelősségére is. Hangsúlyozta, hogy mennyire fontosnak tartja a dolgozatok stílusát, nyelvi és stilisztikai helyességét, vagyis az ismeretterjesztő lap általi közölhetőség nélkülözhetetlen követelményeit.

Az Ernst Grote német agysebész professzor alapította *Orvostudomány* kategória díjait ezúttal Molnár Miklós egyetemi docens adta át a távollévő Rosivall László professzor helyett, aki azonban részt vett a bírálatban, megszívlelni valóit és szívhez szóló üzenetét pedig helyettesítője tolmácsolta. Ezek közül két gondolatát idézem, a teljes szöveget a későbbi oldalon olvashatják:

„...nincs fontosabb feladatunk a fejlődésben és a tudományosságban felgyorsult világunkban a fiatal tehetségek felismerésénél és támogatásánál, mert kis országot csak az oktatás és kutatás tehet naggyá.”



Kovács Miklós, III. díjas

A másik Augustin Thierry-től (Saint-Simon fogadott fiától) származó idézet: „Van a világon valami, ami értékesebb, mint az anyagi élvezetek, mint a vagyon, értékesebb magánál az egészségnél is: ez a tudomány odaadó szolgálata.” Noha manapság mindez meglehetősen anakronisztikusan hangzik, a megállapítás mégis valós. Molnár professzor mindehhez hozzáfűzte:

„Ne csináljon tudományt az, aki hirtelen, gyorsan akar meggazdagodni. De az, aki öt éves korában meg tudja kérdezni, hogy miért – és ezt a kíváncsiságát, nyitottságát továbbra is megőrzi, azt a tudomány soha nem fogja megcsalni az élete során.”

Az ősz folyamán elhunyt, és annak előtte a *Matematika különdíjat* odaítélő zsűri elnöke, Pálmay Lóránt tanár úr helyébe lépő Munkácsy Katalin nemcsak elődjére emlékezett szeretettel, hanem a díjat alapító Martin Gardnerről is érdekes dolgokat árult el. Nevezetesen, hogy Martin Gardner nem matematikus, hanem tudományos újságíró volt, mégis számos matematikus tehetséget segített a tudósi pályára



Nagy Áron, III. díjas

lépésében. Tehát, mint olyan, ő is megérdemelné élettörténetének feldolgozását. A díjazott dolgozattal kapcsolatban mindenképp szólnom megjegyezte, hogy a feldolgozásban világosan el kell határolni a saját munkát az irodalmi adaptációtól.

„Az én kincseim a fiaimban vannak!” Ezt a régi, a Gracchusokról szóló latin történet csattanóját idézte fel Kecskeméti Tibor geológus a *Természettudományos múltunk felkutatása* kategória értékelésénél, úgy látva, hogy a pályázók személyében nagyon ígéretes tehetségekkel ismerkedett meg. A karcagi iskolákból, illetve Bajáról, Zentáról stb. beküldött dolgozatokra gondolva kihangsúlyozta a műhelymunka szerepét és fontosságát, más vonatkozásban pedig a dolgozatokban tetten érhető komplexitást, a téma teljes körüljárását dicsérőleg említette. Az egyik dolgozat kapcsán arra az íratlan szabályra is emlékeztetett, hogy egy tudományos munka címe nem lehet több kilenc szónál.

Az összes jelenlévő „különdíjaként” mutatta be Staar Gyula főszerkesztő Tardy János címzetes egyetemi tanárt, aki régóta pártfogója és rendszeres résztvevője a díjátadó ünnepségnek. Szellemes megállapításait és jó tanácsait – szokása szerint – számos aktuális idézettel tűzdelt, elnyerve ezzel hallgatósága egyetértő tetszését. Ezek közül jelenítünk meg itt is néhányat:



Schneider Viktor Kordos László zsűrielnöktől veszi át a III. díjat

„Minden kísérlet első kútforrása a kíváncsiság, a tudvágy, mély és ellenállhatatlan érdeke az igazságért. A hol ez nincs, ott minden hiában van.” Továbbá: „A természetbűvár kételye nem a szkeptikus kételye: nem mondja, hogy semmit sem tudhatunk, de hangsúlyozza azt, mily keveset tudunk.” Mindkét idézet König Gyulától, a Bolyai-kultusz egyik elindítójától való. De Szily Kálmánt, lapunk alapítóját sem hagyta ki: „Tudni, hogy semmit sem tudunk, a tudás kezdete. Ezt be is vallani, azt mutatja, hogy a tudás útján már a kezdeten túl jutottunk, s hogy komoly és elhatározott szándékunk, minden nehézség dacára azon tovább haladni.” Bár napjaink nyelvétől Than Károly ékesszólása (sajnos) már távol esik, érdemes meghallgatni az ő megállapítását is: „A tudományok extenzív elterjesztésének célja nem az, hogy minden emberből alapos szaktudóst képezzen, hanem csak az, hogy a tudományos búvárlatok által kiaknázott biztos eredményeket a társadalom minél több tagjának tudomására juttassa és azokat a tudatlanság kódéből



Molnár Miklós az Orvostudomány különdíj nyertesait méltatja

kiemelve, annyira felvilágosítsa, hogy a korszellem nyilvánulásai előttük rejtelynek ne tűnjenek fel, hanem annak mértékére legalább előkészítve legyenek.”

Beszélt még a célkitűzés és kutatás semmihez sem fogható örömezéséről is, amit egy híres Konfucius-idézettel erősít

„Legyenek büszkék a teljesítményükre...”

Rosivall László egyetemi tanár ünnepi üzenete

Szeretettel és tisztelettel köszöntöm az Elnök Urat, az Elnökséget, a kedves Vendégeket, Hölgyeket, Urakat, és utoljára, de nem utolsó sorban az ünnepelt Ifjú Barátaimat!

Minden évben én is boldogan és lelkesen várom a tavaszt, mint mindenki; nemcsak fiatalságom okán, hanem mert a Természet Világa díjátadó ünnepsége évek óta kiemelkedő, mélyen megérintő március eleji élményem. Szinte élő anakronizmus, amikor a Tudomány templomában, melynek falai közt Széchenyi István, Arany János, Eötvös Loránd, Szily Kálmán és más közismert tudós nemes lelke, szelleme kísért, és ahol korábban jobbára tisztés, éltes öszülő férfiakat láttunk, iskolás lányok és fiúk ülnek velünk szemben. Kérem, szálljanak hát magukba, csukják be szemüket és éljék át, raktározzák el emlékezetükbe e pillanatot nagyszerűségét, amikor saját jogon vannak e Házban! A történet lélekemelő, mert nincs fontosabb feladatunk a fejlődésében és tudományosságában felgyorsult világunkban a fiatal tehetségek felismerésénél és támogatásánál, mert kis országot csak az oktatás-kutatás tehet nagygyá.

A tudományos ismeretterjesztés szoros értelemben véve nem tudomány, bár attól elválaszthatatlan és annak terjedése, hatásának kiszélesedése e nélkül elképzelhetetlen. Eredményes művelése nemcsak fontos, hanem igen sokféle képességet feltételező tevékenység. A beküldött pályázatok legtöbbször ráadásul eredeti gondolatokat, vizsgálatokat, igazi tudományos szárnypróbálgatásokat is tartalmaz. Ezért hát szeretettel köszöntöm fiatal tudós társaimat; hiszen eddigi tapasztalataink alapján az itt ülők közül sokan válnak majd a jövő sikeres kutatóivá. Ma, a XXI. század elején, a tudományok exponenciális és beláthatatlan fejlődése korában ez igazi nagy kihívás, de jó multság és férfimunka, persze a lányoknak is. Emlékezzenek majd Augustin Thierry-nek, a XIX. század elején élt francia történetírónak a mondására: „Van a világon valami, ami értékesebb, mint az anyagi élvezetek, mint a vagyon, értékesebb magánál az egészségnél is: ez a tudomány odaadó szolgálata.”

Legyenek büszkék a teljesítményükre, de sohase gondolják, hogy mindez csak a maguk érdeme! Nincs igazi nagy eredmény,

Nobel-díj, olimpiai érem segítő összefogó önzetlen harcos társak, csapat nélkül! Sem szüleik, sem tanáraik nélkül nem juthattak volna idáig. Tisztelet és köszönet illesse őket is.

Biztosan nem lennénk ma itt a Természet Világa folyóirat több évtizedes töretlen küldetésének, a fáradhatatlanul küzdő szerkesztőségének és a mellettük álló tudós közösségnek az összefogása nélkül.

A Nature-nél, a világ leghíresebb tudományos folyóiratánál is csaknem egy évvel idősebb Természet Világa közel 150 éve küldetészerűen és mesterien közvetíti a tudomány eredményeit érhető formában az érdeklődők számára. Tudós fiatal kollégáim egyetemünkön gyakran emlegetik, hogy ők is e folyóirat emlíni nevelkedtek. De ez nemcsak a Semmelweis Egyetemre érvényes, hanem minden tudományos műhelyre, gimnáziumra, ahol az igazán jó tanárok és diákok szorgalmas olvasói e lapnak határainkon belül és túl. Elismert, világhírű tudósok írnak e lapban és mellettük, most már évtizedek óta a nyertes fiatalok ismeretterjesztő munkái is rendre megjelennek, sőt tavaly ennek gyűjteményes kiadása könyv formában is megjelent.

Arany János Széchenyi halálakor mintegy 150 éve ezt írta:

Bizton, ezer bajunk közt, megtalálta
Azt, ami fő, s mindent befoglaló:
„Elvész az én népem, elvész - kiálta -
Mivelhogy tudomány nélkül való.”

Kedves jelenlévők! Ismételten gratulálva minden sikeres pályázónak és megköszönve kinek-kinek részvételét, eredményes hozzájárulását a mai felemelő eseményhez, szeretném szinte hangosan kiáltani, hogy ne csak Széchenyi, hanem az egész világ hallja: e kis ország határon belüli és túli tehetséges fiatalsága is biztosíték arra, hogy nem elvész, de tovább él és gyarapodik, fejlődik virágzásában ismét megindult büszke Magyarországra.

Szeretettel és üdvözlettel,
ROSIVALL LÁSZLÓ



Matkovics Anna, I. díjas

tett meg: „Válassz olyan munkát, amit szeretsz, és egy napot sem kell dolgoznod az életedben”. A célról, kitartásról pedig ezt ajánlotta a jelenlévők figyelmébe: „Aki meg akar tenni valamit, talál rá módot, aki nem, az talál kifogást.”

A kialakult hagyomány szerint a *Kultúra egysége* kategória értékelését most is *Radnai Gyula* professzor tartotta meg. Együttal a díjalapító *Simonyi Károlyról* is megemlékezett, annál is inkább, mert a fiatalabb korosztályok már szinte semmit sem tudnak róla. Mint elmondta, nem beszélt össze Patkós András akadémikussal, de ő is olyanok nevével és ajánlásával érkezett, akik személyes életük példamutatásával valószínűsítették meg a kultúra egységét, és amit a lap oldalain még egyetlen diákpályázó sem tárt az olvasók elé. Közéjük tartozik a lapalapító Szily Kálmán, aki 30 évig fizikusként, majd harminc évig nyelvészként volt ismert. Ugyanígy *Eötvös Loránd*, *Bartontiek Géza*, *Jakucs István*, *Bay Zoltán* – a felsorolás Szily Kálmántól kezdve egy kapcsolati öröklődési vonal is egyúttal, vagyis a nevezettek hasonló mentalitású, egymást ismerő és követő emberek voltak. Figyelembe ajánlotta még *Szent-Györgyi*



Oláh Réka, II. díjas

Albertet, *Szentágothai Jánost*, *Tarján Imrét*, *Szenássy Barnát*, *Budó Ágostont* – csupa olyan tudóst, hangyaszorgalmú, tántoríthatatlan embert, akiket nem szabad elfelejteni.

A *Biofizika* különdíj alapítójára, a közelmúltban elhunyt *Varjú Dezsőre* a je-

lenlevők néma felállással emlékeztek. Tanítványa és követője, *Horváth Gábor* a tőle megszokott alapossággal és következetességgel mutatott rá a dolgozatok gyengéire és erősségeire, egyúttal megmutatva az utat a helyes metodika gyakorlása felé. A személyre szóló elemzések közérdekű haszna az, hogy minden kísérletet, vizsgálatot alaposan elő kell készíteni, a leendő módszereket át gondolni, a kivitelezés során jelentkező hiányosságokat pótolni, a problémákat, zavaró tényezőket pedig ki kell iktatni. Észrevételeinek elmondása után külön gratulált a nyerteseknek.

Dürr János, a díjkiosztó ünnepség rendezes vendége a Tudományos Újságírók Klubjának elnöki minőségében szolt a jelenlévőkhöz. Balassi Bálint versének felidézésével nemcsak a tavasz hangulatát lop ta be az ülésterembe, hanem egyúttal arra a hosszú folyamatra is utalt, ami által megszületett az anyanyelvű, vagyis a közérthető tudomány is. Nem kis mértékben azoknak köszönhetően, akik a Természettudományi Közlönyt létrehozták, és népszerűvé tették. Gondolatmenetének másik fonala arra mutatott rá, hogy a pályázati próbálkozás még sikertelenség esetén is hasznos lehet. Ha mégsem lesz valakiből tudós, a tudományos

gondolkodás alapjainak megízlelése, a kritikus gondolkodás képessége mindenképpen a hasznára válik.

A fiatal hölgyek által írt legjobb dolgozatok készítőinek szánt *Hargittai-díjak* átadása után Patkós András a korábbi évekhez képest egy szokatlan kéréssel fordult a jelenlévő tanárokhoz: ösztönözzék tanítványaikat a magyar felsőoktatási intézményekben való jelentkezésre.

A zárzó elhangzása előtt sor került a legeredményesebb munkát végző felkészítő tanárok jutalmazására is.

SZILI ISTVÁN



Nagy Zsuzsánna és Szabó Johanna, az Orvostudomány kategória különdíjasai



Foltányi Flóra, a Matematika különdíj győztese



Kovács Miklós, a Természettudományos múltunk felkutatása kategória győztese Kecskeméti Tibortól veszi át a díjat



Horváth Henriett, az egyik II. díjas



Bús Tamás-Zoltán és Keresztes Krisztina, a kategória másik II. díjasai



Gajda Gergely és Gajda Benedek, III. díjasok



Klemm Kitti dolgozata is III. díjat ért



Darvay Botond, szintén III. díjas



Tardy János is megosztotta gondolatait a megjelentekkel



A Tudományos Újságírók Klubjának különdíját Dürr János elnök adja át Kapitány Szabolcsnak



Farkas Orsolya, a Kultúra egysége kategória I. díjasa



Vánkos Boldizsár László, a Biofizika különdíj I. díjasa



Oláh Erika, a II. díjas



Nyárádi Balázs a III. díjat veszi át Horváth Gábortól



A Hargittai-díjat Farkas Orsolya és Foltányi Flóra vehette át



A legeredményesebb felkészítő tanárok közül idén Nebojszki László kapta a Metropolis-fődíjat. Szent László ÁMK Vízügyi Középiskola, Baja



A díjazott tanárok: Major János, Karcagi Nagykun Református Gimnázium



Müllner Erzsébet, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium



**Dvoráček Ágoston, tanítványaival
Bethlen Gábor Kollégium,
Nagyenyed**



**Szórád Endre
Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium,
Zenta**



**Cséte Lajos
Révai Miklós Gimnázium, Győr**



**Szász Ágota
Bolyai Farkas Elméleti Líceum,
Marosvásárhely**



**Káptalan Erna
Báthory István Elméleti Líceum,
Kolozsvár**



**Darvay Béla
Báthory István Elméleti Líceum,
Kolozsvár**



Az utánpótlás



**A díjakkal adminisztráció is jár
(Trupka Zoltán felvételei)**



**Dvoráček tanár úr negyven évfo-
lyamnyi Természet Világát is vitt haza
Nagyenyedre, a Bethlen Gábor Kollégium
könyvtárába**

XXIII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

A Szentannai park panorámája

MADAR LILI ADRIENN–VADAI ALEXANDRA

Szentannai Sámuel Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium, Karcag

A következőkben időutazásra invitáljuk az olvasót, amely során megismerkedhet egy nagy múltra visszatekintő iskola hatalmas parkjának történetével és a benne rejlő érdekességek sokaságával. A fényképészetben a panorámafelvétel szó olyan fényképet takar, amely a szokásosnál jóval nagyobb látószögű. Munkánk során fő vezérfonalunk az volt, hogy lehetőleg minden látható dolgot (sőt olykor a láthatatlant is) megláttassuk az olvasóval a 114 éves Szentannai Sámuel Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégiumot körülölelő természeti csodából.

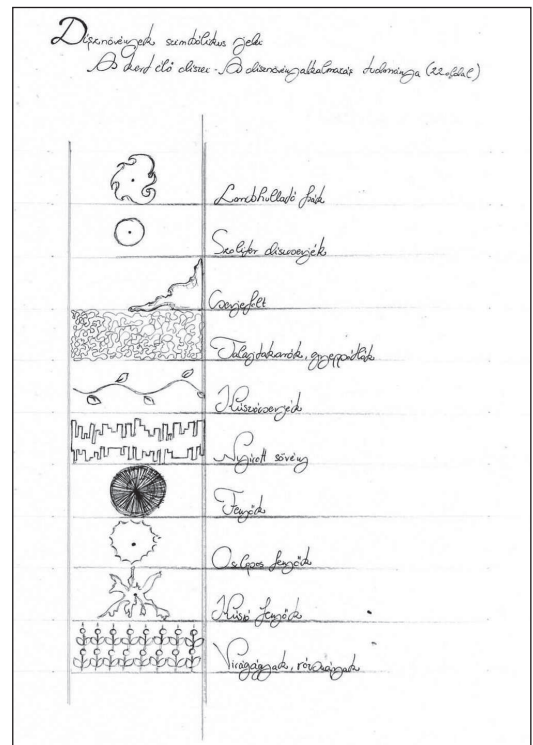
Általános iskolásként is gyakran részt vettünk faültetéseken, környezetismereti tanulmányi versenyeken, és jól tudtuk, hogy környezetünk és a benne lévő élőlények nagy figyelmet és megbecsülést érdemelnek. Ez pályaválasztásunkat is meghatározta, sőt az is, hogy az első iskolalátogatásunk során megérintett a környezet szépsége, így kerültünk a jelenlegi tanintézményünk környezetvédelmi szakára.

A park iránti szerelmünk a mai napig sem halványult, és millió emlék fűz ide minket. Ezért döntöttünk úgy, hogy mások előtt is feltárjuk azt, amit nem láthatnak vagy nem vettek észre. Ekkor még mi sem sejtettük, hogy előttünk is mennyi ismeretlen dolog hever. Ezek után végük számba, hogy mik után kutakodtunk. Kíváncsiak voltunk arra, hogy mikorra tehető a park telepítése, milyen fajok élnek a park területén, a különböző egyedek milyen korúak, illetve kik ültették őket.

Meg akartuk tudni, hogy milyen talajtípuson alakult ki ez a vegetáció. Fontosnak tartottuk, hogy felmérjük, mit is jelent a diákok számára, hogy napjaik nagy részét ilyen madárdaltól hangos környezetben tölthetik.

Az eredményekhez vezető út

A kutatást 2012. november 21. és 2013. augusztus 9. között végeztük. A kormeghatározást illetően több tudományos módszer ismeretes (évgyűri, ágövszámlálás, feljegyzés, vetés, dugványozás ismert időpontja). Mivel korábban nem készültek feljegyzések, illetve nem csak fenyő és nyárfák találhatóak a vizsgált területen, így az ágövszámlálásra sem hagyatkozhattunk és a szükséges műszerek sem álltak a rendelkezésünkre, ezért egyedi technikát választottunk. Iskolánk volt tanítói és diákjai memóriájára támaszkodva készítettünk egy jegyzéket, amolyan zöldnyilvántartást arról, hogy az egyes egyedeket mikor és kik ültették. Ennek kiderítése érdekében interjúkat készítettünk és régi fotók után kutakodtunk. Ugyanezen forrásból „táplálkozva” igyekeztünk összegyűjteni a parkhoz fűződő apró történetek legtöbbjét. Így tettünk egy időutazást.



A fajok jelmagyarázata

Ez után a park feltérképezése következett egy műholdas fotó segítségével, melyet felosztottunk 14 különböző nagyságú szektorra (A-N). A legnagyobbat további részterületekre tagoltunk.

Reflektorfénybe a fás szárúakat állítottuk, azonban néhány esetben az aljnövényzetről is feljegyzéseket készítettünk. A vázlataink alapján minden szektor megrajzoltunk. Majd meghatároztuk a növények fajtát és elkészítettük a jelmagyarázatot. Minden szektorból bemutatunk egy fajt, ami igazán különleges vagy jellegzetes.

A fajlistában szereplő egyedek sorszám szerint a térképeken, a megtalálásuk helyén kerültek feltüntetésre.

A terepi munka után a talajtani laborvizsgálatok következtek. Három, egymástól távol eső helyről vettünk talajmintát, amelynek meghatároztuk a kémhatását, ammónium-, nitrít-, nitrát-, foszfor- és káliumtartalmát, illetve magát a talajtípust. Minden vizsgálatot háromszor végeztünk el, az eredményeket átlagoltuk és táblázatba foglaltuk.

Mindezek után a számunkra legizgalmasabb rész következett, amikor felmértük, hogy a diákoknak mennyire fontos az, hogy ilyen gyönyörű környezetben, jó levegőn tölthetik napjaikat és nekik is azt jelenti-e ez, mint a legtöbb távolról ide látogató vendégnek és jómagunknak.

Ennek kiderítése érdekében száz diákot kértünk meg egy kérdőív kitöltésére, amelyet egy holland közvélemény-kutatás mintájára állítottuk össze.

Hol volt, hol nem volt... avagy parktörténet

Munkánk szerves részét képezi parkunk múltjának megismerése. A parktörténeti részt két egységre bonthatjuk. Célunk az volt, hogy valami meséset alkossunk, amit az ember gyerekes kíváncsisággal olvas, és ami ugródeszka gyanánt szolgálhat a képzelőerőnek. Egy kopár terület hogyan fejlődött hatalmas fás-ligetes iskolai parkká?

Ennek kiderítése érdekében feljegyzések után kutakodtunk az egykori újságokban. Sajnálattal tapasztaltuk, hogy míg a kertészetről sokat olvashattunk, a parkról szinte alig. Ám miközben az iskoláról szóló beszámolókat olvastuk, mégis megcsapott minket egy enyhe virágillat. Felfedezni véltünk itt-ott néhány szerényen bökölő faágat, egy-egy árnyékfoszlányt. Erre a legjobb példa az az eset, amikor ötven tudós látogatott Karcagra, hogy megtekintsék Szentannai Sámuel tudományos munkáját egy nemzetközi konferencia keretén belül. A Karcagi Napló eképp írja le az ünnepi ebéd körülményeit: „Szentannai Sámuel igazgató, mint házigazda árnyékos fák alatt száz személyre terítettett.”



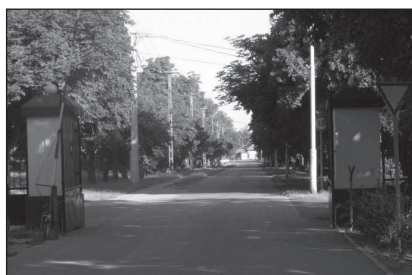
Földmíves Iskola



Bekötőút akácfasorral



Fátlan bekötőút



A mai arculat

A megtalált fotók alapján igyekeztünk feltárni, hogyan változott a terület arculata az évtizedek során. Az egyik képet Erős András, egykori igazgató úr készítette, a feltételezések szerint az 1940-es évek közepe táján. A képen a bekötőút látható, két oldalán akácfasorral (ma Szentannai Sámuel utca).

Bár konkrétan e terület soha sem képezte az iskolapark részét, fontosnak tar-

tottuk, hogy említést tegyünk róla. Iskolánk ugyanis a szó legszorosabb értelmében egy pusztai területre épült és nagy valószínűséggel a kertészet gyümölcsfáin kívül ezek az akác-fák lehetek az első fás szárúak és egyben az egyetlenek is látóhatáron belül. E merésznek tűnő kijelentésünket szintén visszaemlékezésekre alapoztuk. Azon szerencsés helyzetben voltunk, hogy beszélgethettünk a Technikum első érettségizős osztályának (1949) egy tagjával. Az ő elmondásai szerint az iskola területén az idő tájt alig voltak fák, a parkosításra nem fektettek nagy hangsúlyt.

1962-ben szedték ki a bekötőút fáit, feltehetően területhasznosítás céljából, vagy tüzelőfának. Almafák (bal oldal) és tamariska cserjék (jobb oldal) váltották fel őket. Az elrendezés valószínűleg azért volt előnyös, mert amíg a gyalogosokat, akik mindig ezen az oldalon jártak-keltek, cseppet sem zavarták a gyümölcsfák, sőt kiváltképp a javukat szolgálták, addig az ellentétes oldalon a szántót szegélyező tamariskák nem akadályozták a mezőgazdasági munkálatokat.

Egy 1966-ban érettségizett tanulókból álló csoport (osztályfőnök: Dajka Sándor) azzal lett megbízva, hogy ezt a felállást is megváltoztassa, meghozza gyökeresen. Itt sem tudjuk pontosan, hogy miért döntöttek így.

1966-67 táján a Felsőfokú Technikum hallgatói ültették azokat a fákat, amik ma a tavaszi szélben bólogatnak ránk az út két oldalán. Jelenleg mindkét oldalon mezei juharok és vadgesztenyefák sorakoznak.

A második világháború idején az iskola hadikórházként működött, ekkor a tűzifa különösen nagy értékű volt. Az iskolapadok zömét fel is használták e célból, mégis sok fa túlélte ezt az időszakot. Ilyenek például azok a tiszafák, melyek a biológia terem épületéhez vezető út jobb oldalán sorakoznak még ma is.

Vélhetően egy időben ültették őket a városházát övező park tiszafáival, s mi több, nagy valószínűséggel azonos forrásból származnak.

A beszélgetések során hallhattunk igen különös történeteket arról is, hogyan próbáltak az iskola dolgozói egy-egy fát megmenteni, amikor az építkezések során „útban voltak”. Például a kollégium előtt közvetlenül a mályvacserje sor helyén valamikor hatalmas magas körisek voltak, de az emeletráépítéskor ki kellett őket vágni. Ám több alkalommal sor került fák átültetésére is. Megemlíthetünk egy nyírfát, ami akkoriban az egyetlen nyír volt a parkban. Ezt azért kellett átültetni, mert az iskola épületéhez túl közel volt, a gyökereivel pedig rongálta a járdát. Kb. 3 méterrel költöztet-

ték arrébb. Gondoljunk csak bele, micsoda gondosságot és erőt igényelt egy ilyen manőver, különösen, hogy nem csemétéről volt szó, hanem egy 4–5 méteres hatalmas fatestről, terebélyes lombkoronával. Először körbe kellett ásnia a fát úgy, hogy lehetőleg ne sérüljön, majd munkagépekhez kötni és elhúzni a kijelölt helyre, ahol már egy hatalmas gödör várta. Úgy kellett elmozdítani, hogy ne tegyen kárt más egyedekben és a tanépületekben. Ha az át-helyezés sikerült is, koránt sem volt biztos, hogy életben is marad a növény. Ma már egy olyan fa sem él a parkban, amit kifejelet négyként költöztettek át. Sok esetben diákokat jelöltek ki ezek gondozására. Voltak köztük olyanok, akik így kaptak lehetőséget arra, hogy kompenzálják a viselkedésüket, ami nem volt mindig példamutató. Merjük remélni, hogy komolyan vették feladatukat, ami felelősség volt a javából.

Am a leírtak jól mutatják, hogy itt mindig voltak olyanok, akik megbecsüléssel tekintettek a fákra, energiát nem kímélve.

Az iskola területén egy időszakban rengeteg gyümölcsfa volt, a kertészetben kívül is, amikről a diákok kedvükre fogyaszthattak. Ilyen volt például a díszszilva és a galagonya, ami még ma is fellelhető.

A legöregebb fák közé tartozik az egykori kertészetben található görcsös szomorú kőrös, a hármastörzsű török mogoró, néhány platánfa, illetve a kocsányos tölgy a kerti csaphoz közel, a gazdasági épület és a régi tanépület közötti részen.

Ez utóbbiról érdekességként megemlítenénk, hogy a legendák szerint a delphoi jóslatok egy tölgyfán keresztül jöttek az istenektől a jövőjük felől tudakozódóknak. E fák korát nem tudjuk pontosan. Akiket



Famatuzsálem

kérdeztünk erről, még gyerek szemmel látták őket, s talán sokkal magasabbnak. Másként érzékelték, mint amilyenek valójában voltak. Egy biztos, szép kort megérték. A legtöbb fánkat azonban a '40–50-es

évek táján ültethették, ugyanis az akkori igazgató, Hajdú Béla különös gondot fordított a parkra.

Az erre járók a régi épület körül megcsodálhatják a park apró, de nagyszámú kincseit, a százsorszépeket. Az elmondások alapján ez a kis lágyszárú, régi „lakó”, már a 70-es évek óta díszíti iskolánkat.

A kollégiummal szemben levő területen találunk egy apró tiszafát. Hogy mennyire apró és egyben jelentéktelennek tűnő egyedről van szó, jól tükrözi, hogy mi, akik ötödik éve ide járunk, s bevezetőnkben büszkén állítottuk: figyelemmel kísérjük parkunk életét, ezt a kis tiszafát észre sem vettük.

Pedig a szó legszorosabb értelmében titkot őriz. Alatta ugyanis egy ládika van elásva, mindenféle kincsekkel. Tóth Imre László tanár úr egy érettségizős osztályának emlékeit őrizi, s majd a kijelölt időpontban fogják újra „feltárni” őket. Megállapítottuk: fontos, hogy olykor a felszín alá nézzünk.

A szakirodalomban kutatva olvastunk egy kertészetről, ami határos volt egy édenkerttel. Hallottunk mesés szőlőültetvényről, málnásról, pöszmétebokrokról, mandula-, szelídgesztenyefákról, valamint lédús őszibarackról és egy gyönyörű bemutató fűvészkertéről. S miután felocsúdtunk, felvetődött bennünk a kérdés: hol van mindez ma? Egy nyugdíjas tanárú segítségével sikerült behatárolni, hol terült el ez a gyönyörű kertészet. Sajnálattal kellett megtudnunk, hogy szinte nyoma is alig maradt annak, ami itt volt valaha. Talán egy szép napon újjáéled.

A történeti áttekintés után ugorjunk a mába és lássuk, mi a helyzet napjainkban. A vizsgálat időpontjában a következő fajokat találtuk meg a térképeken szereplő elrendezésben.

'A' szektor - Az 'A' szektor területén a domináns faj a nemes nyár. Kísérő fajként szerepel a keleti tuja, ami a park egész területén szép számban képviselteti magát. A nyárfák az Alföldi táj jellegzetes növényei. Kedvelik a helyi talajt és időjárási viszonyokat.

'B' szektor- A lucfenyő tájidegen fafaj nálunk, így a park e részének egészen különleges hangulatot kölcsönöz. A trianoni békeszerződés az erdélyi és felvi-

déki lucfenyveseink elvesztésével is járt. Iskolánk néhány lucfenyőjének botanikai értékét legjobban az bizonyítja, hogy ma már csak hazai erdeink egy százalékát alkotja ez a faj.

'C' szektor - Ez a hatszögű kis terület a gépész udvar szívében található. Néhány fájával megtöri ezt a betonsivatagot. Jellemző faja az ostorména.

'D' szektor- A D szektor domináns fái közé tartoznak a hatalmas platánok, amik a park arculatának meghatározói. Kiemelkedő különlegességként említenénk a biológia terem mellett sorakozó fügefafasort. A füge az ország melegebb részein gyakori fafaj, a tűző napon kétszer is terem.



A titkot őrző tiszafa

'E' szektor - Ezen a részterületen nagyon sokféle faj él egymás mellett. A legkülönlegesebb a duglászfenyő sor a múzeumhoz vezető ösvény bal oldalán. Származási helye Észak-Amerika, csapadékos hegyoldalak örökzöldje. Toboza egészen különleges. Levele megdörzsölve narancs illatot áraszt.

'F' szektor - Az F szektor egy apró, a tanépületeket összekötő sétány, amit virágos kert övez, és ahol mindig érezni a finom ebéd illatát, mivel a konyha bejárata is erre tekint. A virágoskert szívében egy fiatal lepényfa található. Halványzöld apró virágai nem túl dekoratívak hosszú nagyméretű termései annál inkább.

'G' szektor - A mályva cserje a park több részén is megtalálható, sövény méretűre nyírva vagy fa méretűre nevelve. Bár a növény virága kerti változatoknál a hófehértől a liláskékig a kék és piros minden árnyalata lehetséges, nálunk a lila színárnyalat jelenik meg.

'H' szektor - A H szektor növényei közül a legkülönlegesebb a szivarfa, ami minden tavasszal, édes illattal árasztja el a parkot. Ez a faj jól viseli az enyhe szárazságot jó minőségű talajon. Fény- és melegigényes.

'I' szektor - Ez a kis terület meglepően sokféle faj élőhelye. Kiemelendő ezek közül a júlia borbolya. A növényt maga a

felfedező feleségéről nevezte el. Gyönyörű egyik legszivósabb örökzöldje parkunknak.

'J' szektor - A J szektor területe az új épületet övező része kutatási területünknek. Még parkosítás alatt áll. A szektort szegélyező gesztenyefák köszöntik az ide látogatókat elsőként a bejárat bal oldalán. Idősebb fái közé tartoznak még a korai juharok.

'K' szektor - A csavart fűz nevét a levelek különleges csavart hajtásáról kapta. Ezek a fák is igen öreg egyedei a parknak. Összesen ez a 3 db található belőlük.

'L' szektor - Az L jelű szektor egy szintén nagy fajszámmal rendelkező részterület. A puszpáng itt is megtalálható cserje formában, mint ahogy a közelben fekvő K és H szektor területén is. Számunkra azért értékes ez a jelentéktelennek tűnő faj, mert iskolaalapítónk Szentannai Sámuel egyik kedvence volt. Minden európai fa közül a legdrágább.

'M' szektor - Az M szektor egy zömében cserjékből álló parkrészt. Egy-két fafaja közül a bálványfa kiemelendő. Talajra tekintve igénytelen faj. Nevének jelentése: az ég fája. Tájidegen, származási helye Japán és Északkelet-Kína.

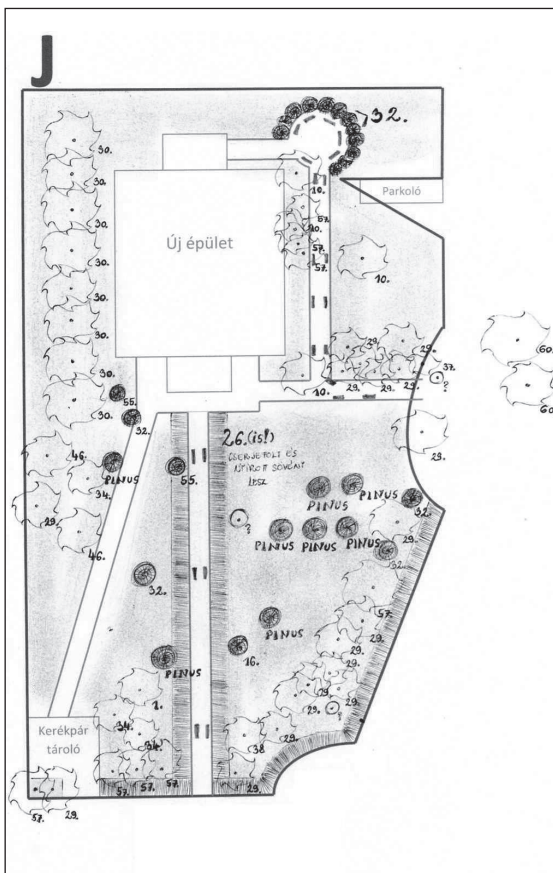
'N' szektor - Ez a terület hatalmas változásokon ment keresztül az évek során. A dióültetvény helyén valamikor szőlő termett. A gyümölcsös akkor játszott fontos szerepet, amikor még az iskola múzeum lakásként szolgált egyik igazgatónk számára. A diákok ritkán látogatnak erre a vadregényes helyre. Fajokban igen gazdag. Tavasszal különböző színekben pompázik.

A zöldnyilvántartás eredménye

Jegyzékünk 27 féle családba és fajba tartozó növény adatait tartalmazza, melyek parkunk ékes díszei. Bár akadnak olyanok is, melyeknél nem tudtuk pontosan kideríteni az ültető nevét vagy az ültetés idejét, a park bő 70%-át lefedő növényzet múltjáról vannak információink, még ha csekélyek is. Ezeket próbáltuk rendszerezni, kataszterbe foglalni. A fajnevekhez párosítottuk az adott szektort, ahol él az egyed, hogy jobban követhető és elképzelhető legyen. A nyilvántartás a 2003-mal bezáródó évültetési munkálatáig tartalmaz adatokat. Az alaptérkép segítséget nyújt a betájoláshoz.

A talajtani mutatók

A park talaja igen bolygatott az építkezések miatt, így nem a környező területek talajának jellemzőit tükrözi vissza, s a száz évvel ezelőtti valóját is rég elveszítette már. Mindezek ellenére még mindig a legtöbb faj számára alkalmas élőhelyet nyújt. Néhány faj esetben érzékelhető, hogy számukra nem a legideálisabb az itt található talajtípus. Mivel a három minta közötti értékek nagyon hasonlóak, így valószínűleg az egész területre ez a jellemző.



Egy példa a szektorok ábrázolására: a „J” szektor

A véleménykutatás eredményei

Arra a kérdésre, hogy „Milyen célból töltés időt az iskola parkjában, szünetekben vagy tanítás után?”, a megkérdezettek 60%-a azt válaszolta, hogy együtt lehessen a barátaival. Nem kétséges, hogy a park rengeteg barátság szövődésének volt és lesz is a színhelye. Az itt élő növények bizonyára sok apró titkot tudnak és talán sok nézeteltérésnek is tanúi voltak...

A következő kérdésre, hogy „Milyen érzés tölt el, amikor itt tartózkodsz?”, többféle válasz született. A „megjelölhető érzések” persze valamennyire összefüggnek, hisz ha valakit nyugalom tölt

el, jobb lesz a közérzete is, ezért arra kértük a diákokat, hogy ha lehet, a rájuk legjellemzőbbet jelöljék meg. A dolgozókat és tanulókat sok stresszhatás éri, hiszen különbözőek vagyunk, ugyanakkor együtt kell működünk. Előfordulhat, hogy a magunknak való megfelelés miatt vagyunk feszültebbek. Szükség van valamire, ami regenerál. Ezt a funkciót is tökéletesen betölti a park amint a diagrámól is látható.

A harmadik diagram mutatja meg számunkra, hogy mekkora fontosságot tulajdonít a diákság a szép környezetnek az iskolában. A megkérdezettek közel 80%-a „lényegesnek”, illetve „nagyon fontosnak” tartja a parkot. Ez logikus is, hiszen a többségükből pozitív érzéseket vált, ki ha itt tartózkodnak. Ugyanakkor ez a diagram talán a legkifejezőbb és egyben a leginspirálóbb is.

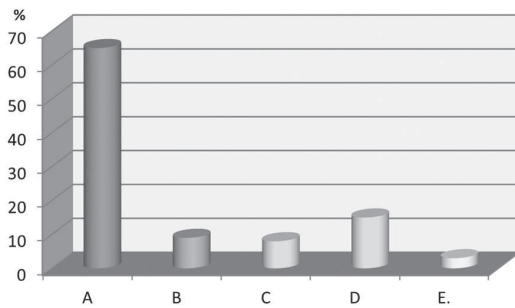
A negyedik diagram már az elégedettség mértékét tükrözi. Elmondható, hogy általánosságban véve jó állapotúnak látják a diákok a parkot és egyben reálisan is a helyzetet. Mert való igaz, hogy gyönyörű és különleges több szempontból, de ez nem azt jelenti, hogy nem szorul fejlesztésre.

Szerettük volna azt is megtudni, hogy a velünk közel egykorúaknak mit jelent az, ha az épített környezethez szorosan kapcsolódik a természetes környezet. 35 fiú és 65 lány töltött kérdőívet. Meglepetésünkre hasonló eredmények születtek mind a két nemnél. Legtöbbünknek a kikapcsolódást jelenti a természet közelsége. A második helyen a regenerálódás áll. A spirituális megfelelőt illetően már megfigyelhető egy kis különbség.

A környező középiskoláknak koránt sincs ilyen gyönyörű és kiterjedt zöld területe. Pedig fontos lenne, pláne napjainkban, amikor mindenki egyre több teher nehezedik és a feltöltődésre szinte már egyáltalán nem jut idő. Lehet, hogy egy rövid parkban töltött 10 perces szünet segít hozzá ahhoz, hogy tudjunk koncentrálni és kihozni magunkból a legtöbbet, még ha bal lábbal is keltünk fel. Talán pont ez a tíz perc segít hozzá, hogy elérjük azt a plusz egy pontot a dolgozatban, amin a jó jegyünk múlik.

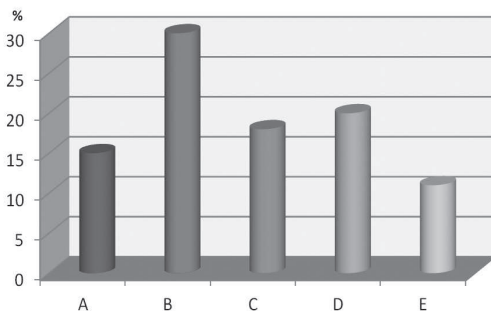
Ha egy mondattal szeretnénk jellemezni az eredményeket, kijelenthetjük, hogy „Igen szüksége van az ifjúságnak a természet közelségére az iskolában, sőt talán itt jobban, mint bárhol másutt és ezt ők is érzik.” Nagyon fontos ennek az értéknek a megóvása és érdemes a továbbfejlesztésben gondolkodni a zöld környezetet, mint gyógyírt, a mindennapi nehézségek, okozta kimerültségre. A zöld szín látványa kétségtelenül rendet, teremt az agyban, és segít koncentrálni, illetve tágtítja a hajszalereket.

Milyen célból töltesz időt az iskola parkjában szünetekben vagy tanítás után?



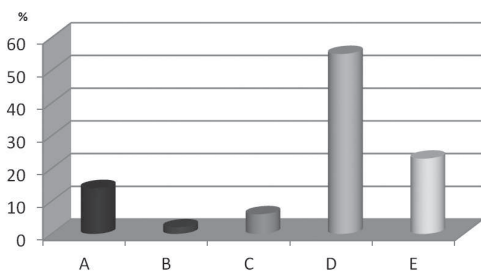
- A. Együtt vagyok a barátaimmal
- B. Felfrissítem magam
- C. Megpróbálok egy rövid időre kikapcsolódni
- D. Túl sok stressz hatás ér, ezért leginkább csak menekülök az iskola falai közül.
- E. Egyéb

Milyen érzés tölt el, mikor itt tartózkodsz?



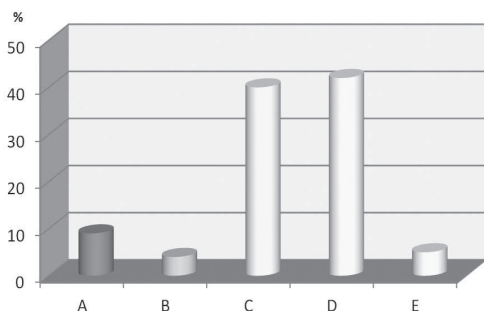
- A. Viszonylagos szabadságérzet
- B. Nyugalom
- C. Jobb lesz a közérzetem
- D. „Fellelegzek” egy kicsit
- E. Egyéb

Mennyire tartod fontosnak, hogy az iskolának parkja legyen?



- A. Egyáltalán nem tartom fontosnak
- B. Minimálisan fontos
- C. Kevésbé fontos
- D. Lényegesnek tartom
- E. Nagyon fontosnak tartom

Mennyire vagy megelégedve a park mostani állapotával?



- A. Egyáltalán nem
- B. Minimálisan igen
- C. Közepes állapotban van
- D. Jó állapotúnak tartom
- E. Maximálisan elégedett vagyok

Hogyan tovább?

Munkánk során sok hasznos információ birtokába jutottunk, de még mindig sok dolog felfedezésre vár. Megállapíthatjuk, hogy nagy elhivatottságra és sok gondos kézre volt szükség az elmúlt száz év alatt a jelenlegi állapot eléréséhez, fenntartásához. Annak érdekében, hogy az iskola környéke továbbra is ilyen maradjon, illetve tovább szépüljön, a mi és a következő generációnak is sokat kell tennie. Jó érzés látni, amikor a diáktársaink lelkesen gondolják a parkot és ültetik a fákat. Megnyugtató hallani arról, hogy az elkövetkező időszakban az iskola vezetése és fenntartója komoly megőrzési és bővítési intézkedéseket készít elő. Ezen program keretén belül új fás és lágyszárú növényekkel gazdagodunk és az egykori csodálatos kertészet rövid időn belül megelevenedik és több mint ötszáz gyümölcsfának ad majd otthont.

Bizunk abban, hogy majd száz év elteltével megint lesznek olyan diákok, akiknek eszébe jut a múlt felkutatása és hasonló szépségekről tudnak majd beszámolni. ♥

A szerzők az Önálló kutatások, elméleti összegzések kategória második díjasai

Irodalom

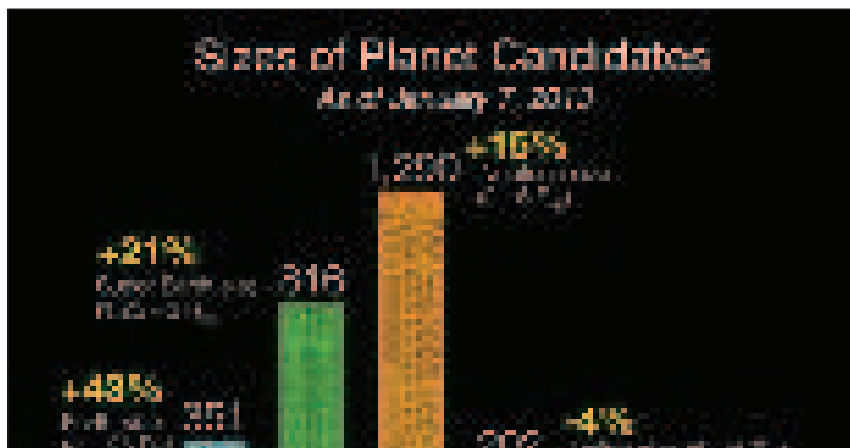
- A kert élő díszei- A növényalkalmazás tudománya/ Dr. Schmidt Gábor - Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 1988
- Erdészeti, vadászati, faipari lexikon/ Ákos László - Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 1964
- Fák, bokrok-búvár zsebkönyvek/ Dr. Debreczeny Zsolt - Budapest: Móra Ferenc Ifjúsági Könyvkiadó, 1982
- Fák és cserjék / Kropog Erzsébet - Mándics Dezső- Molnár Katalin – Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 2002
- Határozó kézikönyvek-FÁK / Allen J. Coombes - Budapest: Taramix Kft., 2009
- Jubileumi évkönyv 1899-1999
- Jubileumi évkönyv 1899-2009
- Növényismeret- A hazai növényvilág kis határozója / Dr. Simon Tibor – Dr. Sergelyes Tibor – Budapest Tankönyvkiadó, 2001
- 88 színes oldal a díszfákról / Dr. Schmidt Gábor – Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 1985
- 88 színes oldal az örökzöldekről és a fenyőkről / Czaka Sarolta – Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 1983
- <http://novenyhatarozo.info/noveny/fekete-fenyo.html#> (13.08.10.)
- http://dokutar.omikk.bme.hu/collections/mgi_fulltext/trend/2005/11/1106.pd (12.12.07)
- <http://www.napfenyes.szinek.hu/hu/kiegeszito-informaciok/a-szinek-es-a-kornyezetre-gyakorolt-hatasuk/a-szinek-kozerzetre-gyakorolt-hatasa>
- http://szinek.teleoldal.hu/zold_szinhtml (12.12.07)

A partra vetett Zádor-híd

KOVÁCS MIKLÓS

Nagykun Református Gimnázium és Egészségügyi Szakközépiskola, Karcag

Hazánkban ritka az olyan különleges építmények előfordulása, mint szülővárosom, Karcag keleti határában a legendákkal átszőtt Zádor-híd, amely a Nagykunság fővárosának legismertebb, legérdekesebb nevezetessége. A Tisza-szabályozás előtt erek, vízfolyások szabdalják át meg át ezt a területet, a stabilnak tűnő köépitmény, amelyről a karcagi emlékezet úgy tartja, hogy madártójsal oltották be a meszet a köveket összetartó habarcsához, az 1830-as árvíz során úgy meg rongálódott, hogy az eredetileg kilenclyukúnak épült híd két végén lévő pilléreit elsodorta az ár.¹ Ha vidékről vagy külföldről érkeznek vendégek Karcagra, mindig büszkén mutatjuk meg nekik ezt a különleges műemléket, amolyan kunkarcagi büszkeséggel. A messziről jött idegenek azonban meglehetősen furcsának, sokszor érthetetlennek találják a szemük elé táruló látványt: valamivel a Zádor-híd előtt elfogy a betonút, a szántóföldek és a szikes puszták között egy híd, egy roppant különös téglahíd árválkodik teljesen céltalanul a szárazon. Nem folyik alatta víz, csak vele párhuzamosan egy csatorna, folyót seholy sem lehet látni a közelben, nem vezet rajta át



Az ötlukúvá csonkult Zádor-híd

om így indokolt a témaválasztást illetően. Pályamunkámban ismertetem a híd nevének eredetét, a mellékletben közlöm a hozzá kapcsolódó Zádor- és Ágota-legendát, valamint részletesen bemutatam a híd megépítésének történetét. Kutatómunkám során felhasználtam a Karcagi Györfly István Nagykun Múzeum Adattárában és Orientalisztikai Gyűjteményében fellelhető dokumentumokat, továbbá betekintést nyertem Mándoky Kongur István, Körmendi Lajos, Gáll Imre, Bellon Tibor és Bartha Júlia munkáiba. A legizgalmasabbnak mégis a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárában végzett kutatásaim ígértek, ahol rendkívül értékes anyagokhoz és információkhoz jutottam a Zádor név kutatását illetően. A szakirodalom tanulmányozása után, terepbejárás alkalmával vizsgáltam és mértem fel a híd paramétereit, amely alapul szolgált a múlt és a jelen összekapcsolásához, annak megértéséhez. Az általam felkutatott dokumentumok, illetve a saját készítésű filmkockák segítségével próbálom bemutatni és még érdekesebbé tenni ezt a karcagi látnivalót.

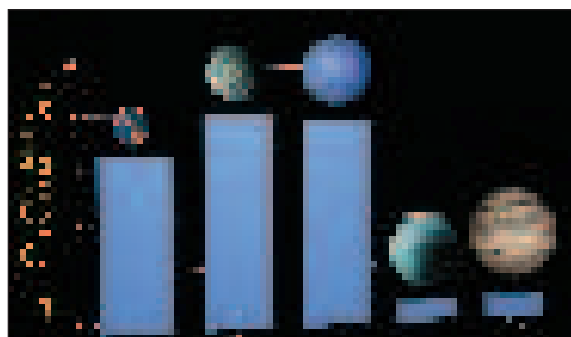
van egy még ma is meglévő kőhid melyet Zádorról neveztek el". Itt történik említés az ugyanilyen nevet viselő erdőről és kunhalomról is: „Zádor-erdő: nevét a hasonló nevű lovagtól nyerte. Zádor-halom: Zádor lovas tábora ezen halom körül szokott megtelepedni”.³

Pesty Frigyes kéziratos helynévtárában a következőt olvashatjuk: „Kis és Nagy Zádor-ér; hajdani Zádor kunvezérről nyerte nevét, ki a rege szerint, Ohat Mártonné Ágota leányát nőül venni akarván, Bengerseg nevű fegyvernökét küldi Ágotához, kinek nevével egy határszélenni korcsma nevezetik. Bengerseg hűségtelensége következtében ura által azon méreggel itattatván, melylyel ő urát elveszteni akarta, azon hely hol eltemetett máig is Bengersegnek nevezetik”.⁴

Mándoky Kongur István kun törzsvagy nemzetségnévi eredetűnek tartja a Nagykunságban fellelhető helynevek közül a következőket: a karcagi Szálgor (ma Zádor), Tokszaba, Kongrulu, a kunmadarasi Zsalajir, a Kisújszállás határában levő Bajandor és Pecsene határrésznevek, továbbá a kiskunsági Törtel, Tázlár, Bodoglár helynevek. Az Ulas nevet mind a történelmi források, mind pedig az eredetmondák és hősi eposzok együtt említik a Szalgor vagy Szalur névvel.

³ Kimmach Ödön (1903): Helynevekhez fűződő mondák Karczag vidékén, MTA Könyvtára, Ethnographia XIV. évfolyam, Budapest, a Magyar Néprajzi Társaság Kiadása (58-60.)

⁴ Pesty Frigyes (1978): Pesty Frigyes kéziratosa helynévtárából, I.: Jászkunság, Katona József Megyei Könyvtár és a Verseygy Ferenc Megyei Könyvtár, Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Levéltár, Kecskemét-Szolnok (150-155.)



Az 1806-1809 között épült Zádor-híd az egykori Só-út forgalmát segítette

az út, hanem elhalad mellette.² Ma már csak ötlukú, de valamikor olyan volt, mint a hortobágyi, ráadásul építése két évtizeddel megelőzte azt, így mintául szolgált annak építéséhez, éppen a bátyja is lehetne.

Bátran ki merem jelteni, hogy a Zádor-híd gyermekkorom mítosza, motiváció-

¹ Dr. Bartha Júlia: A Zádor-híd 1833. évi tervezett felújításának terv- és költségvetése, Kézirat, Györfly István Nagykun Múzeum Adattára, Karcag, No. 2838-98.

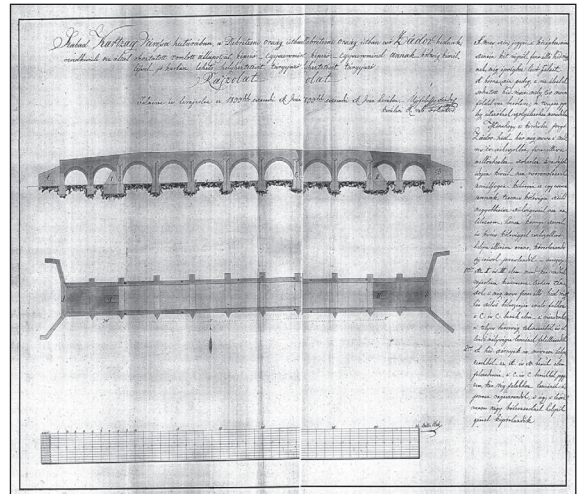
² Körmendi Lajos (2006): Az álom fonákja, Válogatott írások, Barbaricum Könyvműhely, Karcag (175-178.)

A híd nevének eredete

Az MTA Könyvtárában találtam rá Kimmach Ödön 1903-as írására, amely a helynevekhez fűződő mondákról szól Karczag vidékén: „Zádor-híd: közel a Zádor-halomhoz

Szalur nevű faluból Kis-Ázsiában tizenhatet számolt meg Mándoky: hármát Antalja, két-töt-kettőt Konja, Manisza és Tokat, egyet-egyét meg Bolu, Iszparta, Csorum, Kajszeri, Csankiri, Szamszun, Jozgat és Erzindzsán tartományokban. Szerinte megvan e név a türkméneknél is, akiknek Szalor nevű törzse egyike a legnagyobbaknak, többek között gyönyörű szőnyegeikről, de elsősorban kiváló, pompás lovairól híres. A krími tatárok egyik törzsét vagy nemzetségét is Szalgurnak hívták, erről a Krím félsziget helynevei tanúskodnak. A Szalgor és Szalur vagy Szalor ugyanannak a névnek az egyes török nyelv-járások szerinti változata. Mándoky véleménye szerint Szalgor törzsbeliek a kunok között is voltak, s azok az Ulasokhoz hasonlóan szintén a mai Nagyunság területén telepedtek meg: „Karcag határában levő Zádor neve ugyanis, amely korábban Zágornak, illetőleg Zálgor-nak hangzott, egy régi kun Szalgor névből keletkezett. A kun törzsszövetségen belül az Ulas és a Szalgor törzseket erős szálak fűzték egymáshoz, valószínűleg ezért is telepedtek le közel egymáshoz a mai Nagyunság területén.”⁵ A 2013. év aktualitása, hogy felmerült a karcagi Mándoky

írott levelében kifejti, hogy a Szalgor név megtalálható a török kultúrkörben mind földrajzi, mind pedig népnévként (Szalgor-Salgi'r, szalorsalar). Valamennyi szó egy *sal-* 'lehelyez, enged, dob, épít' igetből, valamint egy *ar-gar; i'r-gi'r* affixumból áll. Ha ez nem tévedés, Mándoky feltételezése ezen az alapon nyugszik. Nem derül fény viszont arra, hogy a Szalgorban az első magánhangzó miért *á* és miért nem *a*, valamint hasonlóképpen nincs magyarázat arra, hogy a második magánhangzó miért ajkakkerekítéses. A végződések labializálódására a kipcak nyelvekben számos példa van, de jelen szó esetében ezt semmi sem indokolja.⁶ A Szalgor egy folyó neve, a Krím félsziget legnagyobb, 181 km hosszú folyója Tauria orosz kormányzó-ságban, amely Jaila-hegységben a Csatir-dag lábánál ered és a Szivasba torkollik.



A Zádor-híd 1833. évi tervezett felújításának terv- és költségvetése Újfalussy Sándor nevéhez köthető

jegyzőkönyvében: „*Contractuatus Stephani Góci fabri legnarii super accorda Pontis in Fluvio Zador noviter struendi*”, azaz a Zádor vízfolyáson Góc István ácsmester újjáépítette a hidat.⁸ A Bécsi Hadilevéltárban őrzött, II. József uralkodása idején készült haditérképen, a Karcag és Nádudvar közötti mocsaras, vizes területen három híd van jelölve, köztük a Zádor-híd elődje is. Az országot azonban gyakran járhatatlan volt, a kis fahíd árvizek idején nem tudta teljesíteni rendeltetését, ebből kifolyólag 1804-ben több panasz is beérkezett, miszerint a Zádor gátján egyetlen híd van, amely alatt a víz nem képes elfolyni, meghágja a töltést és lehetlenné teszi a biztonságos közlekedést. Illési János Nagykun kerületi kapitány jelentése szerint „*a rendkívül nagy árvizek az ország útján való járást annyira elzárták, hogy Kardszagrul Nádudvarra a postát sem lehetett küldeni*”.⁹

Nem volt mit tenni, a panaszokat orvosolni kellett, ezért Illési Jánost és Dóka Márton esküdttet a Districtualis Földmérővel együtt javaslatételre szólították fel és kiküldték őket a helyszínre. A földmérői hivatal részéről Bedekovics Lőrinc feladata volt javaslatot tenni az árvíz által okozott bajok végleges elhárítására, majd megérkezett a nádori engedély: „*A Felső Herceg a Kardszagi határban a Zádoron építendő köhídra a Nagy-Kun Parti Xassából 3486 F és 33 és fél kr költséget az ide vissza zárt és az Aedilis Directio által megállapított projectum szerint megengedni méltóztatik*”.¹⁰ 1804. június 14-én Illési János a királyi kamarához fordul, kérvényezi, hogy a híd megépítéséhez



A hídon átvezető út esős időben járhatatlan, sáros-poros földút

Kongur ház rendbetétele, egyben kazah házként való működtetése. Az 1992-ben elhunyt, Almatyban eltemetett, Kazahsztánt bejárta és jól ismerő magyar turkológus-nyelvész rendkívül sokat tett a két ország közti kapcsolatok ápolásáért, emlékének megőrzése mindkét országnak kiemelten fontos. A jelenleg elhanyagolt épület felújításáért a város mindent meg kíván tenni, ehhez ajánlotta fel segítségét Timur Kulibajev is, a kazahsztáni „Samurk Kazina” Nemzeti Jóléti Alap elnöke.

Mándoky nem adta meg a Zádor szó jelentését, erre Kovács Előd tett elsőként kísérletet: ágat, elágazást, eret jelent. Dr. Bartha Júliának, karcagi néprajzkutatónak

⁵ Mándoky Kongur István (2012): Kunok és Magyarok, Török-magyar Könyvtár, Molnár Kiadó, Budapest (219-227.)

Zádor és Ágota legendája

A földrajzi nevek közül a Zádor nevezetűek a legismertebbek a karcagi határszéleken, de utca és iskola is viseli nevét a városban. A Zádor-halom, a Zádor-erdő, és a Zádor-ér (ami valaha a tiszai áradásokat vezette a Sárrét mocsárrengetegébe), a Tisza szabályozását követően eltűnt, csak kiszáradt medre látható és szomorú mementóként a ma már csak ötlükü Zádor-híd. Emlékét idézi még a névetimológiát megőrkítő hagyomány, amely prózai és verses formában egyaránt ismert Kunság-szerzte, de kiváltképp Karcagon.⁷ A legenda egyik érdekes prózai változatát a mellékletben közlöm.

A híd története

A híd mindmáig megőrizte „kétszáz év magányát”, évtizedek kun arculatát és konokságát, nincs rajta burkolat, esős időben járhatatlan, sáros-poros földút. Elsőként 1783-ban említik a hidat a Jászok kerületek gyűlési

⁶ Kovács Előd (2000): A Szalgor (Zádor) névről, Kézirat, Györfly István Nagykun Múzeum Orientalisztikai gyűjteménye, Karcag, No. 80-98.

⁷ Bartha Júlia (2002): A Kunság népi kultúrájának keleti elemei, Studia Folkloristica et Ethnographia 44, Debrecen (35-48.)

⁸ Dr. Gáll Imre (1970): Régi Magyar Hidak, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (187-194.)

⁹ Dr. Gáll Imre (1970): Régi Magyar Hidak, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (187-194.)

¹⁰ Dr. Gáll Imre: Régi Magyar Hidak című könyvéből, Györfly István Nagykun Múzeum Adattára, Karcag, No. CSH 2170/2-1986

szükséges köveket ne szekereken szállítsák a helyszínre, mert ez szinte lehetetlen. 2000 szál fenyőt igényel, hogy azokból tutajt építve Tokajtól Abádig le tudják úsztatni a köveket. A készlet csekély voltára hivatkozva a kamara azonban megtagadja a 2000 szálfa kiadását, hajót javasol a kövek Karcagra történő szállításához. A hid építéséért felelős Varró János esküdt nehéz helyzetbe kerül, ugyanis abban az időben a tiszai hajózás még nem vállalkozhatott ilyen feladatra. Ideiglenes megoldásként egy átmeneti fahíd megépítését javasolják, amely 1805-ben épül meg a német származású Tunkel Ferenc ácsmester irányításával.

Az 1806-os esztendő mérőföldkö a köhid megépítésének életében. Illési János kerületi kapitány, valamint Laczka Ferenc komisszárius tárgyalásokat folytatnak Magurányi József egri kőművesmesterrel.

A szerződést május 13-án meg is kötötték, amelyben Magurányi kötelezettséget vállalt arra, hogy egri bányában kifaragtatja a megépítendő híd köveit, irányítja a helyszínen a munkálatokat, s azokat 1807 őszéig be is fejezi. Illési felterjesztéssel a Palatinushoz fordult a költségek engedélyezése végett. Levelére a válasz július 13-án meg is érkezett: „*Ó Királyi Herczege a Zádor folyón építendő köhidnak az újonnan beadott költségek feltétele szerint való jelállítását és az e végre megkívántató 8489 ft-okat a Nagy Kun Particularis Cassából leendő kiadásait jóváhagyni méltóztatik*”.¹¹

A háborús időszak egyébként is megkövetelte a biztonságos utakat, a szállítmányok, küldemények, ide-oda vonuló csapatok minél gyorsabb célba jutását. Ez volt a következő karcagi nagy beruháásnak, a Zádoron átívelő köhid megépítésének az indoka. A Nagykun Kerület pénztárából finanszírozott munka 1806. október 2-án, ünnepélyes alapköletéttel vette kezdetét: „*a Helynek színére ki menvén az első fundamentom követ tulajdon kezek által le tették ezen napon munkára meg jelent Tür Kevi Deputátus és számos oda való szekeres és gyalogszolgálatú Lakosok jelenléteben*”.¹² A munkálatok valóban megindultak, hozzákezdtek a pillérek alapjainak földmunkáihoz, megkezdődött az egri fejtőben bányászott kövek átszállítása a tiszai réveken. Érdekes, hogy az építéssel kapcsolatos nehézségekről egyetlen feljegyzés sem emlékezik meg, csupán Illési jelentése 1808 februárjában: „*a Zádor vizén építendő köhid*

lábai már a földből mind fölvitettek, bolhajtás már négy készen vagyon és reménységek szerint a jövő esztendőben azon egész hid tökéletességre is fog vitetni”.¹³ A következő évben, 1809-ben valóban be is fejeződött a hid építése. A kilenc boltívre épült hid költségei közel 10 ezer forintra rúgtak. Laczka Ferenc komisszárius költségelszámolásában ki is derül, hogy az eredeti 8489 forint előiránnyal szemben a hid 1316 forinttal és 58 krajcárral került többbe. A többletköltségek kifizetését a nádor engedélyezte Nagykun Particularis Cassából. Summa summarum, 1809-ben végre állt Magyarország legnagyobb köhidja, a 40 öl hosszú, kilencnyílású, kőalapzatú, téglalapotzatú Zádor-híd, 20 évvel megelőzve a hortobágyi hid megépítését. Ellenállva a vizek ostromának, több mint két évtizeden át, minden említésre méltó zavar nélkül szolgálta célját a hid, hordozta az



A legnagyobb hídnnyílás 3*3', az áthidalt össznnyílás 17*3'

egykori Só-út, a Pest-Szolnok-Debrecen országos és kereskedői út forgalmát.

1829-et írunk, Karcag lakossága már mintegy 13 000 lélek. Ez az év azonban súlyos időszak nyitánya lett. Július 1-jén kisebb földrengés rázza meg a várost, kárt nem okozott ugyan, de sokáig emlékezetben maradt. November 16-án leesett az első hó, karácsonytól fogva pedig „*mindég esett valamennyi*”, vagyis naponta újabb havazás hízta a hótakarót. Sajnos így volt ez az egész keleti országrészben mindenütt, úgyhogy áprilisban az olvadáskor „*a' Felsőbb részeken lévő Hegyek között a' víz mennyisége olly nagyságban indult meg, hogy a' sokkal nagyobb árvizet okozott az eddig valónál*”. A Tisza egész árterületén gátak szakadtak át, emberek haltak meg, állatok, növények, házak pusztultak el. Az eddignél jóval nagyobb mennyiségű víz öntötte el a még szabályozatlan árterületeket, az árapasztóként működő folyók és erek, köztük a Zádor-ér is, nagyon megduzzadtak, vízállásuk meg-

emelkedett. Karcag határára 1830. április 25-én tört be a víz, és igen gyorsan elborította a keleti határ legnagyobb részét. Az ár olyan erővel zúdult alá a sík vidéken, hogy a karcag-nádudvari „*úban esett Gátakat, Kő s fa hidakat elszaggatta*”, egy éjszaka alatt a város alá ért.¹⁴ A vis maior időjárási helyzetnek a Zádor-híd sem tudott ellenállni, a jeges víztömeg ugyanis két-két szélső boltívet elszakította, a szélső nyílások összeomlottak. A hatalmas árvíz következménye az ötboltózatúvá csonkult karcagi hid. Az árvíz pusztítása komoly veszteségeket okozott, határok és gátak sem tudtak ellenállni, s minek utána sérült a Zádor-híd is, megszünt rajta az országúti közlekedés. A köhid rekonstrukciójára még csak gondolni sem lehetett, maradt a legkisebb költséggel járó, rövid idő alatt felépíthető fahíd terve. A munkával Szvitek Ignác szolnoki ácsmestert bízták meg, 24 nap alatt el is készült, a hid építése 714 forintba került. Az elsodort pilléreket ideiglenesen úgy pótolták, hogy a két csonkhoz kétoldalt fából ún. lábbó hidat csináltak, amely a víz járását követve hol felemelkedett, hol lesüllyedt. Ez azonban nem látszott biztonságosnak, mert a nyári szárazsággal bele-süllyedt az iszapba, s az új áradás már nem bírta felemelni. Elhatározták hát, hogy az öt lyukat meghagyják, s melléjük támpilléreket és új, erős töltést csinálnak.¹⁵ Ilyen állapotban láthatjuk ma is a hidat.

1833-ban a hid helyreállításának ügyét Bozóky András nádori táblabíró vette kezébe, minek utána Újfalussy Sándor földmérő tervet és költségvetést nyújtott be az eredeti dokumentumon is feltüntetett Szent Iván havában, júniusban. A korabeli árfolyamokhoz mérve tetemesnek tűnt a felújítás költsége, ami kőművesmunkát és anyagárakat számolva 1436 forint 22 krajcárt számlált, nem számítva bele a fuvarozás költségeit.¹⁶ Ennélfogva elvetették, a végleges költségvetést Dobrova Fábian abonyi kőművesmester állította össze, s minden valószínűség szerint ő végezte el a helyreállítási munkálatokat. A két-két szélső, megrongálódott nyílást lebontották, a szárnyfalakat pedig a megmaradt pillérekhez helyezték át. 1833 őszén a Zádor-híd helyreállítása befejeződött, így a hidon megindulhatott a forgalom.¹⁷ (15. ábra)

A Zádor-híd életében a következő változást „a Széchenyi-gát” megépítése hozta. A Tiszadobtól Polgárig megépült töltésszakasz

11 Dr. Gáll Imre (1970): Régi Magyar Hidak, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (187-194.)

12 Dr. Bellon Tibor (1980): A Karcagi Zádor-híd, Élet és Tudomány, 1980. I. 18. (95.)

13 Dr. Gáll Imre (1970): Régi Magyar Hidak, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (187-194.)

14 Elek György (2008): Várostörténet ötvenkét tételben, Karcag város története 1506-1950 között, Karcag (82-91.)

15 Dr. Bellon Tibor (1980): A Karcagi Zádor-híd, Élet és Tudomány, 1980. I. 18. (95.)

16 Dr. Bartha Júlia: A Zádor-híd 1833. évi tervezet felújításának terv-és költségvetése, Kézirat, Györfly István Nagykun Múzeum Adattára, Karcag, No. 2838-98.

17 Dr. Gáll Imre (1970): Régi Magyar Hidak, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (187-194.)

Zádor és Ágota legendája

„A honfoglalás után Árpád vezér és utódai hamar ráébredtek, hogy ezt a Kárpátok övezte területet egyedül a magyarság nem képes megőrizni, megtartani. Döngették a „kapukat” a népvándorlástól, annak csatározásaitól üzött népek, melyek egyre nyugatabbra szorultak. Ráadásul az új haza addig itt élt, leigázott szláv törzsei sem nyugodtak bele egykönnyen a legyőzöttség állapotába. Lázadások, villongások nehezítették az egyre inkább új életformára kényszerülő magyarság helyzetét. Mindezekon túl a belső nézeteltérések sem kedveztek egy európai állam kialakulásának. Szent István királyunk bölcsessége, útmutatásai szerencsére példát adtak utódai számára. Ilyen utódoknak bizonyultak Szent László és IV. Béla, akik többször is befogadták az országba a menekülő kunok egy részét, akik ellenségből hamarosan támazsaik lettek az 1100–1400-as években, sőt a későbbiek folyamán is. Ez a nép az Alföldön letelepedve alkalmazkodni tudott az új körülményekhez, s hamarosan a magyarság szerves részévé lett. Ebből az időből maradt az utókorra egy kunsági história, ami két kun fiatal, Ágota és Zádor szerelméről szól.

A fiatal, daliás termetű és becsületes Zádor Keve vezér törzséből származott. Vitézségével jó nevet szerzett a kunoknak és Túrkevének, ahol lakott, birtokai voltak. A gőgösséget nem ismerte. Szerette az életet, ő is híve volt a vendégeskedésnek, mulatozásoknak, vadászatoknak, na és a szebbik nem szeretetének, de mindig készséges volt, ha a hazát védeni kellett, sok csatának hőse lett. Nincs mit csodálkozni, ha egy ilyen férfi igencsak tetszett a lányoknak, s jó partinak számított szülei megítélése szerint is. Ő azonban sokáig nem gondolt a házasságra, pedig erre sok biztatást kapott minden irányból. Szent László királyunk újra hadba szólította a nemzetet, köztük a kunokat, s szokása és elkötelezettsége szerint Zádornak is mennie kellett a szentföldi hadjáratba. Előtte nagy vendégsereget hívott meg túrkevei udvarházába búcsúvigasságra. Volt nagy készülődés Kunságszerte, cícomázták magukat a hajadonok is. A vendégek közt ott volt egy magyar-barát tót vezér fia, Turgony. Apja, a derék ember már nem élt. A kis Turgony nem ütött az ósére. Lusta, élveteg, testileg-lelkileg torz ember volt. Ő bezzeg nem készült a hadba. Közben kiderült, hogy szinte mindenki megjelent a meghívottak közül, csak Asszonyszállás nagyasznonya és szépséges leánya, Ágota nem érkeztek meg.

Ez igencsak kedvét szegte házigazda hősnünknek, Zádornak. No, hát mégis van egy leány, akit megkülönböztetetten kezel az ifjú vitéz? Igen. Néhai Ohat Márton leánya, a férfinép bálványa volt az, aki a Hortobágy szélén, egy szép halmon épített kastélyban élt anyjával. A nagyasznony igen megbetegedett, lánya meg otthon maradt ápolni. Követet küldtek, akivel megüzenték távolmaradásuk okát, egyben meghívták Zádort, ha teheti, látogassa meg őket és irtsa a gazdaságukat veszélyeztető vaddisznókat. Zádor az üzenettől megvidámodva mindent megígért. Nem tetszett ez a lányoknak és szüleinek, akik még reménykedtek Zádor megnyerésében, de különösen rossz néven vette Turgony, akinek nagyon tetszett a gyönyörű Ágota. A vendégség, mulatozás után Zádor összeszedte hadra fogható embereit és elindult Váradra, ahol a királyi serege gyülekezőhelye volt. Mi sem természetesebb, hogy útba ejtette Asszonyszállást, illetve annak vidékét. Mielőtt a kastélyba bement volna, alapos vadirtást rendezett. Töméntenen zsákmánnyal érkezett meg egy halom és folyóvíz mellől. (Azóta ezek nevei Zádor-halom, Zádor-ér, s a sokkal később ráépített átjáró

a Zádor-hid.) Az anya és a szépnél szebb leánya örömmel és illendően fogadták a vendéget. E rövid látogatás ideje alatt a fiatalok szerelme kiteljesedett, el is jegyezték egymást. Zádor fájdalmas szívvel búcsúzza elindult kis hadával Nagyváradra. Elváláskor elmondta Ágotának, hogy hűséges embere, Kara János lesz az összekötő közöttük. Ez az ember tudta egyedül a viszonyukat. Ezt követően az édesanya, Bátor Margit ismét ágyának esett és hamarosan jobblétre szenderült. Ágota a gyász miatt levette jegygyűrűjét és pártaövet gondosan ládikájába zárta. Kisvártatva tapasztalta, hogy azok onnan eltűntek. El bizony, mert Turgony biztatására Kara azokat ellopta. Vívódott ugyan, hogy vállalja-e az áruló szerepet, de az itálnak meg Turgony arannyal teli erszényének nem tudott ellenállni. Ezután Váradra ment, s ahogyan felbújtójával megbeszélték, Ágota hűtlenségét bizonygatta Zádornak. Bizonyítékul felmutatta a pártaövet és a jegygyűrűt. Még ádázabb feladatra is volt: megmérgezni Zádort. Ezt önkezüleg nem merte megcselekedni. Bérnyilkost fogadott, majd hazament abban a reményben, hogy minden a tervük szerint fog alakulni.

Ágota gyászolta anyját. Az egyik napon éppen sírja mellett térdelt, mikor kocsi állt meg mellette, minek terhe egy koporsó volt. A gyászvitézek közölték vele, hogy abban Zádor teteme van, aki öngyilkos lett. Viszik Túrkevére. Ágota elalélt a tragikus hír hallatán. Több napba telt, míg úgy-ahogy magához tért. Ezek után Turgony már azt szorgalmazta, hogy rabolják el a lányt. Kara viszont ózdkodott a dologtól, ugyanis néhány este vagy éjjel látta Zádort a környéken ólalkodni. Bár úgy vélte, az a megölt ember lelke, mégsem mert cselekedni. Turgony ki-nevette, leitatta, újabb pénzösszeget ígért neki. Így végül beleegyezett az éjszakai lányrablási akcióba. Éjfélkor találtakoztak, maskarát húztak a fejükre és nyitni kezdték az ajtót. Ekkor kemény beszéd állította meg őket: Megállj, Turgony! Itt a határ! Zádor nyakon ragadta, erősen megrázta és a közeli tóba hajította, ahol nyomban meg is fulladt. Kara János rémületen ugrott fel Turgony árván maradt lovára és elvágtatott Turgonyfalva irányába. Nem volt szerencséje, mert a ló mocsárba futott, s a lovas és ló örökre elmerült benne. Ezt a lápos vidéket azóta is Kara-mocsárnak nevezik.

De térjünk vissza Asszonyszállásra. Másnap terjedni kezdett a hír a két árnyzkodó haláláról. Ágota Kevibe készült Zádor temetésére. Szinte végig sírt a szekéren. Ekkor mellé léptetett egy kocsit kísérő lovas, aki vigasztalta és felvilágosította a történetéről. Ez a mindenről tudó vitéz megbízatást teljesített. Tőle tudta meg a lány, hogy Váradon leleplezték a gyilkos szándékot, a mérget maga az ölni akaró Bengecseg itta meg, persze nem önszántából. A koporsóban – amit Ágota látott – nem Zádor fe-küdt, csupán föld volt benne. Kisasszony! – szólta a lovas. Nem halotti torra, nem temetésre megyünk. A lány alig tudta elhinni a hallottakat. – Királyunk meghalt, – folytatta a katona. A hadjárat elmaradt. Zádor úr visszatérhetett és vigyázhatott rád. Ekkor a szekér már a túrkevei határban járt. Szemben velük lovasok, kocsik jöttek, zászlók lobogtak, muzsikaszó, lármás kacaj hallatszott. Egy lakodalmi menet közeledett. Közülük Zádor vitéz lépett ki, s már ölelte is magához Ágotát, akit még aznap oltár elé vezetett.”

Forrás: Tóth Albert (2002): Az Alföld piramisai, Alföldkutatásért Alapítvány, Kistűjszállás (42-43.)

elzárta azt a 11 km-es rést, amelyen át a Tisza árvizei eddig kitertek a Hortobágyra, növelve ezzel a Berettyó és a Körös víztömegét. Az 1846-ban megépült töltés ezáltal mentesítette a Hortobágyot a tiszai árvizektől, a Tisza szabályozása pedig teljesen megváltoztatta az Alföld vízgazdálkodási rendszerét. Az eddigi vízfolyások kiapadtak, vízállásuk lecsökkent, vagy helyettük csatornák épültek, elsőként lecsapolási, később öntözési célzattal. A Zádor-ér így örökre kiapadt, elveszítette forrását, a Tiszát, a helyette épített csatorna nem követte a Zádor vízének irányát, elkerülte a Zádor-hídat.¹⁸ A híd így végérvényesen partra vetődött, ezért is adtam dolgozatomnak „*A partra vetett Zádor-híd*” címet. A végső csapást a hidra az mérte, hogy a Debrecenbe vezető utat tőle délre építették ki, így az átkelőn a forgalom teljesen megszűnt.

Karcag határában, a Hortobágy peremén ma méltóságát teljesen terpeszkedik a Zádor-híd, a sokaktól ismert hortobágyi kilenclyukú hidnak a testvére. Számomra vitathatatlan, hogy ez a régi műemlék több ezer titkot rejt magában. Karcag Város Örökségvédelmi Hatástanulmányát áttekintve jelenleg tíz épület, illetve ipari emlék áll a településen műemléki védelem alatt, köztük a 2392/3 hrsz.-ú, a várostól 3 km-re található Zádor-híd. Terepbejárásaim során többször meggyőződtem arról, hogy a híd állapota jelenleg kielégítőnek, elfogadhatónak mondható, egyedül azt nem értem csupán, hogy miért csak helyi, s miért nem országos jelentőségű művi értékvédelmet vívott ki magának.

Pedig igazán rászolgálna erre. Nyílásainak száma 5, a legnagyobb hidnyílás 3*3', az áthidalt össznyílás 17*3'. Eredetileg 76 méter hosszú volt, az 1830-ban elsodort pillérek miatt ma már csak 40 méter, néhai Magurányi József egri kőművesmester remekműve. Őt félköríves nyílású, a hídfőn kiszélesedő, falazott mellvédű, kőből és téglából falazott híd. Hogy híre megfakult, sőt kiesett az emlékezetből, az azért van, mert e híd már régen nem teljesíti a rábízott feladatot. Nem folyik már alatta víz, s a nagy forgalmú utak is messze elkerülik. Györffy István így ír a Nagykunsági Krónikában: „*Csak két emberöltő telt még el, mióta a mérnökök vérét veték a Sárréjének, mégis úgy megváltozott ez a vidék, mintha századok múltak volna el*”.¹⁹ A magyar néprajztudo-

18 Dr. Gáll Imre: Régi Magyar Hidak című könyvéből, Györffy István Nagykun Múzeum Adattára, Karcag, No. CSH 2170/2-1986
19 Györffy István (1955): Nagykunsági

mány legnagyobb hatású, karcagi születésű egyéniségének szavai méltán helytállóak a híd tragikus történetében, amely minden eredeti funkcióját elveszítve ma már műemlék, jelentős kultúrtörténeti érték. A hidat a környező szikes pusztával együtt 1976-ban védetté nyilvánították, és a 71,5 hektáron elterülő Zádor-híd és Környéke Természetvédelmi Terület részét képezik.

Befejezés

A néhai Zádor-eret átívelő, 1806-ban épült Zádor-híd alighanem az egyetlen az ország hídjai közül, amely alól elfogyott a víz. Szomorú mementóként áll a hajdani tiszai áradásokat idézve torzoként a pusztában.²⁰ A 207 éves híd különös és mély gondolatokat ébreszt mindenkiben, így bennem is. Csonkahíd, hiszen az egykori kilenc ívből négy odaveszett. Céltalan, hiszen száraz területet hidal át, ahol nincs szükség hídra, ugyanakkor értelmetlen is, mert a rajta átvezető földúton már nincs számottevő for-



A híd természetes vegetációjának megújulásáról Farkas Mihály szilaj pásztor birkanyája gondoskodik

galom. Minden korábbi funkcióját elveszítve, ma már közlekedési műemlékként áll a puszta közepén, pedig hajdanán a Só-út részeként az ország egyik legforgalmasabb útvonala volt.

Bár a híd oldalán egy tábla hirdeti – mellette békésen megfér a kövek repedéseibe beköltözött vadméh család – annak műemlék rendeltetését, ugyanakkor a város is nagy gondot fordít a híd megőrzésére, eredeti állapotban való fenntartására, ezt a tényt sokan sajnós figyelmen kívül hagyják. Az ide tévedt emberek mit sem törődnek ezzel, ráhajtának motorral vagy személygépkocsival a hídra, a piknikezők maguk után hagynak

Krónika, „A rétes emberek”, Szépirodalmi Könyvkiadó, Budapest (44-68)

20 Dr. Bartha Júlia: A Zádor-híd 1833. évi tervezett felújításának terv-és költségvetése, Kézirat, Györffy István Nagykun Múzeum Adattára, Karcag, No. 2838-98.

szemetet, cigarettacsikkot, műanyag palackot, konzerves- és sörös dobozokat, a legprimitívebb módon belevésik nevüket a híd falába. Az elméleti és gyakorlati műemlékvédelem időnként sajnos elkerüli egymást. Úgy vélem, hogy tizenévesként a híd környezetének megóvása érdekében tehetek a legtöbbet, s ennek megfelelően fogok eljárni a közeljövőben az illetékeseknél. A Zádor-hídhöz látogatóknak nem szabad megfélekezniük arról, hogy szülővárosom mindig is kiemelten óvta a hidat, az egyre nehezedő anyagi körülmények között is mindent elkövet annak érdekében, hogy a Zádor-híd fenntarthatósága és megújíthatósága biztosítva legyen. Gyermekkorom mítosza így életre kel: megállok a híd egyik oldalán, átnézek rajta, mögöttem a múlt, előttem a jövő, a távolban látszik egy lehetőség, csak át kell menni a hídon.

A szerző a Természetudományos múltunk felkutatása kategória első díjasa

Irodalom

- Dr. Bartha Júlia: A Zádor-híd 1833. évi tervezett felújításának terv-és költségvetése, Kézirat, Györffy István Nagykun Múzeum Adattára, Karcag, No. 2838-98.
- Dr. Bartha Júlia (2002): A Kunság népi kultúrájának keleti elemei, Studia Folkloristica et Ethnographia 44, Debrecen (35-48.)
- Dr. Bellon Tibor (1980): A Karcagi Zádor-híd, Élet és Tudomány, 1980. I. 18. (95.)
- Elek György (2008): Várostörténet ötvenkét tételben, Karcag város története 1506-1950 között, Karcag (82-91.)
- Dr. Gáll Imre: Régi Magyar Hidak című könyvéből, Györffy István Nagykun Múzeum Adattára, Karcag, No. CSH 2170/2-1986
- Dr. Gáll Imre (1970): Régi Magyar Hidak, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (187-194.)
- Györffy István (1955): Nagykunsági Krónika, „A rétes emberek”, Szépirodalmi Könyvkiadó, Budapest (44-68)
- Kimmach Ödön (1903): Helynevekhez fűződő mondák Karczag vidékén, MTA Könyvtára, Ethnographia XIV. évfolyam, Budapest, a Magyar Néprajzi Társaság Kiadása (58-60.)
- Kovács Előd (2000): A Szálgor (Zádor) névről, Kézirat, Györffy István Nagykun Múzeum Orientalisztikai gyűjteménye, Karcag, No. 80-98.
- Körmeny Lajos (2006): Az álom fonákja, Válogatott írások, Barbaricum Könyvműhely, Karcag (175-178.)
- Mándoky Kongur István (2012): Kunok és Magyarok, Török-magyar Könyvtár, Molnár Kiadó, Budapest (219-227.)
- Tóth Albert (2002): Az Alföld piramisai, Alföldkutatásért Alapítvány, Kistűszállás (42-43.)
- Pesty Frigyes (1978): Pesty Frigyes kéziratost helynévtárból, I.: Jászkunság, Katona József Megyei Könyvtár és a Verseggy Ferenc Megyei Könyvtár, Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Levéltár, Kecskemét-Szolnok (150-155.)

A Panama-csatorna



A mirafloresi zsiliprendszer



Zsilipek a Gatun-tónál



Ez a konténerszállító még éppen hogy átfér



Egy „őszvér”



A Bridge of the Americas



Csúcsforgalom a zsilipeknél, nézőközönséggel

Legújabb különszámunk!

A Kalmár-verseny feladatai (2006–2012)

Április második felében már kapható lesz a nagyobb újságáros helyeken a Természet Világa legújabb különszáma, amely a TIT Kalmár László Matematika Verseny 2006 és 2012 közötti feladatainak és megoldásainak gyűjteménye.

Kalmár László (1905–1976) világszerte ismert tudóstanárr, az MTA rendes tagja több éven át volt a TIT Matematikai Választmányának elnöke. A Kis Matematikusok Baráti Köre versenyeinek és más, tehetségeket felkutató és felkaroló rendezvények védnökeként, versenybizottságok elnökeként a matematika népszerűsítésének lelkes támogatója volt.

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

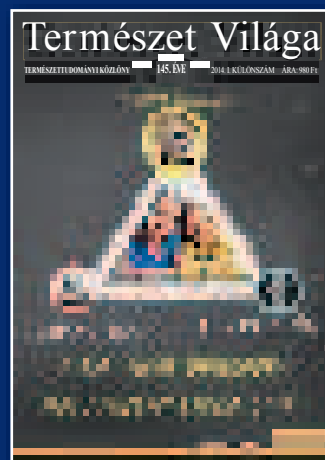
A Kalmár László Matematika Verseny megyei szintű, illetve döntős feladatsorait és a hozzájuk kapcsolódó javítási útmutatókat 1977-től 2012-ig Urbán János állította össze. Az érdekes, gondolkodtató feladatokat éveken át gyűjtötte, csiszolta, érlelte, alakította. Ebben az alkotómunkában kiváló társa, lektora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

A két kitűnő szakember a verseny tisztaságának biztosításával, a gyönyörű feladatokkal, azok változatos megoldási módszereivel, a döntős feladatok megoldásainak helyszíni, szóbeli ismertetésével olyan versenykultúrát, igényességet, színvonalat, szellemiséget alakított ki a Kalmár László Matematika Versenyen, melynek ápolása a ma matematikatanárainak értékmentő kötelessége.

Összegyűjtött feladataikkal és azok megoldásával tisztelgünk emlékükhöz.

Bízunk abban, hogy az olvasóinknak – legyenek akár milyen idősök – szép élményeket, meglepő ötleteket, hasznosítható ismereteket ad e kiadvány feladatainak tanulmányozása.”

A 160 oldalas különszám ára: 980 Ft.



Diák-cikkpályázatunk (2007–2011) könyve

Ismeretterjesztő folyóiratunknak már két évtizede szerves része egy 16 oldalas természettudományos diáklap. A folyóirat belső mellékletként megjelenő diáklap cikkei tehetséges középiskolások írják. Az ifjú szerzők a hazai és a határainkon túli magyar tanuló középiskolák, intézményekből, líceumokból kerülnek ki. A folyóirat által évről évre meghirdetett Természet-Tudomány Diákpályázaton megméretnek az ifjú szerzők munkái, felszínre kerülnek a legjobb írások.

A Természet Világa diák-cikkpályázatának megindulásától huszonhárom év telt el, s ma elmondhatjuk, ez folyóiratunk egyik sikertörténete. A kezdetektől körülbelül ötezer fiatal próbált szerencsét cikkpályázatunkon, zömében szépen kidolgozott, okos írásokkal. Ezernél több diák cikke napvilágot is látott a Természet Világában.

A Nemzeti Kulturális Alapprogramok támogatásával az elmúlt öt év díjnyertes diákcikkeiből válogatva, A tehetség ösvényei címmel egy 532 oldalas kötetet készítettünk. E könyv 3500 Ft-ért megvásárolható vagy megrendelhető Kiadónknál, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál

(1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.

Telefon: 327 8965, fax: 327 89 69, e-mail: titlap@telc.hu).

