

# Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

148. évf. 12. sz.

2017. DECEMBER

ÁRA: 780 Ft

Előfizetőknek: 670 Ft



■ MIKÉNT KETYEG A BELSŐ ÓRA?

■ TÍZ HURRIKÁN EGYHUZAMBAN

■ VESZÉLYES ÁSVÁNYOK

■ BIOLÓGIAI MODELLSZERVEZETEK

# Év Természetfotósa 2017 pályázat

## Válogatás a díjnyertes képekből



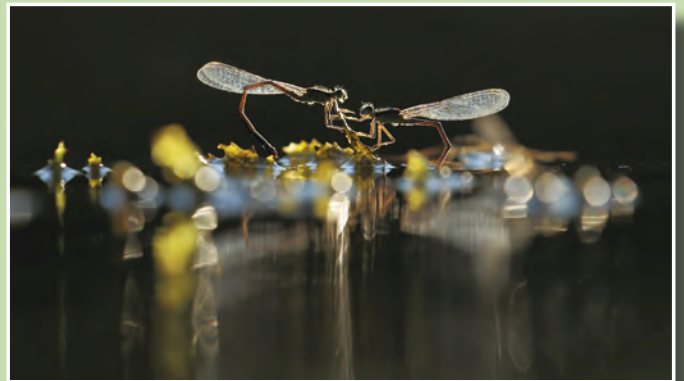
**Máté Bence: Pitypang**



**Máté Bence: Hajnalköszöntő**



**Li Gábor: A kék gyémánt**



**Hencz Judit: Boldog nyár**



**Kovács Alex: A nagy család**



**Szabó Zsolt: Rak-rak-rak...**

# Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ  
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben  
SZILY KÁLMÁN  
KIRÁLYI MAGYAR  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY  
148. ÉVFOLYAMA



2017. 12. sz. DECEMBER  
Magyar Örökség-díjas és  
Millenniumi Díjas folyóirat



Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő, a Magyar Tudományos Akadémia, a Nemzeti Tehetség Program és a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával.

A kiadvány a támogatásával készül.

Főszerkesztő: GÓZON ÁKOS

Szerkesztőség:  
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.  
Telefon: 06-1-327-8950, fax: 06-1-327-8969  
E-mail-cím: termvil@titnet.hu  
Internet: www.termeszetvilaga.hu

Felelős kiadó:  
PIRÓTH ESZTER  
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja  
a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat  
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.  
Telefon: 06-1-327-8900

Nyomás:  
PAUKER Nyomda

Felelős vezető:  
Vértes Gábor

INDEX25 807  
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:  
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat  
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.  
Telefon: 06-1-327-8950  
e-mail: titlap@telc.hu

Előfizetés, reklamáció:  
Magyar Posta Zrt.  
Telefon: 06-1-767-8262  
E-mail: hirlapelőfizetes@posta.hu  
Internet: eshop.posta.hu  
Postacím: MP Zrt., Budapest 1900.

Előfizetésben terjeszti: Magyar Posta Zrt.  
Árusításban megvásárolható a Lapker Zrt. árusítói helyein.

Előfizetési díj:  
fél évre 4200 Ft, egy évre 8040 Ft

# TARTALOM

<b>Szabad János:</b> Miként ketyeg a belső óra? Fiziológiai és orvostudományi Nobel-díj 2017.....	530
<b>Kalotás Zsolt:</b> Jubileumot ünnepeltünk.....	534
<b>Venetianer Pál:</b> Modellszervezetek a biológiában.....	538
<b>Hérics Dávid:</b> Tíz hurrikán egyhuzamban ..... „A növénynevelés az én igazi világom”.	542
<b>Kruppa József</b> agrármérnökkel beszélget <b>Kapitány Katalin</b> .....	545
<b>Szakáll Sándor:</b> Veszélyes ásványok .....	548
<b>Hollósy Ferenc:</b> 50 éve halt meg Julius Robert Oppenheimer.....	552
<b>Szabados László:</b> Galaxishalmazok faggatása. Miről árulkodik a galaxisok közötti térség vastartalma? .....	556
<b>Pátkai Zsolt:</b> 2017 nyarának időjárása .....	560
<b>HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSEGEK</b> .....	562
<b>Radnai Gyula:</b> Párhuzamos életek. Különleges születési évfordulók 2017-ben. Harmadik rész.....	565
<b>Varga Péter:</b> Legrégibbi ismertnek vélt földrengésünk: Savaria, 455 .....	568
<b>Babinszki Edit – Kőbányai Péter – Gáspár Anita:</b> Egy orosz nemes tudományos expedíciója.....	571
<i>E számunk szerzői</i> .....	573
<b>KÖNYVSZEMLE</b> .....	574
<b>Pap József Sándor:</b> Gondolatok a „Vízilónaptej”-ről ( <i>OLVASÓNAPLÓ</i> ).....	575
<b>FOLYÓIRATSZEMLE</b> .....	575

*Címképünk:* Szentől szemben (*Haarberg Orsolya felvétele*)

*Borítólaponk második oldalán:* Év Természetfotósa 2017 pályázat. Válogatás a díjnyertes képekből (*Máté Bence, Szabó Zsolt, Schäffer Ádám Dávid, Hencz Judit, Kovács Alex, Li Gábor felvételei*)

*Borítólaponk harmadik oldalán:* A Nemzetközi Fizikai Diákolimpia helyszíne, Yoogyakarta

*Mellékletünk:*

A XXVI. Természet–Tudomány Diák pályázat cikkei (*Sipos Nikolett: Főbiafrász, Mészáros Mirtill: Poláros ÖKOskodás, Hegedűs Norbert: A XXI. század fiataljainak életvitele*).

Magyar fiatalok a diákolimpiákon (*Vankó Péter: Olimpia a vulkánok tövében. A 48. Nemzetközi Fizikai Diákolimpia, Yoogyakarta; Bálint Dóra–Trócsányi András: Kihívások, eredmények, tapasztalatok. Beszámoló a 14. Nemzetközi Földrajzi Diákolimpiáról*). A TIT Kalmár László Matematikaverseny meghirdetése

## 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, RESZLER ÁKOS,  
SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI, SÓTONYI PÉTER,  
SZATHMÁRY EÖRS, SZERÉNYI GÁBOR, VIDA GÁBOR, WESZELY TIBOR

Főszerkesztő helyettes:

PÁSZTOR BALÁZS (pasztor.balazs@eletestudomany.hu; 06-1-327-8952)

Szerkesztők:

KAPITÁNY KATALIN (yka@titnet.hu; 06-1-327-8962)  
NÉMETH GÉZA (n.geza@titnet.hu; 06-1-327-8961)  
LŐRINCZ HENRIK (lorinczhenrik@telc.hu; 06-1-327-8961)  
NYERGES GYULA (nyergesgyula@telc.hu; 06-1-327-8960)

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Szerkesztőségi irodavezető:

CZUCZKA ÉVA (titlap@telc.hu; 06-1-327-8950)

SZABAD JÁNOS

# Miként ketyeg a belső óra?

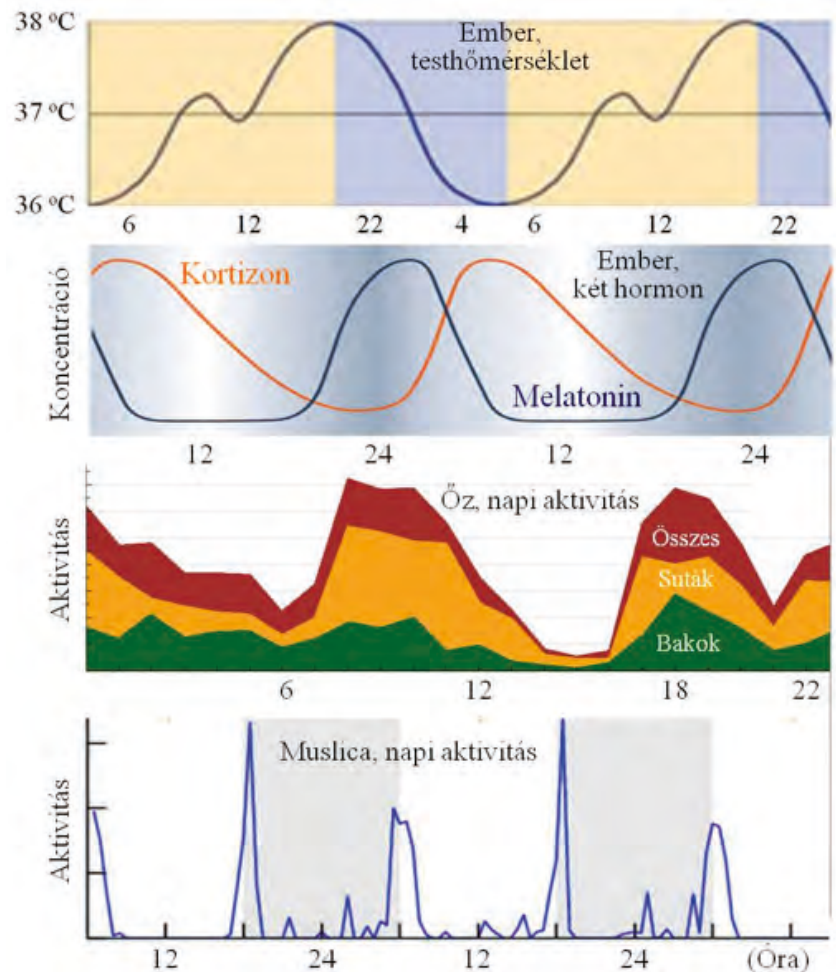
Fiziológiai és orvostudományi Nobel-díj 2017

*A világ legtermészetesebb dolga, hogy este lefekszünk, átalusszuk az éjszakát, reggel felkelünk, és napközben aktívak vagyunk. Életünk, mint minden élőlényé, szabályos napi ritmusban folyik. Kinek jutna eszébe azon morfondirozni, hogy miért álmosodunk el esténként, és mi ébreszt fel bennünket reggelente? Alighanem csak azok gondolnak az életünk ritmusát szabályozó mechanizmus fontosságára, akik ismerik az éjszakai műszakkal, vagy – nagy távolságokra utazva – a jetlaggal kapcsolatos kellemetlen érzéseket. Van talán egy belső óra, amely az élőlények napi ritmusát szabályozza? Es ha van, hogyan működik, mi az értelme? A belső óra természetének kutatása az 1970-es években kezdődött, és hozott „termést” 2017-ben: három amerikai kutató, Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash és Michael Young a napi ritmust szabályozó belső óra molekuláris természetének megismeréséért érdemelte ki a Nobel-díjat. A jelen kis összefoglaló a belső órával, és néhány „hozadékkal” ismerteti meg érdeklődő olvasóinkat.*

## A belső óra genetikai boncolása

A napi ritmus a legtöbb élőlény jellemzője (1. ábra). Lényegében alkalmazkodás a nappalok és az éjszakák, az életfeltételek napszakonkénti változásához. Az élőlények zöme napközben éli életét, éjszakánként pihen, készül a következő nappalra. Vajon mi szabályozza az élőlények napi ritmusát?

Az 1970-es években Seymour Benzer (1921–2007) és doktorandusz hallgatója, Ronald J. Konopka (1947–2015) elsőként remélte feltárni a belső óra lényegét (2. ábra). Kísérleti objektumként a muslicát – *Drosophila melanogaster* –, a genetikusok immáron 111. éves kedves modellfaját, módszerként pedig az ún. genetikai boncolást választották. (Zárójelben említjük, hogy a muslica „hasznát” mi sem bizonyítja jobban, mint az hogy, a genetikai eredetű betegségeinkkel kapcsolatos géneink 75%-a megvan a muslicában is. Csakhogy a génfunkciók muslicában sokkal könnyebben tanulmányozhatók, mint emberben.) Ismerve a muslica életének napi ritmusát (1. ábra), Benzer és Konopka feltételezte, hogy a belső óra „alkatrészei” gének. Ha valóban léteznek óragének, azokat mutációkkal el lehet rontani, lényegében tönkre lehet tenni a belső órát. A belső óra nélküli mutáns muslicáknak megszűnik a napi ritmusa, őket fel lehet ismerni, szaporítani, fenntartani. A gén mutáns változata aztán eszközként használható: belőle kiindulva megismerhető az ép gén molekuláris funkciója. Benzer és Konopka az ún. genetikai boncolás módszerével előbb véletlenszerűen sok-sok mutációt indukált, majd a muslicák közül kiválogatták azokat a mutánsokat, amelyek napi ritmusa megváltozott: eltűnt, a megszokottnál



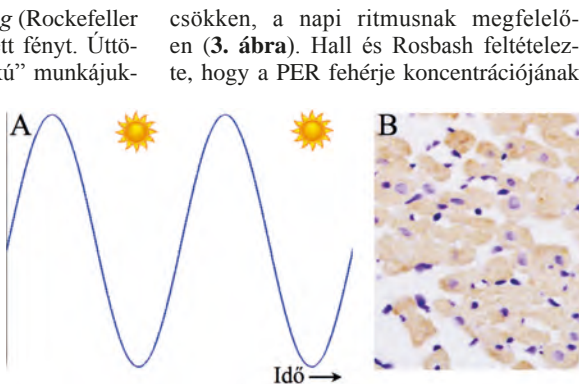
1. ábra. Az ember testhőmérsékletének, két hormon koncentrációjának, valamint az özek és a muslicák napi aktivitásának változása a napszakok folyamán. A kortizon a mellékvesekeg egyik szteroid hormonja. Munkavégzésre mozgósítja a szervezet energiaforrásait. A melatonin a tobozmirigy hormonja, a napi ritmus szabályozója

hosszabb, vagy rövidebb lett. A mutációkat genetikailag térképezték: megállapították, hogy melyik kromoszóma mely pontjában levő géneket azonosítanak. Ezután lehetett megállapítani a mutációkkal azonosított ép gének molekuláris funkcióit. Nos, Benzer és Konopka munkája során vált világgossá, hogy a napi ritmust szabályozó belső óra egyik alapvető fontosságú génje a *period* gén.

A *period* gén molekuláris funkciójára Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash (Brandeis Egyetem, Boston), valamint Michael Young (Rockefeller Egyetem, New York) derített fényt. Úttörő, és szerteágazó „hozzadéku” munkájukkal érdemelték ki 2017-ben a fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat „annak a molekuláris mechanizmusnak a felfedezéséért, amely a napi ritmust irányítja”. Hall és Rosbash mutatta meg, hogy a *period* gén terméke, a PER fehérje éjszaka felhalmozódik a sejtmagvakban, hogy aztán napközben degradálódjon. A PER fehérje koncentrációja nagyjából 24-órás ciklusokban emelkedik és



2. ábra. A muslica *period* génjének felfedezői: Ronald J. Konopka és Seymour Benzer



3. ábra. A PER fehérje két jellemzője. (A) Koncentrációja nagyjából 24 órás ciklusokban váltakozik a napok folyamán és (B) a sejtmagvakban halmozódik fel, például a szívizomsejtekben

csökken, a napi ritmusnak megfelelően (3. ábra). Hall és Rosbash feltételezte, hogy a PER fehérje koncentrációjának

ciklikus változása úgy alakul ki, hogy a PER fehérje gátolja a *period* gén aktivitását. Kérdéses volt, hogy hogyan jutnak be a PER molekulák a citoplazmából a sejtmagba, hogy ott ellássák funkciójukat. A kérdést Michael Young válaszolta meg 1994-ben: a PER fehérjemolekulák a *timeless* gén termékével, a TIM fehérjével kapcsolódnak, és együtt lépnek a sejtmagvakba, ahol aztán gátolják a *period* gén kifejeződését (4. ábra).

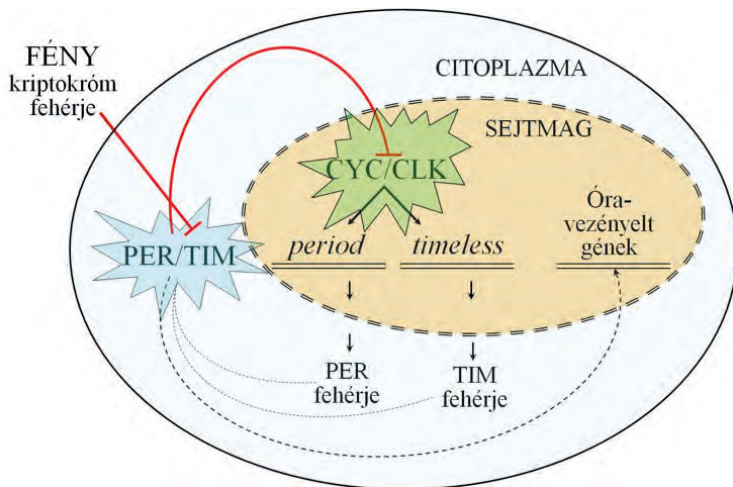
### A belső óra molekulái

Időközben a belső óra további szereplői is ismertté váltak. A belső óra meglehetősen „egyszerű” szerkezet. „Rugója” a PER/TIM fehérjekomplex, amely gátolja a CYC/CLK fehérjekomplex funkcióját. (A CYC fehérje képződését a *cycle*, a CLK-ét a *clock* óragének kódolják.) Az aktív CYC/CLK komplex aktiválja a *period* és a *timeless* géneket.

Ha e két gén aktivitása gátolt, a PER/TIM komplexből csak kevés képződik. Amint pedig csökken a CYC/CLK-ra kifejtett gátló hatás, bekapcsolhatják a *period* és a *timeless* géneket, következésképpen növekszik a PER/TIM komplexek koncentrációja, és így tovább. A PER/TIM koncentráció 24-órás ciklusban változik. A PER/TIM páros szabályozza a mintegy 4–500 ún. óravezényelt gén működését is, amelyek aztán megvalósítják az életfolyamatok napi ritmikus váltakozását.

A belső órát a fény állítja be (4. ábra). A fényt a kriptokróm fehérje nyeli el. A kék fényvel aktivált kriptokróm fehérje hatására lebomlanak a TIM molekulák, miáltal csökken a PER/TIM komplexek koncentrációja, gátló hatásuk a CYC/CLK komplexekre, amelyek aztán aktiválhatják a *period* és a *timeless* géneket, és így tovább. Végeredményben a fény szabályozott belső óra szinkronizálja a muslica életfolyamatait a fény/sötét viszony naponkénti változásához. (A folyamatos sötétben tartott muslicák napi ritmusa kicsivel hosszabb, mint 24 óra.)

4. ábra. A belső óra szereplői. Az ún. óragének (*period*, *timeless*, *cycle* és *clock*) termékei (a PER, a TIM, a CYC és a CLK fehérjék) biztosítják a belső óra kb. 24-órás periodicitását. A belső óra fényvel – a kriptokróm fehérje révén – beállítható. Az életfolyamatok napi ritmusát a PER/TIM-komplex az óravezényelt gének révén szabályozza



### Az univerzális belső óra

Miután fény derült a muslica óragénjeire és szerepükre, sokakban fogalmazódott meg a kérdés: vajon vannak-e az ember és más fajok génjei között a *period*-nak és társaiknak megfelelőek, és ha igen, mi a szerepük? A vizsgálatok megmutatták, hogy a belső óra alapvető mechanizmusa

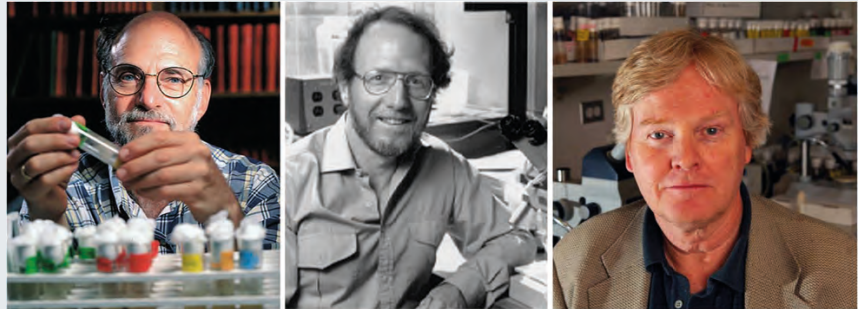
## A Nobel-díjasok

**Michael Rosbash** 1944-ben született Kansas Cityben. Szülei a náci Németországból menekültek az Amerikai Egyesült Államokba. Tízéves volt, amikor Bostonba költöztek. (Azóta a bostoni Red Sox amerikai futballcsapat lelkes szurkolója.) Matematika iránti érdeklődése vitte Pasadena városába a Kaliforniai Műszaki Egyetemre, ahol figyelme a biológia, a kémia felé fordult. Az egyetem befejezése (1965) után egy évet Párizsban töltött, ahol fizikai kémiával foglalkozott. Innen Bostonba vitte útja, ahol a Massachusetts-i Műszaki Egyetemen érdemelte ki a PhD-fokozatot biofizikából, az RNS-szintézis területén végzett kutatásaival 1970-ben. Boston után három posztdoktori év következett Edinburgban, ahol a genetika tudományában mélyült el. 1974-ben vált a Brandeis Egyetem (Waltham/Boston) tanárává, kutatójává. Azóta is ott él, dolgozik. Felesége, Nadja Abovich Rosbash egyik volt doktoranduszhallgatója. Két felnőtt lányuk van. A molekuláris szintű kutatások 1982-ben kezdődtek Rosbash műhelyében. A *period* gént 1984-ben klónozták. A *clock* és a *cycle* géneket, valamint a kriptokróm fotoreceptort 1998-ban ismerték meg. És persze kutakodtak a muslica óragénjeinek emlősökben fellelhető megfelelői és funkciók iránt is. Iskolateremtő munkájuk során sok-sok fiatal kutató ismerkedett meg a tudomány varázslatosan szép világával.

**Jeffrey C. Hall** 1945-ben született Brooklynban, New York egyik városrészében. Washingtonban nevelkedett. Édesapja, aki nagy hatással volt fiára, újságíró volt. Jeff, ahogy barátai nevezik, orvosnak készült az Amherst Egyetemen (Massachusetts), ám érdeklődését a *Drosophila*-genetika kötötte le. Miután megkapta diplomáját (1963), Seattle-ba ment, ahol Larry Sandler világhírű laboratóriumában doktoranduszhallgatóként muslicagenetikával foglalkozott. Seattle-ból Pasadenába, a Kaliforniai Műszaki Egyetemre vezetett útja (1967). Pasadenában Seymour Benzer laboratóriumában posztdokorként dolgozott. Ott, ahol Konopka és Benzer a *period* gént azonosította. A Benzer laboratóriumban Hall nőstény/hím mozaik muslicákkal boncolta a nőstények nemi viselkedését: szedte a viselkedést elemeire, és állapította meg a különféle viselkedéselemek idegi szabályozását. (Zárójelben jegyezzük meg, hogy Hotta és Benzer közölte 1976-ban, hogy a hím muslicák viselkedéselei lineáris sorrendben követik egymást.)

Hall 1974-ben, hat hónappal Rosbash előtt érkezett a Brandeis Egyetemre (Waltham/Boston), vált az egyetem egyik tanárává. Itt a muslicahímek „trubadúr” énekét tanulmányozta. A *period* mutánsok megváltozott éneklése fordította figyelmét a belső óra felé. Közös munkálkodásuk Michael

és Benzer kutatásairól, és került a biológiai óra ismét érdeklődése középpontjába. A PhD megszerzése (1975) után a Stanford Egyetemen volt posztdoktor Dave Hogness műhelyében, Palo Altóban (Kalifornia). Hogness laboratóriuma akkoriban a rekombináns DNS-technológia egyik



A fiziológiai és orvostudományi Nobel-díj 2017. évi kitüntetettje három amerikai kutató: Michael Rosbash (1944), Jeffrey C. Hall (1945) és Michael Young (1949)

Rosbashal és Michael Younggal vezetett a belső óra és a napi ritmus molekuláris alapjainak megismeréséhez. Hall, miután 2004-ben emeritus professzor lett, Main Állam Egyetemén tanított neurogenetikát 2012-ig. Azóta Main államban – ahogy mondani szokta – a semmi közepén él egy tanyán, és hobbijának él: Harley Davidson motorjával járja a környéket, és látogatja az amerikai polgárháború (1861–1865) emlékhelyeit. A Brandeis egyetemen tanárként ismerkedett meg a Gettysburg (Pennsylvania) melletti csatamezővel, ahol a polgárháború legvéresebb csatáját vívták (1968. július 1–3.), amely csata a polgárháború fordulópontja volt. Hall legendás érdeklődését a polgárháború iránt alighanem a „The Stand of the U.S. Army at Gettysburg” című könyve (2003) mutatja. És az is, ahogy az érdeklődő molekuláris biológusoknak bemutatja a csatamezőt.

**Michael W. Young** 1949-ben született Miamiában, Floridában, és élte itt gyermekkorát egy állatkert szomszédságában. Édesapja kereskedő, édesanyja titkárnő volt. Bátorították fiuk természet iránti érdeklődését. Középkorába Dallasban (Texas) járt. Nagy hatással volt rá Darwin egyik könyve, amelyben az élővilág rejtélyei közül a biológiai óra nyugozta le, amiről akkoriban semmit sem tudtak. A biológus diploma kiérdemlése (1971) után Burke Judd laboratóriumában volt doktoranduszhallgató Austinban (Texas). A *Drosophila*-genom szerveződését kutatta. A Judd laboratóriumában hallott Konopka

legjobb műhelye volt. Young 1978-ban lett a Rockefeller Egyetem (New York) tanára. Feleségével, Laurel Eckhardtal, aki szintén egyetemi tanár és kutató, doktoranduszhallgatóként ismerkedett meg Texasban. Két lányuk van. Young az 1980-as évek elején kezdett a *period* gén molekuláris klónozásába a Rockefeller Egyetemen. Itt ismerték meg munkatársaival a *period* mutáns allélok természetét. Egymás után fedezték fel a *timeless*, a *clock* és a *cycle* óragéneket, értették meg molekuláris funkciójukat a belső óra működésében, a napi ritmus kialakításában. Megállapították, hogy a muslica mintegy 14 000 génje közül 4–500 funkcióját szabályozza a belső óra. Napjainkban azt kutatják – széleskörű kutatási együttműködés keretében –, hogy mi a belső óra szerepe az emberek életében: miként szabályozott a molekulák szintjén az alvás és az ébrenlét, a különféle élettani folyamatok ciklikus váltakozása, a napi ritmus. Különös figyelmet fordítanak azokra a tenyésztett sejtekre, amelyeket alvási rendellenességekben, vagy depressziós betegségekben szenvedő embertársainkból készítettek.

Három rövid életrajz, néhány közös jellemzővel: tehetség, motiváció, fáradhatatlan munka, különféle kutatóiskolákban gyűjtött tapasztalat, nyitottság mások gondolatai iránt, kutatási feltételek megteremtése, legjobb kiválasztása egyetemi állásokba, kutatási eredmények közlése, és persze olyan közeg, amely értékeli a kutatások eredményeit.

azonos az állatvilágban. Természetesen vannak kisebb-nagyobb módosulások. (Például az embernek három, a muslica *period* génjének megfelelője van.) Lényegében az evolúció „talált” egy olyan megoldást, amely lehetővé teszi az alkalmazkodást a naponta változó környezeti feltételekhez, és azt kisebb-nagyobb módosításokkal megőrizte. (Zárójelben jegyezzük meg, hogy a muslica és az ember közös ősei nagyjából 600 millió évvel ezelőtt éltek.)

A belső óra minden sejtben működik. (A tenyésztett sejtek ciklusainak hossza nagyjából egy nap.) Az egysejtű, és az átlátszó élőlények sejtjeiben a belső óra fényrel könnyen beállítható. Az átlátszóan soksejtű élőlények az ún. mesteróra megoldást találták arra, hogy életműködésüket a változó fényviszonyokhoz igazítsák (5. ábra).

A mi mesteróránk az idegsejtek azon csoportjában ketyeg, amelyek az ún. szuprakiazmatikus magot alkotják. Hozzájuk a retina ganglionsejtjeiből érkezik az ingerület, amely akkor képződik, amikor a melanopszin-molekulák fényt nyelnek el. (A melanopszin a kék fényre a legérzékenyebb.) Érdekes, hogy sok fajban – mint például a hidasgyíkban – van egy harmadik (vagy fejtetői) szem, amely fényt érzékel, és szabályozza a mesterórát. A mesteróra pedig a tobozmirigyben képződő melatonin hormon kiválasztását irányítja a hidasgyíkban és bennünk is. A melatonin a triptofán aminosav egyik származéka. Koncentrációja éjjel magas, nappal alacsony. A tobozmirigy a melatonin révén befolyásolja a sejtek belső, periférikusnak is nevezett óráinak aktivitását. A hipotalamusz – amely az agyalapi- és a tobozmirigyvel egy nagy szabályozó egységet alkot – az ideg- és az endokrin rendszer működését integrálja, és alapvető szerepet játszik a szervezetek belső környezetének fenntartásában, a külső életfeltételekhez történő igazításában. Szabályozza a testhőmérsékletet, a táplálék- és vízfelvételt, a szexuális viselkedést, és az érzelmi életet is.

### Belső óra jelentősége

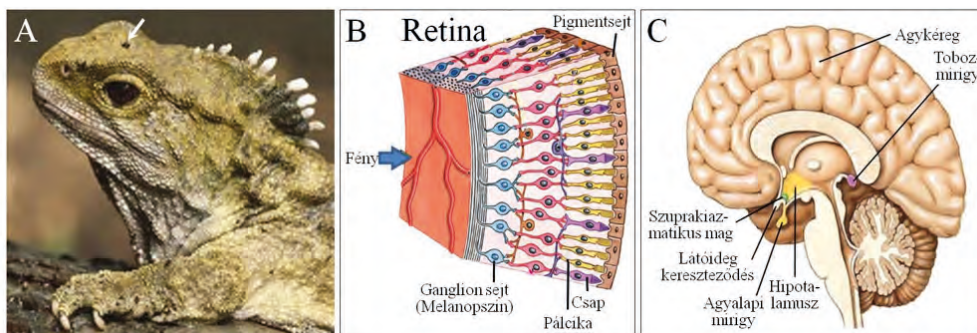
A leírtak alapján világos, hogy a sejtjeinknek van belső (periférikus) órájuk, amelyek a napi ritmust szabályozzák. (A folyamatosan sötétben élő, vagy a világta-

lan embertársaink napi ritmusának hossza 24,5 óra.) A mesteróra – a tobozmirigy és a melatonin révén – illeszti a periférikus órák működését, lényegében napi ritmusunkat a nappalok és az éjszakák váltakozásához. A belső óra és a napi ritmus összhangjának fontosságát szépen bizonyítja, hogy az évszakokénti óraeltolást mily’ nagyon megsínylik például a fejősteheknél: sokuk elapaszt, vagy a megszokottnál kevesebb tejet ad, ha az óraátállításkor össze egy órával később, tavasszal pedig egy órával hamarabb fejik őket. Sokunk közérzete napokig kellemetlen az óraátállítások idején, és bizony megkérdőjelezzük annak értelmét. A gyors időzónaváltással, vagy váltakozó éjszakai és nappali műszakban dolgozással járó kellemetlen érzések oka az, hogy nincs összhangban a melatonin, valamint a nappal/éjszaka ciklus. A kellemetlenségen melatonin-tabletták szedésével könnyen segíthetünk. A hosszú téli éjszakákkal járó depresszió hatékonyan segít a fényterápia: reggelente kék fényben gazdag fényforrás előtt készülődve stimulálhatjuk a mesteróránkat,

az öröklődő FASPS (Familial Advanced Sleep Phase Syndrome) alvási rendellenességet okozzák. A FASPS szindrómás embertársaink bár naponta körülbelül nyolc órát alszanak, ám a tyúkokkal fekszenek és kelnek: este 6–7 körül térnek nyugovóra, és másnap hajnalban 3–4-kor már talpon vannak. Az egerek *clock* óragénjének mutációi falánksághoz, elhízáshoz, rendellenes cukoranyagcserehez és cukorbetegséghez vezetnek. A megállapítás, úgy hírlík, az emberre is érvényes.

Bár sok mindent megtudtunk a belső óra és a napi ritmus rejtelmeiről, bőven vannak olyan jelenségek, amelyek módfelett érdekesek, és megismerésre várnak. Mi szabályozza a vakondok, vagy az örök sötétségben élő csupasz és vak földikutyák belső óráját, napi ritmusát? Miként szabályozott az éjjel aktív, nappal alvó élőlények „fordított” napi ritmusa? És a téli álmot alvóké?

Különös, hogy az olyan sarkvidéki élőlényeknek, mint a hófajd és a rénszarvas, az évnek abban a szakaszában van napi ritmusa, amelyben a Nap kel és




5. ábra. A mesteróra. (A) A hidasgyík harmadik szeme (↙) fényt érzékel, és szabályozza a mesterórát. (B) A magasabb rendű állatokban és az emberben a retina ganglionsejtjeiben levő melanopszin-molekulák által elnyelt fény szabályozza a mesterórát, amely a szuprakiazmatikus mag idegsejtjeiben ketyeg. (C) A mesteróra a tobozmirigyben képződő melatonin hormon révén szabályozza a sejtek belső óráját, az élőlények napi ritmusát

igazíthatjuk napi ritmusunkat. Természetes, hogy idővel a mesteróra „alkatrészei” is elnyúnek, odatesznek. Sok szakember azt gondolja, hogy a napközben és éjjel is kelő-fekvő idős embertársaink különös viselkedése az „elromlott” órával és/vagy tobozmirigyvel kapcsolatos. Rajtuk talán melatoninnal lehetne segíteni. Van jele annak is, hogy a kóros elhízás sok emberben az összeviessza napi ritmus következménye. Vannak, akik feltételezik, hogy a modern életvitellel járó felbomlott napi ritmus (elsősorban a kevés alvás) olyan betegségek kialakulásában játszik szerepet, mint a magas vérnyomás és a rákos megbetegedések.

A napi ritmus élettani eredetű meghibásodási mellett vannak genetikaiak is. Az ember *period* génjének mutációi

nyugszik. Ám nyaranta, az állandó napsütésben, és telente, a folyamatos sötétségben megszűnik napi ritmusuk. Vajon miként kapcsolják ki belső órájukat? Vajon működnek a periférikus óráik?

Nos, a muslica *period* génjének megismerése nyomán nemcsak megértettük az élőlények ritmusának alapjait, hanem az új ismeretek birtokában megoldást találtunk a ritmussal kapcsolatos problémák megoldására. A belső óra egyébként ismert szerepéről, amit például a galambok hazatalálásában, a madarak vagy a lepkék vándorlásában töltenek be, itt nem szóltunk. A téma iránt érdeklődő olvasóinknak a Természet Világában 2015-ben megjelent „Belső óra, napi ritmus” (146. évf. II. különszám, 72–77. oldal) című írást ajánljuk figyelmükbe. 

KALOTÁS ZSOLT

# Jubileumot ünnepeltünk

Rohanó világunkban egyre kevesebb időnk marad arra, hogy ápoljuk a hagyományokat. A kerek évfordulók azonban lehetőséget adnak, hogy visszatekintsünk a megtett útra és értékeljük az eredményeket. Most a természetfotózásban érkeztünk mérőföldkőhöz, hiszen Magyarország legnagyobb természetfotós pályázatát, az Év Természetfotósát 2017-ben éppen 25. alkalommal rendezték meg. A sors úgy hozta, hogy a pályázat születésétől részese lehettem a szervezésnek, sőt még pályázóként is volt szerencsém részt venni a versenyben, így számtalan kötelék és emlék fűz hozzá, hiszen minden egyes pillanatát átélhettem.

Az Év Természetfotósa pályázat életre hívásának a gondolata a véletlennek köszönhető. 1993-ban ünnepeltük a Herman Ottó által alapított Magyar Madártani Intézet fennállásának centenáriumát (sajnos az Intézetet azóta elsodorta az élet vihára), és az évfordulóra a visszatekintő tudományos emlékülés mellé egy látványos szatellitrendezvényt is terveztünk *Csodálatos madárvilág – az Év természetfotósa* címmel.

A Környezetvédelmi Minisztérium és a DUNAPACK Zrt. támogatásával meghirdetett pályázaton akkor még csak 5 kategóriában volt lehetőségük versenyezni képeikkel a fotósoknak, mégis 1222 pályamunka érkezett a szervező Magyar Természetfotósok Szövetségéhez. A madártani szakemberekből és elismert természetfotósokból álló zsűri 183 képet tartott érdemesnek bemutatásra. A kiállítást Budán, a Magyar Kultúra Alapítvány székházának emeleti nagytermében rendeztük, és annak ellenére, hogy az installáció mai szemmel nézve nagyon egyszerű volt, a bemutató a természetfotóknak köszönhetően mégis nagy sikert aratott.

Nem lehetett nem észrevenni, igény van arra, hogy a természetet a fotók segítségével is közelebb hozzuk az emberekhez. Azt sem lehetett figyelmen kívül hagyni, hogy kezd felőni egy új természetfotós generáció, amely egyre magasabb színvonalon képes alkotni. Mindezek alapján úgy gondoltuk, hogy ez után is megrendezzük a természetfotós seregszemlét. Helyesen döntöttünk, és az idő is minket igazolt! Az igényeknek megfelelően, és a nagy nemzetközi pályázatokhoz alkalmazkodva, emeltük a kategóriák számát, hogy a pályázók minél több természeti témában küldhessenek képeket. Az ezredfordulót megelőző két évben már 12 kategóriában versenyezhetek ter-

mészetfotósaink, és a fiatalok fejlődésének elősegítése érdekében létrehoztuk az Év Ifjú Természetfotósa-díjat is.

Az évek során a pályázók és a pályázatra beadott képek száma folyamatosan növekedett. Volt olyan év, hogy több mint 340 természetfotós küldött képeket, és a beadott pályamunkák száma jóval meghaladta a 3600-at. Ez már olyan mennyiségű fotó volt, hogy korlátoznunk kellett az egy pályázótól beadható képek számát, hogy valóban csak a

eredményeket. A megmérettetést életre hívó és folyamatosan szervező naturArt-nak meghatározó szerepe volt abban, hogy Magyarország felkerült a természetfotózás világtérképére.

Bár az utóbbi években a támogatások elmaradása nehéz helyzetbe hozta a Magyar Természetfotósok Szövetségét, a Lenegy Magyarország Kft. szponzorálásával végül is 2017-ben is sikerült kiírni a pályázatot. Nagy segítséget jelentett, hogy világhírű nemzet-



Vízparti naplemente (Máté Bence felvétele)

legszínvonalasabb alkotások kerülhessenek a zsűri elé. A pályázatok eredményeiről kezdetben csak katalógusokat adtunk ki, majd az érdeklődést látva, 2002-ben már könyvben is megjelentettük a kiállítás anyagát. A kiadvány sikere nyomán 2003-tól az Alexandra Kiadó vállalta az év legszebbnek ítélt természetfotóinak albumba foglalását, és ez napjainkig is így van. A pályázatok legjobb képeit tartalmazó kötetek két alkalommal is elnyerték a Szép Magyar Könyv-díjat.

Nem tagadható, hogy az Év Természetfotósa pályázatnak óriási szerepe volt abban, hogy segítségével tehetséges természetfotósok tucatjai kaphattak nyilvános megmérettetési lehetőséget. Többek között ennek tulajdonítható, hogy hazánkban az elmúlt 25 évben felnőtt egy olyan tehetséges nemzet, ami a világ élvonalába emelte a magyar természetfotózást. A pályázat nélkül nem érthettünk volna el ilyen kiváló nemzetközi

közi fotótechnikai cégek (Canon, Olympus, Leitz) is mellénk álltak.

Az Év Természetfotósa 2017 pályázatra 170 pályázó 2953 pályaművet küldött be. A hatalmas képanyagot a korábbi évek gyakorlatának megfelelően természetfotósokból és fotóművészekből álló zsűri bírálta. A zsűri tagjai a következők voltak: *Bánkuti András* Pulitzer-díjas fotóművész, a Digitális Fotó Magazin főszerkesztője, *Heltai Csaba*, a National Geographic magazin művészeti vezetője, *Kalotás Zsolt* természetfotós, az Év Természetfotósa 2001-ben (a zsűri elnöke), *Kármán Balázs* fotóművész, az Év Természetfotósa 1993-ban, 1994-ben, 1996-ban és 2000-ben, *Perényi János* természetfotós, a Nimród Fotóklub elnöke, *Selmecei Dániel* búvárfotós, fotóművész, az Év Természetfotósa 2014-ben és 2016-ban, valamint *Vadász Sándor* fotográfus, természetfotós, az Év Természetfotósa 1998-ban.





Inasok (Máté Bence felvétele)

A zsűrizés az utóbbi években megszokott módon történt. Először internetes szavazással kiválasztották a kiállításra esélyes mintegy 1000 képet, majd az interneten és a Facebookon követhető módon, nyilvánosan előbb 400, majd a 200 képre szűkítették a legjobb fotók mezőnyét. A kiállított anyag kiválasztása és a díjak odaítélése azonban már a nagyközönség kizárásával, titkosan zajlott, hogy a kiállítás megnyitóján bejelentett eredmények mindenki számára meglepetésként hassanak. A zsűri végül 56 szerző képét választotta ki a Magyar Természetudományi Múzeum kupolatermében 2017. november 7-én megnyílt kiállításra, ahol a werkfotókkal együtt 120 képet láthatott a népes érdeklődő közönség.

Nem túlzás azt állítani, hogy a 25. Év Természetfotósa pályázat méltó módon köszöntötte a jubileumot. Talán az idei pályázati anyag volt eddig a legszínvonalasabb. A kiállításon bemutatott képek között több olyan fotóval is találkozhattunk, amelyek az idei nagy nemzetközi pályázatokon a kiválasztottak közé kerültek. *Máté Bence, Potyó Imre, Daróczy Csaba, Haarberg Orsolya, Lang Nándor, Tökölyi Csaba és Szabó Ilona* képei idén már sikerrel szerepeltek többek között a BBC Wildlife Photographer of the Year 2017 világpályázaton, a GDT European Nature Photographer of the Year 2017, a Golden Turtle 2017 Wildlife Art & Photography, az Asferico 2017, az Oasis 2017, a Bio Photo Contest 2017, az Emotion'Alies 2017, a TransNatura International Nature Photo, valamint a Milvus 2017 nemzetközi természetfotó pályázatokon.

Az idén az Év Természetfotósa kitüntető címet immár hatodik alkalommal az a *Máté Bence* nyerte el, aki 2000-ben ezen a pályázaton az Év Ifjú Természetfotósa cím elnyerésével érte el első nagy sikerét. Azóta 17 év telt el, és ma *Máté Bence* a nemzetközi természetfotó-pályázatokon elért eredményeiből számított pontszámítás alapján a világ első számú természetfotósává vált! Ezeknek

az eredményeknek az alapján *Bence* ma a 9. legismertebb Magyarországon élő magyar a világon! Elnyert címeinek se szeri, se száma, de ennek ellenére sem ül meg a bábérjain, hanem újabb és újabb természetfotós projekteket tervez és valósít meg. Ezen a pályázaton saját pusztaszeri birodalmában és a Dél-afrikai Köztársaságban készített képeiből láthattunk gyönyörű kollekciót. Ritka dolog, hogy egy pályázónak 19 fotója kerüljön falra, de *Bencének* most ez is sikerült, és az összetett fődíj mellé még 13 kategória- és különdíjat is begyűjtött! Bár korábban főleg a madárvilág ritkán megfigyelhető intim pillanatainak dokumentálásában és a madarak túlélésért folyó harcának megörökítésében jeleskedett, az utóbbi években figyelmé és energiájának nagy része egyre inkább a vadon élő állatfajok rejtelmes éjszakai tevékenységének képi rögzítésére irányul. Ezeknek a képeknek az elkészítése nemcsak komoly szellemi innovációt és különleges fotótechnikai fejlesztéseket, hanem rengeteg időt is igényel. Nem titok, hogy egy-egy általa megtervezett, elképzelt szituáció képbe foglalása, megörökítése akár több száz lesben eltöltött órá, több tízezer expozíciót is jelent. Ennek ellenértékeként olyan szokatlan és bizarr nézőpontokból mutathatja be az állatok tevékenységét, amelyeket még soha nem láthattunk. Emlékeznünk még a halszemlen-

csével fényképezett nagy sikerű pelikán- és flamingófotóira, amely szituációt most megismélt a halzsákmányért küzdő nagy kárakatonákkal is.

Ismert, hogy *Bence* mesterien használja az ellenfényeket szerkezeti elemként. Jó példa erre a vízcseppfüggönyben felszálló kormoránt bemutató képe, a vörösés kontúrral megrajzolt oroslánja, de ide sorolom még a lenyugvó nap fényében a poros afrikai szavannán játszó afrikai vadkutyakölyköket bemutató sziluetttjét is. És most egy teljesen új dolgot is láttunk tőle, olyat, ami eddig nem volt igazán jellemző rá, hiszen eddig a természetben folyó drámai küzdelmek megörökítésére koncentrált. Az egyik képén a játékos humor is megjelent. A pity-pang röptőkészülékes magjának elszállását figyelő ürgék fotója már-már a cukiság kategóriát idézi. És azt sem vártuk tőle, hogy a tőle meglehetősen idegen növénykategorióban is megmutatja, itt is lehet másképp! Az első díjas fotóján a kép bal oldalán szerénykedő egyszerű virág bizony nem főelem a képen. Sokkal inkább az a háttérben levő, életlenül megjelenő gyurgyalag előtt borotvaesre exponált apró repülő cincér, amely épp a virág felé tart! Az ilyen képekre szokták azt mondani, hogy „Na, ez a megismételhetetlen!” És valóban! Ezek az esetek, amikor nem a fotós tudása dönt, hanem a kitarás és a szerencse együttesen hozza létre a meg sem álmolható képet!

Az *Év Természetfotója Potyó Imre: Téli szárnyak* című képe lett. Ez a fotó egészen



Dávid és Góliát (Máté Bence felvétele)

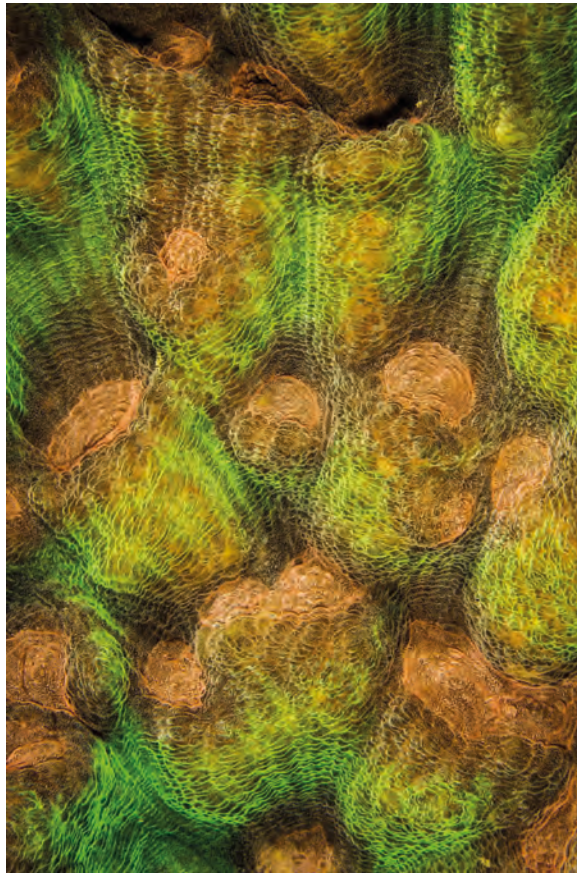
újyszerű látásmódot tükröz. Bravúros módon egyetlen képbe sűrítve látatja a hideg decemberi éjszakában csapongó, párt kereső

aprócska termetű nagy téliaraszolót, miközben a csillagoktól ragyogó éjszakai égbolttal érzékeltetni tudja a kozmosz határtalanságát. Ha szigorúan fogalmaznánk, úgy jellemezném: hibátlan kép! Olyan fotó, amelynek megérzésem szerint még nagyon sok követője, sőt utánzója lesz, de megjósolhatom, egyik sem lesz képes ilyen tökéletesen visszaadni azt az érzést, ami a képet nézve átjár bennünket, hogy milyen apró pontnak számítunk a világmindenség végtelenjében. Külön ki kell emelnem, hogy Imre ezt a képet nagyon egyszerű, szinte amatőr fotográfiai eszközök segítségével készítette, ami újfent bizonyítja, hogy nem a technika, hanem a mögötte álló ember képes kiemelkedő alkotásokra.

A pályázat képzeletbeli második helyén *Daróczy Csaba* végzett, akinek 13 fotója szerepel a kiállított képek között, ebből 2 első, 3 második és 1 harmadik díjat kapott, de ezek mellett egy különdíjat is sikerült begyűjtenie. Csaba több mint két évtizede állandó és sikeres szereplője az Év Természetfotósa pályázatoknak. Kétszer a fődíjat is sikerült már elnyernie. Talán ő a legsokoldalúbb magyar természetfotós, hiszen a víz alatti fotózást kivéve (amit egyelőre nem művel) minden kategóriában képes kiemelkedőt alkotni. Két éve felhagyott a hagyományos légi fotózással – amelynek egyébként sok sikeres képet köszönhet –, vásárolt egy drónt, és azóta ennek segítségével elképesztő légi felvételeket készít a lakóhelye közelében található változatos kiskunsági területekről és azok állatvilágáról. A pályázaton négy, drónnal készített képét is díjazta a zsűri. Ezek a fotók amellest, hogy mesteri kompozíciók, soha nem látott mozgalmas jeleneteket tárnak elénk a szikések formagazdagságáról, madárvilágáról. Ilyen látványt, ilyen történéseket mi, földi halandók a talajszintről sohasem láthatunk. Ha a légi fotókat külön díjaznánk, Csaba képei egészen biztosan az összetett verseny első helyén végeznének. Hogy ez nem csak feltételezés, azt tények bizonyítják, ugyanis ezek a fotók a nagy nemzetközi pályázatokról is rendre díjakat hoznak a szerzőnek.

Bár elmondása szerint *Haarberg Orsolya* nem készült külön erre a pályázatra, de a férjével, Erlend Haarberggel közösen fényképezett, és októberben négy nyelven megjelent „*Laponia – Majestic stillness*” című csodálatosan szép természetfotó-albumuk anyagából válogatott fotói így is nagy elismerést váltottak ki a zsűriből.

A kategóriák első díjain 9 pályázó osztott. Közülük négy szerző képét emelném ki. *Nagy Gergő Gábor* vadkamerával készített fotója talán a legvarázslatosabb kép, amit a Kárpátok nagyragadozójáról, a hiúzról készítettek. Nincs benne lélegzetelállító akció, csak nyugalom és csend, mégis érezni az érintetlen vadon lehelését. Legszívesebben órákig állnék a kép előtt és gyö-



Hát ez meg mi? (Pohl András felvétele)



Hótiszta látomás (Lang Nándor felvétele)

nyörködnék a Természet mindenhatóságában. *Kaszás Norbert*nek a *Trió* című műve letisztult látomás. A szinte sterilen fehér háttérből tökéletes kompozícióban fűszálon ülő boglárkalepkék csodás látványa színes ce-

ruzarajzra emlékeztet. *Diós Kristófnak* a „Kompozíció, forma és kísérletezés” kategóriában első helyen végzett fotója viszont nem látomás, hanem valódi álomkép. A kép sejtelmessége, kuszáinak tűnő, de ennek ellenére szigorú rendben levő kompozíciója, a szürkék árnyalataiból összeállt fekete-fehér fotó egészen varázslatos hatású. Ez a kép is azok közé sorolandó, amit nagy valószínűséggel lehetetlen lenne megismételni. A *Lenergy Kft.* által külön finanszírozott, a környezetvédelem fontosságát hangsúlyozó „Rajtunk múlik” kategóriába is szokatlanul színvonalas, mondanivalójában az emberi tevékenység és a természet közötti kapcsolatokra rávilágító képeket küldtek a pályázók. A fotók találóan mutatják be, hogy milyen módokat kellene választanunk energia-szükségletünk kielégítésére, hogy megvalósuljon az oly sokszor hangzottatott fenntartható használat. *Kerekes István* kategóriagyőztes ké-

pén a szélturbinák alatt kergetőző mezei nyulak látványa már-már idillikus jövőképet sugall. Bizony jó lenne, ha az ember és a Természet között mindenhol ilyen békés együttélés, ilyen harmónia lenne!

## A Lenergy – Az Év Természetfotósa 2017 fotópályázat végeredménye

### I. Kezünkben a Föld

1. Balics Gábor: NATO drót
2. Tökölyi Csaba: Várakozás
3. Tökölyi Csaba: Cetcápa és a turisták

### II. A madarak viselkedése

1. Daróczy Csaba: Húzzuk a csikot
2. Máté Bence: Háromszög
3. Herpai Imre: Vízicsata

### III. Az emlősök viselkedése

1. Máté Bence: Pitypang
2. Máté Bence: Porpárbaj
3. Kovács Norbert: Iskolakör

### IV. Az állatok viselkedése

1. Kaszás Norbert: Hajnali vadászat
2. Hencz Judit: Boldog nyár
3. Máté Bence: Inasok

### V. Állatok és környezetük

1. Nagy Zoltán Gergely: Láthatatlan ragadozó
2. Daróczy Csaba: Őzek a csúcson
3. Daróczy Csaba: Mocsári színfolt

### VI. Állatok szemtől szemben

1. Kaszás Norbert: Trio
2. Máté Bence: Hajnalköszöntő
3. Máté Bence: Kontúrvonal

### VII. Növények és gombák

1. Máté Bence: Színverseny
2. Potyó Imre: Protuberancia
3. Haarberg Orsolya: Téli varázs

### VIII. Kompozíció, forma és kísérletezés

1. Diós Kristóf: Illúzió
2. Daróczy Csaba: A jégszív megszakad
3. Bosnyák János: Egy őz 6x

### IX. Tájak

1. Haarberg Orsolya: Őszi fény
2. Blastyák András – Palcsek István: Három torony
3. Kaszás Gergő: Éjjel a sztyeppén

### X. Élet a vízfelszín alatt

1. Tökölyi Csaba: Csúcsforgalom
2. Schaffner Ádám Dávid: TextúRÁK
3. Pohl András: Vacsoraidő

### XI. Napnyugtától napkeltéig

1. Máté Bence: Dámok csillagai
2. Máté Bence: Afrikai éjszaka
3. Daróczy Csaba: Az utolsó hangyaleső

### XII. Fekete-fehér természetfotók

1. Daróczy Csaba: Személyes zóna
2. Daróczy Csaba: A Nap bálványai
3. Szabó Ilona: A nyugalom szigetén

### XIII. „Rajtunk múlik!”

1. Kerekes István: Téli hangulat
2. Radisics Milán: Vihar a bálnai szélerőműveknél
3. Szémár Ferenc: Apokalipszis

### XIV. Ifjúsági kategória

1. Reinhoffer István: Ugró iskola
2. Horváth Ábel: Az erdő kincse
3. Li Gábor: A kék gyémánt

### Különdíjak:

**A Lenergy Magyarország Kft. különdíja – A legszebb Magyarországon készült természetfotó:**

Daróczy Csaba: Személyes zóna

**A Magyar Fotóművészek Szövetsége különdíja:**

Diós Kristóf: Illúzió

**A Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület különdíja:**

Moldován Zsolt: Szerelem a négyzetben

**A Magyar Természetudományi Társulat különdíja:**

Mánfai Bence: Jégkorszak

**A Multiexpo Kft különdíja:**

Haarberg Orsolya: Téli varázs

**A Pigmenta Art Lab különdíja:**

Lang Nándor: Hótiszta látomás

**A TermészetBúvár ökológiai magazin különdíja:**

Máté Bence: Pitypang

**A Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat különdíja:**

Pohl András: Hát ez meg mi?

**A SakerTour különdíja:**

Máté Bence: Vízparti naplemente

**A Uniqball Kft. különdíja:**

Füssi-Nagy Regő: Suhanás

### Fődíjak:

**Az Év Természetfotója 2017-ben:**

Potyó Imre: Téli szárnyak

**Az Év Természetfotósa 2017-ben:**

Máté Bence

**Az Év Ifjú Természetfotósa 2017-ben:**

Reinhoffer István

**Az Év Búvárfotósa 2017-ben:**

Tökölyi Csaba

A víz alatti fotók készítői közül most már minden évben megválasztják az Év Búvárfotósát. Ezt a díjat nem egyetlen képért, hanem összetett teljesítményért lehet elnyerni. 2017-ben az elnyert kategóriadíjak és a kiállításon szereplő képei alapján immár harmadik alkalommal *Tökölyi Csaba* nyerte el. Érdekesség, hogy a szerző nem a víz alatt készített képeivel is nagyon sikeres szerepelt a pályázaton, 8 fotója is kiállításra került.


Meglepően színvonalas és változatos versenyt hozott a 18 év alatti fiatal pályázók küzdelme. Az Év Ifjú Természetfotósa 2017 címet *Reinhoffer István* nyerte el, aki egyben az Ifjúsági kategóriában is az első helyen végzett. Képei arról árulkodnak, hogy

nemcsak gondolkodó fotós, hanem a természetben is jól kiismeri magát. Azt azonban el kell mondani, hogy azok a fiatalok – *Horváth Ábel*, *Li Gábor*, *Füssi-Nagy Regő* és *Kovács Alex* –, akiket most hajszállal megelőzött, szintén nagyon kiforrott, színvonalas képekkel neveztek. Megnyugodhatunk tehát, mert a magyar természetfotózás területén az utánpótlásban is komoly tartalékok rejtőznek.

A Természet Világa különdíját idén is egy olyan fotó nyerte el, ami akár feladvány is lehetne természetismeretből. A *Pohl András* képének címe is erre utal: *Hát ez meg mi?* Mondanom sem kell, a zsűri tagjai közül is csak a víz alatti fotózásban jártas Selmeczi

Dániel tudta a kérdésre a választ. Remélhetőleg a Természet Világa olvasói is megfejtik majd ezt a rejtélyt!

Az Év Természetfotósa 2017 pályázat képeiből rendezett kiállítás december 31-ig tekinthető meg a Magyar Természetudományi Múzeum kupolatermében, azt követően pedig vándorkiállítás formájában az ország több városában is bemutatkozik.

Az Alexandra Kiadó gondozásában megjelent magyar és angol nyelvű jubileumi fotóalbum remélhetőleg most is nagy sikert arat a természetkedvelő olvasóközönségnél. Így ha valaki nem látta élőben a kiállítást, a kötet segítségével otthonába viheti ezeket különlegesen izgalmas, szép természetfotókat. 

VENETIANER PÁL

# Modellszervezetek a biológiában

A biológiai tudományok számos részdiszciplínája foglalkozik a földi élővilág hihetetlen változatosságával, számtalan különböző formáinak alakjával, életmódbeli különösségével, az életközösségek törvényszerűségeivel és azoknak a környezettel való kölcsönhatásaival. Az élőlények biokémiája, biofizikája, élettana, örökléstana közös, általános törvényeknek megismerését azonban csak a szerencsés véletlen, vagy alapos megfontolás révén kiválasztott néhány faj tüzetes vizsgálatának köszönhetjük. A biológia történetének nem egy óriása köszönheti Nobel-díját egy-egy ilyen fontos modellszervezet megtalálásának. Ahogy *Sidney Brenner* mondta: „A legfontosabb teendő: megtalálni a *legjobb* rendszert a probléma kísérleti megoldására, és ha ez a probléma elég általános, akkor ebben meg fogod találni a megoldást. Minden bizonnyal a kísérleti objektum kijelölése a legfontosabb dolog a biológiában, és azt hiszem, hogy ez az innovatív munkának a leggyümölcsözőbb

képpen a *féreg* (a *Caenorhabditis elegans*, a Brenner által a kutatásba bevezetett kísérleti állat) kapta”.

A cikkben (a teljesség igénye nélkül) néhány ilyen modellszervezetről és azok tudománytörténeti szerepéről lesz szó. Kezdjük mindjárt a szerény növénynyel, a borsóval (*Pisum sativum*), amelynek a genetikai tudomány megszületését köszönhetjük. *Gregor Mendel*, az amatőr természetbúvár, amikor növényi keresztezési kísérleteibe kezdett, húsz különböző növényfajt vizsgált meg, amíg eljutott a borsóhoz, amivel klasszikus kísérleteit végezte, tehát a faj kiválasztásában nem játszott szerepet a szerencse. Az viszont egyértelműen a véletlennek köszönhető, hogy milyen tulajdonságok öröklődését vizsgálta. Csak az utókor derítette ki, hogy a Mendel által vizsgált tulajdonságokat meghatározó gének mind más-más kromoszómán helyezkedtek el, ezért állapíthatta meg Mendel a tulajdonságok egymástól független öröklődésének törvényét. Azt,

tisztelhetjük a genetika tudománya megalapozójának, de ez egyszeri dicsőség volt, a tudomány további fejlődésében nem játszott fontos szerepet.

Ez a megállapítás semmiképpen nem érvényes a genetika következő totemállatára, az ecetmuslicára (*Drosophila melanogaster*), amely immáron több mint egy évszázada szilárdan örzi szinte uralkodó szerepét a kísérleti állatok között. *Thomas Hunt Morgan*, aki korábban pókokkal, illetve embriológiával foglalkozott, a Columbia Egyetemre kerülve kezdett érdeklődni a genetika, és elsősorban *De Vries* mutációs elmélete iránt. A muslicát könnyű tenyészthetősége, rövid életciklusa és nagy szaporasága miatt választotta vizsgálati objektumnak 1908-ban, és kétévi munkával sikerült az első jellegzetes muslicamutánst, a fehérszemű (white) ecetmuslicát előállítania. Ez indította el azt a sikersorozatot a Columbia Egyetem híressé vált „légy-szobájában”, szintén zseniális munkatársaival, *Bridgesszel*, *Sturtevant*-nal és *Mullerrel* együtt, amely megalapozta az átöröklés kromoszómaelméletét egy 1915-ben megjelent klasszikus könyvvel, majd 1933-ban Nobel-díjhoz jutatta Morgant (később, 1946-ban Muller is Nobel-díjas lett). A tudománytörténetnek erről a fejezetéről egy sikeres népszerű ismeretterjesztő könyv „A légy urai” címmel számolt be (utalásként Golding híres regényére, *A legyek urára*). Morganékat a muslica kiválasztásában elsősorban a könnyű és gyors tenyészthetőség vezette. Még nem ismerhették azt a (csak 1933-ban felfedezett) rendkívül előnyös tulajdonságát, hogy nyálmirigyének sejtjeiben a kromoszómák óriási méretűek és így rendkívül alkalmasak sejtteni vizsgálatokra is.

Egy rövid folyóiratcikkben nincs hely mindazoknak a fontos biológiai felfedezéseknek az ismertetésére, amelyeket a muslicának köszönhetünk. Itt nemcsak genetikáról lehetne szó, hanem biokémiáról, sejttanról, evolúciós biológiáról és sok másról is. Tény, hogy ma világszerte kutatók ezrei dolgoznak kizárólag a muslicával, a muslica volt a második soksejtű élőlény, amelynek teljes DNS-szekvenciáját megfejtték, valamennyi génjének ismerjük a mutációit stb. Egy fontos tény azonban még feltétlenül el kell mondanunk róla. *Seymour Benzer*, aki a molekuláris genetika egyik megalapozója volt, és csak a háromfős korlátozó szabály miatt



*Caenorhabditis elegans*, a féreg

útja... Az élővilág diverzitása oly nagy, és benne minden mindennel összefügg, hogy a lényeg: megtalálni a „*legjobbat*.” Ennek az elvnek a követése segítette Brennert 2002-ben (*Sulston*-nal és *Horvitz*-cal együtt kapott) Nobel-díjához, és annak átvételekor joggal mondhatta: „Ezt a díjat volta-

hogy a borsó kiválasztása milyen fontos volt, az is igazolja, hogy Mendel a borsó után a hölgyállal (*Hieracium*) foglalkozván, nem tudta megismételni az alaptörvények megfogalmazásához vezető kísérleti eredményeit. A borsót tehát – azon kívül, hogy szeretjük főzelékként – nyugodtan



*Pisum sativum* – a genetika születését köszönhetjük neki

nem részesülhetett *Delbrückkel*, *Luriával* és *Hershey*-vel együtt az ezért 1969-ban átadott Nobel-díjban, kutatói pályájának második felében egy új tudományág, a viselkedésgenetika megalapozójává vált muslicakísérleteivel. Előállított a normálnál „okosabb” és „butább” *Drosophila*-mutánsokat, és kidolgozta az ezek vizsgálatára alkalmas módszereket. Benzerről és erről a munkásságáról szép esszét írt *Georg Klein* a magyarul „Üstökösök” címmel megjelent kötetében.

A muslica a genetikai kutatások szinte egyeduralkodó objektuma volt a huszadik század harmincas éveinek végéig. Trónjáról a molekuláris biológia forradalma taszította le. E forradalom legnagyobb alapító atyja, *Max Delbrück* vezette be a kutatásba az *Escherichia coli* bélbaktériumot és annak fágjait. *Delbrück* (aki *Luriával* és *Hershey*-vel 1969-ben kapott Nobel-díjat) azonban elsősorban a fágokkal foglalkozott, a coli baktérium vezető helyének igazi megteremtője *Joshua Lederberg* volt (Nobel-díj, 1958, *Beadle*-vel és *Tatummal*), aki lényegében a baktériumgenetika megalapozójának is tekinthető. Ő hozta be a kutatásba azt a K-12 nevű coli törzset, amely – mint utólag kiderült – rendkívül szerencsés választásnak bizonyult, és – mint egykor *Mendel* borsókísérleteiben – itt is utólag igazolódott, hogy véletlenül milyen szerencsésen választott tulajdonságokat, amelyekkel igazolta a genetikai rekombináció létezését e baktériumnál. Azokat a felfedezéseket, amelyeket e baktériumnak köszönhetünk, szinte lehetetlen felsorolni, lényegében az egész molekuláris biológiát kellene ismertetni. Egyetlen adalék: amikor a múlt század hatvanas éveiben megalakult az

EMBO, az európai molekuláris biológusok szervezete, és elkezdtek vitatkozni egy kutatóközpont létesítéséről (ez lett azután a ma Heidelbergben működő EMBL), akkor *Francis Crick* azt javasolta, hogy az új központ kizárólagos feladata legyen az *Escherichia coli* biológiájának teljes, minden szintre kiterjedő megismerése, mert ez fog válaszolni a biológia minden kérdésére. Ebben ugyan nem volt igazsága, de az ötlet jellemző a korra.

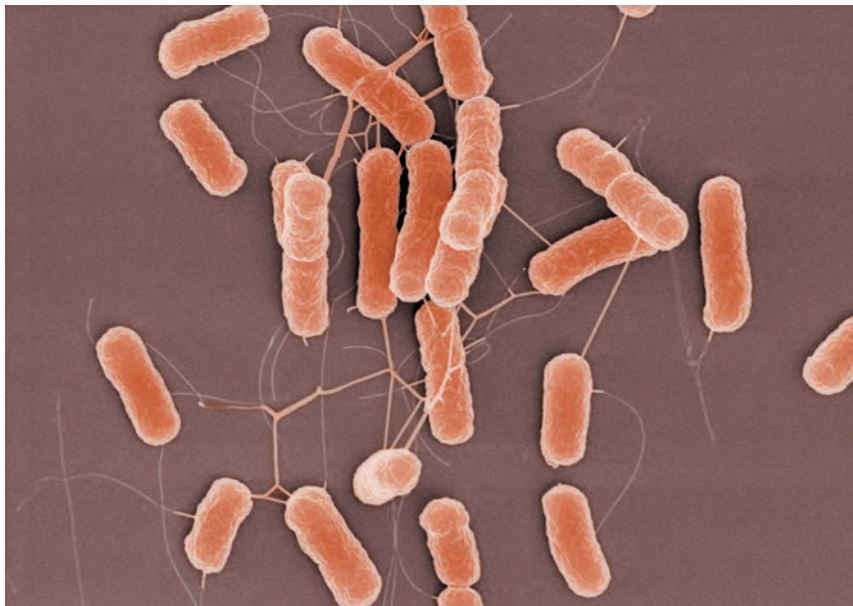


*Drosophila melanogaster*, amely több mint egy évszázada fontos kísérleti állat

Sydney Brenner pályája némileg hasonlít *Seymour Benzer*éhez. Brenner rendkívül fontos szerepet játszott a molekuláris

biológia klasszikus korszakában, a múlt század hatvanas éveiben a genetikai kód megfejtésében és számos más fontos probléma megoldásában. Ezért már akkor megérdemelte volna a Nobel-díjat, de a már említett háromfős korlát miatt nem fért be *Nirenberg*, *Holley* és *Khorana* mellé a kód megfejtéséért 1968-ban megítélt Nobel-díj jutalmazottjai közé. E Nobel-díj idejében azonban Brenner már más kutatási feladatot tűzött maga elé. 1963-ban (ekkor még csak 36 éves volt) a következőképpen fogalmazta meg ezt a feladatot a Medical Research Council-hoz benyújtott tervezetben: „...a molekuláris biológia elsődleges problémája a sejtfejlődés kontrollmechanizmusainak genetikája és biokémiája... A molekuláris genetika eddigi sikereit jó részben a nagy számban kezelhető rendkívül egyszerű szervezetek, baktériumok és bakteriofágok felhasználásának köszönheti... Mi a sejtfejlődést hasonló módon kívánjuk megközelíteni, kiválasztva a legegyszerűbb, differenciált, soksejtű élőlényt, és alkalmazva a mikrobiológiai genetika bevált módszereit. Tehát egy rövid életciklusú, könnyen tenyésztendő, soksejtű organizmusra van szükségünk, amely elég kicsi ahhoz, hogy olyan nagyszámú egyedeket vizsgálhassunk, mintha csak mikroorganizmus volna. Kevés sejtrel kell rendelkeznie, hogy a sejtvonalak kialakulási mintázata követhető legyen, és alkalmasnak kell lennie a genetikai vizsgálatra.” Hosszú búvárkodás után úgy vélte, hogy megtalálta

ezt az ideális kísérleti objektumot egy kis féreg, a *Caenorhabditis elegans* „személyében”. Mik tehát a féregnek azok a kívá-



*Escherichia coli* bélbaktérium

ló tulajdonságai, amelyeknek köszönhető Brenner kitüntetett figyelmét?

Először is, noha teljesen differenciált szövetekkel, szervekkel (idegrendszer, izomzat, nemi szervek stb.) rendelkező soksejtű állat, ehhez képest rendkívül kevés sejtből áll (pontosan: 958), ezért remélte Brenner, hogy génjeinek száma is kevés, a génszámot ekkor 2000–3000-re becsülte (ebben éppen egy nagyságrendet tévedett – ma már tudjuk, hogy a valódi génszám mintegy 18 000, alig kevesebb, mint az emberé). Idegrendszerét mindössze 302 sejt alkotja, és Brenner munkatársaival valamennyi idegsejtet (neuront) és azok teljes kapcsolatrendszerét feltérképezte. A mintegy 1 milliméter hosszúságú állatkák könnyen eltarthatók és szaporíthatók standard laboratóriumi körülmények között, kedvenc táplálékuk éppen az az *Escherichia coli* baktérium, amely Brenner korábbi munkásságának (és az egész molekuláris biológiai kutatásnak) középontjában állt. Az állat önmegtermékenyítő hermafrodita, teljes életciklusa három és fél nap, ezalatt egy egyed 300 utódot produkál. Egyszóval az Isten is kísérleti állatnak teremtette.

A genetikai munkát a féreg mozgását befolyásoló izomfehérje-mutánsok tanulmányozásával kezdték, de a közben kialakult géntechnológiai forradalom nyomán hamarosan áttértek egyes gének klónozására, majd a teljes DNS feltérképezésére és szekvenálására. Ezt a programot az 1969-ben Brennerhez csatlakozó Sulston vette kézbe és vitte sikerre 1998-ban. Ezzel – a *Drosophilát* megelőzve – a Féreg (sajnos a *Caenorhabditis elegans*nak még mindig nincs elfogadott magyar neve) lett az

első soksejtű állat, amelynek teljes öröklési állományát megismertük. Ugyancsak Sulston kezdte el a féreg egyedfejlődésének, differenciációjának tanulmányozását, amelynek eredményeként – elképesztően gondos aprómunkával – a féreg valamennyi (azaz 958) sejtjét, életútját, származását, pedigrijét feltérképezte. Brenner – munkatársaival – Sulstonnal és Horvitzal együtt 2002-ben kapta meg a régen



*Aplysia californica*, a nagyméretű tengeri csiga

megérdemelt Nobel-díjat, amit így kommentált: „Ez voltaképpen a második Nobel-díjam, az elsőt csak elfelejtettem megkapni”. A *Caenorhabditis* tanulmányozásával ma mintegy 2000 kutató foglalkozik

világszerte, jelenleg elsősorban a szerzett tulajdonságok epigenetikus öröklésével kapcsolatban vele megszerzett új eredmények az izgalmasak.

Szemben a rendkívül széles kutatási területen tanulmányozott *Drosophilával* vagy *Caenorhabditisszel*, következő „hősünk” csak a neurobiológia számára vált fontossá. Eric Kandel pályáját pszichanalitikus alapállású pszichiáterként kezdte, és csak 32 évesen (1962-ben) jutott arra a meggyőződésre, hogy az őt elsősorban érdeklő kérdés megválaszolására, a memória természetének vizsgálatára ezek a módszerek nem alkalmasak, más, kísérleti vizsgálatokra és az ezeket lehetővé tevő kísérleti állatra van szüksége. Mintegy félévi alapos vizsgálódás után jutott arra a meglepő eredményre, hogy erre a célra a legkiválóbb objektum egy nagyméretű tengeri csiga, az *Aplysia californica* volna. Ezt a csigát már Plinius leírta, tőle származik a kissé meglepő név: tengeri nyúl. Az állat kb. 30 centiméter hosszú és tömege az egy kilogrammot is elérheti. Alkalmasságát annak köszönheti, hogy alig 20 000 idegsejtje van (szemben az ember kb. 1 billió idegsejtjével), ezek viszont ötvenszer nagyobbak, mint a gerincesek idegsejtjei, kb. 1 mm átmérőjűek, így szabad szemmel is láthatóak és nagyon könnyű elektródot beléjük vezetni. Ekkoriban ezzel a csigával az USA-ban senki sem foglalkozott, így Kandel fél évre Párizsba utazott, hogy választott objektumát

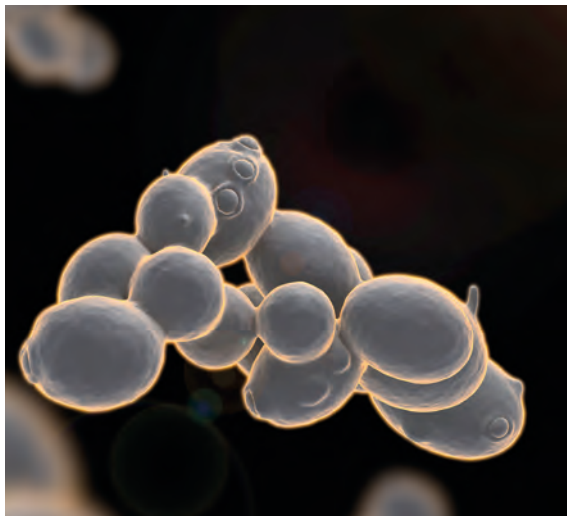
megismerje. Pályája következő negyven évét ennek az állatnak szentelte, és ezzel a csigával folytatott kísérleti munkája miatt kapta meg 2000-ben (Greengarddal és Carlssonal megosztva) az orvosi Nobel-

díjat. Ennek lényege: kimutatta, hogy tanulás során a szinapszisokban biokémiai változások történnek, és e változások különböznek a rövidtávú, illetve a hosszú távú memóriában. Kandelről érdemes még megemlíteni, hogy Bécsben született és a náciizmus elől menekült szüleivel Amerikába. Reneszánsz műveltségű és érdeklődésű emberként 2012-ben megjelent könyvében („The Age of Insight – Az éleslátás kora”) a bécsi expresszionizmus nagy művészeinek (Klimt, Schiele, Kokoschka) munkásságát, a freudi pszichoanalízist és a modern neurobiológiát (benne saját kutatásait) kísérte meg szintetizálni.

A bemutatott modellállatok valamilyen gerinctelenek voltak, érdemes tehát néhány szót szólni egy érdekes gerincesről is, ez a zebrahal, vagy zebra-dánió (*Danio rerio*). Ezt a népszerű, közönséges akvárium halat is elsősorban könnyű és olcsó tenyésztetősége teszi alkalmas

egyedfejlődést szabályozó géneket tanulmányozó biológusok kedvenc kísérleti objektuma. Különösen így van ez, mióta ennek az állatnak is ismerjük teljes genomszekvenciáját. Érdemes megemlíteni a zebrahalról, hogy *Izsvák Zsuzsa* és *Ivics Zoltán* a zebrahal génállományából izolálták és élesztették fel azt a „csipkerózsika” néven világhírűvé vált „ugráló gént (transzpozont)”, amelyet ma sokoldalú kutatási eszközként használnak világszerte.

A zebrahal legújabb izgalmas felhasználását portugál rákkutatók demonstrálták. Kimutatták, hogy emberi vastagbélrák-sej-



*Saccharomyces cerevisia*, a már szinte teljesen megismert péklesztő

már utaltam rá – a biológia történetében fontos szerepet játszott modellszervezetek itt ismertett listája korántsem teljes. Nem esett szó az orvosi és gyógyszerkutatásokban alapvető jelentőségű egérről és patkányról, a szinte a coli-baktériummal vetekedő teljességben megismert és kikutatott élesztőtől (*Saccharomyces cerevisiae*), a *Beadle*-nek és *Tatum*-nak Nobel-díjat hozó penészgombáról, a *Neurospora crassá*ról, vagy a *Rédey György* által a növénybiológiába bevezetett, elsőként megismert teljes genomú lúdfűről (*Arabidopsis thaliana*). És nyilvánvalóan nem írhattam azokról a modellszervezetekről, amelyeket a jövő zseniális, újra törő kutatói fognak megtalálni új problémák megoldására. 📖



*Danio rerio*, a zebrahal

kísérleti állattá. A nőtények hetenként (bő táplálkozás esetén még gyakrabban) raknak le több száz petét, és ezekből 3–4 hónap alatt fejlődnek ivarérett egyedek. A zebrahalat először a magyar származású *George Streisinger* javasolta modellállatnak 1981-ben, de igazi népszerűségét *Christiane Nüsslein-Volhard*nak köszönheti. *Nüsslein-Volhard* 1995-ben kapott Nobel-díjat (*Lewisszal* és *Wieschausszal*) a muslica egyedfejlődésének vizsgálata terén elért úttörő felfedezéseiért, a díj idején azonban már elhagyta a *Drosophilát* a zebrahal kedvéért. Ennek az állatnak ugyanis fontos erénye, hogy egyedfejlődése korai szakaszában átlátszó. Amikor tehát *Nüsslein-Volhardék* tömegesen állítottak elő mutáns halakat, ezek jó részénél a fejlődési eltérések szabad szemmel megfigyelhetőek voltak. Az elmúlt két évtizedben tehát immár a zebrahal lett az

teket injektálva zebrahal-embriókba, azok négy nap alatt tumort képeztek. Az ezután különböző kemoterápiás koktélokot adtak a halak akváriumvizébe, egyes tumorok visszafejlődtek, mások nem, vagyis kiderült, hogy az adott ráksejt-típus ellen használnak vagy sem. Az, hogy a különböző tumorok érzékenysége a különböző kemoterápiás szerekre nagyon különböző lehet, régen tudjuk, és ilyen – terápiát megelőző tesztelést – eddig is végeztek egéren. A zebrahalteszt azonban sokkal gyorsabb és olcsóbb, mint az egérteszt.

Természetesen – mint

*Arabidopsis thaliana*, a lúdfű, melynek teljes génkészletét ismerjük



HÉRINCS DÁVID

# Tíz hurrikán egyhuzamban

Az előző néhány évben tapasztalható gyengélkedés után tavalytól ismét aktívabbá váltak a hurrikán-szezonok az Atlanti-óceánon. Noha a híres 2005-ös évet, amikor annyi ciklon jött létre, hogy azok elnevezésére már a görög ABC első betűit is be kellett vetni, nem közelítettük meg, de mind tavaly, mind idén viszonylag sok ciklon fejlődött ki. 2007 után először tavaly 5-ös kategóriájú hurrikán is előfordult, és ez idén is megtörtént, ráadásul 2-szer. Mindemellett az idei szezon bővelkedett érdekesebb, ugyanakkor sajnos részben károsodóbb ciklonokban

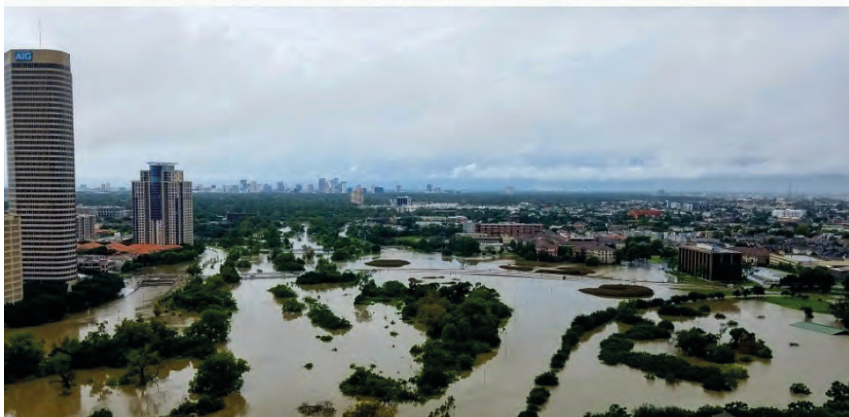
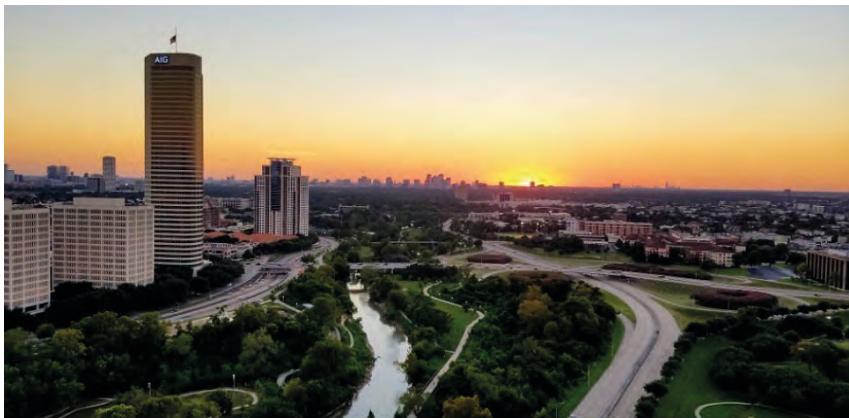
lonok egy részét tudták csak detektálni, és főleg az erősebbeket, így könnyen lehet, hogy egy-egy nem megfigyelt kisebb trópusi vihar becsúszott a hurrikánok közé).

## Harvey, Irma, Jose, Katia

A szezon első jelentősebb hurrikánjai az alcímben felsoroltak voltak, de nem velük kezdődött a sorozat. Az első ciklon, mely elérte ezt az erősséget, a *Franklin* volt, amely augusztus elején a Mexikói-öbölben lett rövid időre 1-es kategóriájú, mi-

rolását. Ezután a Mexikói-öbölben lett újból trópusi ciklon 23-án. Ott viszont semmi sem akadályozta meg az erősödését a szárazföldön kívül, így egészen a texasi partot éréséig erősödött, és elérte a 4-es kategóriát. Ezzel a 2005-ös Wilma után ez lett az első olyan hurrikán, ami 3-as vagy annál nagyobb erősséggel érte el az Egyesült Államokat. A Harvey a szárazföld felett gyorsan legyengült, de egy tőle északra lévő anticiklon miatt megtorpant és napokig elidőzött a part közelében, hol kicsit a szárazföld, hol kicsit a víz felett tartózkodva. Így a legjelentősebb károsító tényezője a kiadós csapadék volt. Texas és Louisiana partvidéki területein többnyire 400 és 1000 mm közötti mennyiségű eső esett mindössze 3–4 nap alatt, sőt Texas egyes részein az 1000 mm-t is meghaladta a csapadékösszeg. Hivatalosan a Houston melletti Cedar Bayou mérőállomáson mérték a legtöbb, 1318 mm csapadékot. A kiadós eső jelentős áradásokat idézett elő a térségben, néhány folyón soha nem látott vízmagasságokat mértek, illetve helyenként több méter magasan állt a víz az utakon (**1. ábra**). Szerencse a szerencsétlenségben, hogy a Harvey mindezek ellenére messze nem követelt annyi áldozatot, mint a hírhedt 2005-ös Katrina, amely hasonlóan súlyos áradásokat okozott New Orleans környékén.

A szeptembert rögtön *Irma* nyitotta, illetve a néhány nappal utána kialakuló Jose és *Katia* (**2. ábra**). Közülük egyértelműen Irma vitte a prímet, hiszen az idei szezonban az első hurrikán volt, ami elérte az 5-ös kategóriát. Ráadásul a mostani – előzetes – adatok alapján összesen kb. 80 órán keresztül ilyen erős tudott maradni, mellyel rekorder lehet e téren (a végleges hivatalos adatok a Hurrikánközpont szezon végi összefoglalójának elkészültével, 2018. elején válnak elérhetővé). Szintén az előzetes adatok alapján Irma legalább 36 órán keresztül produkált 295 km/h-s átlagos (!) szélsébséget, ami szintén rekord hosszú időtartamnak számít, erre még a világon sem volt példa. Ez a 295 km/h volt egyben a legnagyobb intenzitása, mely ugyanakkor már elmaradt a legerősebb ciklonoktól (e tekintetben a Csendes-óceán keleti részén 2015-ben kialakult Patricia a csúcstartó 345 km/h-s értékkel). Az Irma útja során több karib-tengeri szigetet is érintett, a nagy részüket ráadásul 5-ös erősségüként, melyre korábban még nem volt példa. Az elsőként



1. ábra. A Harvey által okozott áradások Texasban, „előtte-utána” képen [1]

is. A szezon legnagyobb érdekességét pedig az adta, hogy egymás után sorozatban 10 hurrikán alakult ki, amire az értékelhető adatokkal rendelkező megfigyelésekben még nem volt példa (1900 előtt ugyan voltak ilyen szezonok, de műholdak híján akkor a ténylegesen előforduló trópusi cik-

előtt partot ért Mexikóban. Őt követte a *Gert*, amely már 2-es erősségű volt, de a nyílt óceánon haladt végig. Ezután érkezett a *Harvey* a hónap végén. Ez már a Kis-Antillák szigetei előtt trópusi vihar lett, de a Karib-tengeren átmenetileg olyannyira legyengült, hogy meg is szüntették a beso-



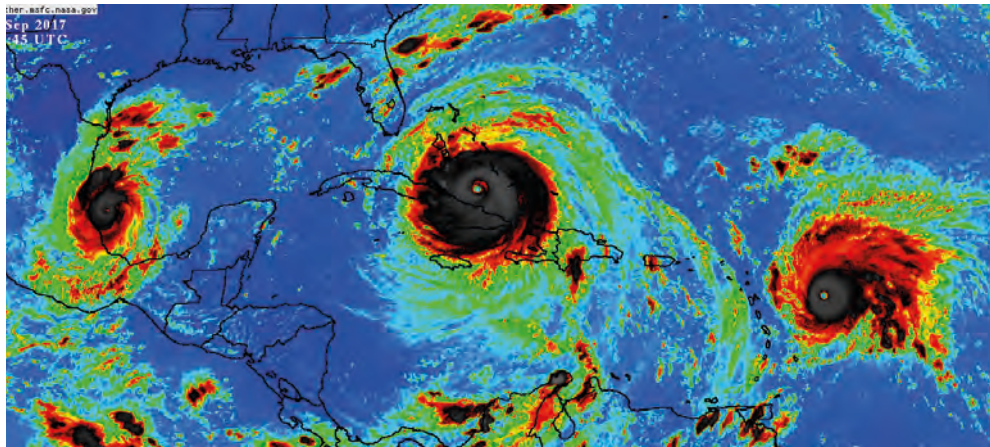
útjába kerülő Barbuda szigetén szinte teljes pusztítást végzett a ciklon, de az északnyugatabbra lévő kisebb szigetek (Szent Márton-sziget, Ginger Island, Tortola) sem

bizonyult. Ez szintén elérte az 5-ös kategóriát még azelőtt, hogy érintette volna a Kis-Antillák középső szigeteit, igaz, ekkor még csak rövid időre. Puerto Rico felé kö-

5-ös erősségüként érte el őket (**4. ábra**). A következő állomás Puerto Rico volt, de ide már kissé gyengülőben, erős 4-esként érkezett meg, majd a szigeten áthaladva tovább veszett erejéből. Ezután a Maria északra kanyarodott, így a többi térségbeli sziget ezúttal szerencsésen megúszta, a Bahamák legdélebbi tagjait érintette még kisebb mértékben a hurrikán. Ugyanakkor annak ellenére, hogy kevesebb szárazföld felett haladt át, a károkozása és az áldozatok száma csak kevéssel maradt el az Irmától.

Bár az ABC-ben előbbre szerepel, és a Maria-nál egy nappal korábban is alakult ki a Lee, jelentőséget mégis csak később kapott. Először ugyanis csak egy gyenge trópusi viharrá tudott fejlődni a Zöld-foki-

szigetektől nem messze, majd északnyugatra haladva átmenetileg meg is szűnt benne a szervezett örvénylés. Néhány nappal később, amikor a Maria már elhagyta a karibi szigeteket, és ezzel kevesebb figyelem jutott neki, Lee regenerálódott, és végül 3-as kategóriájú hurrikánként tetőzött. Ez viszont mindentől messze, a nyílt óceánon helyezkedett el, így károkozás-mentes volt. Legnagyobb érdekességét a kis mérete adta, ugyanis amikor hurrikánná alakult, mindössze 200–250 km volt az átmérője, a hurrikán erejű szelek sugara a központ körül pe-



**2. ábra.** Három hurrikán egy időben: Katia, Irma és Jose (balról jobbra) szeptember 8-án [2]

jártak sokkal jobban (**3. ábra**). Érdekeség, hogy a Barbudán lévő meteorológiai állomás rögzítette a hurrikán átvonulását, melyet ilyen erősségben nem minden nap lehet tapasztalni. A szem átvonulásakor ugyan volt egy rövidebb adathiány, illetve az érkező szemfal a szélmérőt tönkretette, de az utójára még mért egy 195 km/h-s 10 perces átlagszél adatot 249 km/h-s széllelkéssel, így meglehetősen strapabírónak bizonyult. A légnyomásmérő pedig igen markáns, néhány óra alatt több, mint 70 hPa-os nyomásváltozást rögzített a szem érkezése előtt, majd távozása után. Megjegyzendő, hogy ez természetesen csak a talajfelszínen számít jelentős különbségnek, például egy átlagos utasszállító repülőgép a felszállástól az utazómagasság eléréséig sokkal nagyobb nyomásváltozáson megy keresztül hasonló idő alatt. Az Irma útja innen Kuba felé vezetett, ahol kissé le is gyengült, de ezután északra fordulva 4-esként érte el Florida délnyugati szigetivét (Florida Keys). Végül a ciklon végighaladt Floridán, de a gyors mozgása végett már jóval kevesebb csapadékot okozott, mint Harvey, illetve jelentősen vesztett erejéből. Azonban főleg a kisebb szigeteken végzett pusztítása miatt valamelyest több áldozatot követelt, mint elődje. Az Irma mellett Jose és Katia kevesebb figyelmet kapott, bár Jose is igen erős volt, alig maradt el az 5-ös kategóriától, a Katia pedig 1-es kategóriájúként elérte Mexikót, igaz viszonylag kevés kárt okozott.

### Maria, Lee, Nate

A Maria volt a következő figyelemre méltó ciklon, ráadásul hasonló útvonalat járt be, mint az Irma, és hasonlóan erősnek is

zeledve azonban még egy napra 5-ös lett, és ekkor érte el legnagyobb intenzitását is 280 km/h-s átlagszéllel. Így e tekintetben kissé elmaradt Irmától, de a légnyomás az ő központjában volt alacsonyabb, 908 hPa, míg az Irmában „csak” 914 hPa. Hiába azonban az alacsony nyomásminimum, ez még viszonylag messze volt a legerősebb ciklonoktól, melyek egyöntetűen 900 hPa alatti nyomásminimumot produkáltak. E tekintetben az 1979-es Tip tájfun a rekorder, melyben 870 hPa-os légnyomást mértek (a korábban említett Patricia hurrikánban pedig 872 hPa-t). A Maria elsőként Domini-



**3. ábra.** Az Irma pusztítása a Szent Márton-szigeten [3]

ka szigetére (nem összekeverendő a Dominikai Köztársasággal) csapott le, és ez lett az első hurrikán a sziget történetében, ami

dig csak pár 10 km-re terjedt ki. A kis mérete a vele egy időben még aktív Mariával összehasonlítva mutatkozott meg



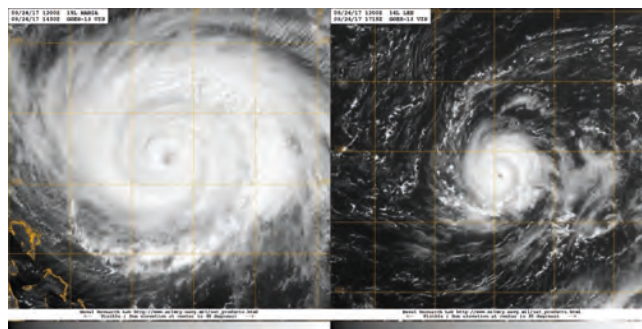
4. ábra. A Maria károkozása Dominika szigetén, ahol a lakóépületek mellett rengeteg fa is áldozatul esett a viharok [4]

különösen látványosan (5. ábra). Végül a Maria és a Lee vesztét is ugyanaz a hidegfront okozta szeptember 30-án, így rövid időre elültek az óceáni viharok. Megjegyzendő, hogy ezzel a Harvey augusztus 23-i regenerálódásától kezdve szeptember 30-áig folyamatosan volt legalább egy aktív trópusi ciklon az óceánon, ami igencsak hosszú időszaknak, és egyben ritkaságnak számít. Hasonlóra legutóbb 2004-ben volt példa az Atlanti-óceánon, akkor augusztus 24-től október 3-ig. Nem tartott azonban sokáig a szünet, mivel október 4-én újabb vihar formálódott a Karib-tenger nyugati részén, mely északra haladva végigvont a Mexikói-öbölben, egészen New Orleans térségéig. A Nate névre keresztelt ciklon az öbölben szintén hurrikánná erősödött, de rendkívül gyors, hurrikánok esetében a Mexikói-öbölben korábban még nem tapasztalt 45 km/h-s haladási sebessége miatt nem volt ideje nagyobb mértékben megerősödni, így 1-es kategóriájú maradt. Ennek ellenére ez is több áldozatot követelt, és jelentősebb károkat okozott az érintett területeken.

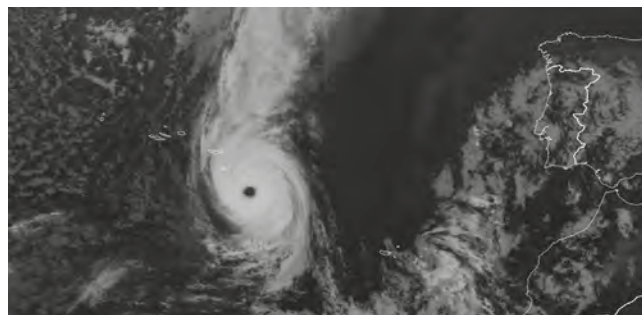
### Ophelia

Mialatt a Nate elérte az Egyesült Államokat, az Azori-szigetektől délnyugatra egy, az óceán északi felén jellemző nyugati

áramlásról leszakadt mérsékelt övi ciklon ragadt a viszonylag meleg víz felett, mely fokozatosan átalakult trópusi cik-



5. ábra. A Maria és a Lee jelentős méretbeli különbsége szeptember 24-én (a feltüntetett rácshálózat mindkét kivágaton 2°-os felbontású) [5]



6. ábra. Nem mindennapi látvány: az Ophelia 3-as kategóriájúként, klasszikus struktúrával az Azori-szigetektől közvetlenül délkeletre, Délnyugat-Európa közelében [6]

lonná. Ez a folyamat éppen a Nate feloszlásának napján fejeződött be, így ezúttal nem volt szünet a ciklonaktivitásban. Az újdonsült ciklon az Ophelia nevet kapta, és bár nem nagy jövőt jósoltak neki,

meglepő módon a mérsékelt meleg víz felett is jócskán meg tudott erősödni, és elérte a 3-as kategóriát. Ekkorra ráadásul megközelítette az Azori-szigeteket, vagyis Európa közelébe ért, ahol ilyen erős hurrikán még nem járt korábban. És nem csak az erőssége, hanem a struktúrája is figyelemre méltó volt, mintha csak egy jól megteremtett amerikai hurrikánt láttunk volna a műholdképen, ezúttal azonban a „szemközi” földrész mellett (6. ábra). Hivatalosan is az Ophelia lett a műholdas megfigyelések kezdete óta valaha legkeletre előfordult erős (3-as vagy annál magasabb kategóriájú) hurrikán az Atlanti-óceánon. A ciklon a következőkben északkeletre kanyarodott, így még közelebb került Európához, de a hidegebb víz hatására visszagyengült 1-es erejűvé. Ezután az Ibériai-félszigettől északra egy markáns mérsékelt övi ciklonná alakult át, mellyel megszűnt a gyengülése, így még hurrikán erejű szelekkel érkezett meg Írországba. A legerősebb átlagos szélességeik elérték a 140-150 km/h-t, amivel Ex-Ophelia közepes-erős 1-es kategóriájú hurrikánnak számított volna, emellett pedig 160-190 km/h-s szellőkéseket mértek. Így az Ophelia is jelentősebb károkat okozott, és áldozatokat is követelt. Utóbbiakhoz hozzájárult, hogy a ciklon közeledésével megerősödő szél erdőtüzeket szított az Ibériai-félszigeten. Az ebből a légkörbe jutó sűrű füstfelhő a már mérsékelt övívé alakult ciklon hidegfrontja előtt és mentén vastagon beborította az eget. A szürkés-narancsos rétegen helyenként még a Nap is alig látszott át, az ég kékje pedig egyáltalán nem volt megfigyelhető.

### Az ábrák forrása

- [1] Aaron Cohan (<https://twitter.com/aaroncohan/status/901876627470155776/photo/1>)
- [2] NASA (<https://weather.msfc.nasa.gov/GOES/>)
- [3] theatlantic.com (<https://www.theatlantic.com/photo/2017/09/photos-from-saint-martin-after-hurricane-irma/539103/>)
- [4] DailyMail Online (<http://www.dailymail.co.uk/news/article-4905832/How-Hurricane-Maria-left-Dominica-looking-like-wasteland.html>)
- [5] Naval Research Laboratory (<https://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>)
- [6] EUMETSAT (<https://eumetview.eumetsat.int/mapviewer/>)

# „A növénynevelés az én igazi világom”

## Beszélgetés Kruppa József agrármérnökkel

Kruppa József 1960-ban született Kisvárdán. Iskolai tanulmányait is itt végezte, a Besenyei György Gimnázium diákjaként érettségizett. 1981-ben szerezte meg üzemmérnöki diplomáját Szarvason, majd 1988-ban az agrármérnököt Debrecenben. 1992 és 1997 között kutatási osztályvezető, majd tudományos igazgatóhelyettes a Debreceni Agrártudományi Egyetem Kutató Központjának Kisvárdai Teichmann Telepén, 1995-től 1999-ig ugyanitt az Egyesült Államok Fejlesztési Intézete támogatásában a burgonyatermesztési program irányítója, miközben két éven át a holland-magyar kormányközi burgonyaprogram koordinátora is. 2000-től a Debreceni Egyetem Tangazdaság és Tájékutató Intézetének igazgatóhelyettese, majd igazgatója, közben az egyetemen több tantárgyat, növénytermesztést és növénynevelést is tanít. 2007-től a Kruppa-Mag Kft.-t ügyvezető igazgatója. Tíz államilag elismert növényfajta nevelésében vett részt. Növénynevelő-kutató-oktató munkájáért 2014-ben Flischmann Rudolf-díjat, 2015-ben Jedlik Ányos-díjat kapott és a Debreceni Egyetem címzetes egyetemi tanára lett. Nevéhez fűződik a Pannónia nevű burgonyafajta, a Ryefood rozs-, az Olimpia lucernafajta és a Hungaro durumrozs előállítására, ez utóbbi országosan és világviszonylatban is olyan újdonság értékű növényfajta, amelynek a lisztjéből készült pékáruk táplálkozási és élettani tulajdonságai igen kedvezőek.



– Gyermekkori indíttatás a természet és a növények szeretete?

– Mindkét ági nagyszüleim gazdálkodó parasztek voltak. Gyermekként is bevontak a mindennapi munkába, a libalegeltetésbe, a tehenek őrzésébe, a jószágok hazahajtásába a Holt-Tisza melletti legelőkről... Jól emlékszem arra a virágra is, amire először rácsodálkoztam és megszerettem, előszeretettel nézegettem. Ez Pongrácz nagymamám sarkantyúvirága volt, amit az Endes-pusztán lévő házunk kerítése mellé ültetett. Úgy öt éves lehettem, amikor a nagymamámtól kapott hónapos retek magját elvettem, és kíváncsián vártam, hogy kikeljen, aztán szorgalmasan locsolgattam, ápolgattam.

Szerettem a természetben „földközelen” lenni, lenyűgözött a természet szépsége és ereje, amit már gyerekként is megtapasztaltam. Aztán jött a kisvárdai gimnázium, Szendrei tanár úr, és elindultam a természettudományok irányába, ami már kijelölte utam az agrártudományok, majd a növénynevelés felé.

– A nagy elődök, Teichmann Vilmos növénynevelő és Béres József kutató, a Béres-csepp feltalálója nyomdokain indult pályafutása.

– 1988-ban kerültem a kisvárdai Teichmann-telepére mint kutató, ahol lucerna-

neveléssel foglalkoztam. Bár személyesen már nem ismerhettem az alapítót, Teichmann Vilmos Állami-díjas növény-, pontosabban burgonyanevelőt, de lánya és idősebb kollégáim, Béres Józsa bácsi és Szűcs Laci sokat meséltek róla, ezek az emlékek nagy hatással voltak rám. Teichmann szellemisége inspirált arra, hogy később, 1992-ben újraindítsam a burgonyakutatást és a vetőburgonya-termesztést a telepen. Béres József, a Béres-csepp feltalálója szintén ösztönzően hatott kutatómunkámra. Tizenkét éven keresztül szinte minden nap találkozhattam vele, akit áthatott a kutatók legfőbb tulajdonsága: a kíváncsiság és az alkotás öröme, ami persze rám is átragadt. Aztán már nem is volt kérdés számomra, hogy a növénynevelés az én igazi világom.

– Melyek voltak pályafutásának fontosabb állomásai?

– Négy meghatározó korszakra bontható a pályafutásom, melyek segítettek szakmai, tudományos fejlődésemet, mindegyiket szerettem, mindegyikből profitáltam. Úgy is fogalmazhatnék, hogy újabb és újabb ismeretekkel és élettapasztalattal felvértezve egyre bőlcserebb is lettem.

Az első ilyen korszak a természeti gyakorlat időszaka volt 1981–1987 között a Tiszagyöngye Mezőgazdasági Termelő-

szövetkezetben, Fényeslitkén. Itt agronómként, növénytermesztési és meliorációs ágazatvezetőként dolgoztam, számos növényfajta és növényfajta termesztem, irányítottam a meliorációs munkákat.

A következő korszakom az intenzív növénynevelés és agrotechnikai kutatás időszaka volt, 1988–1999 között. A helyszínek: Debreceni Agrártudományi Egyetem Kutató Központja Nyíregyháza, Kisvárdai Teichmann Telep, amikor fajták nevelésénél munkálkodtam.

A harmadik a felsőoktatás, a kutatás, a szaktanácsadás és a magánnevelés időszaka 2000–2007-ben. A Debreceni Egyetem Növénytermesztési Intézetében kutatóként és oktatóként (tanszéki mérnökként, majd tudományos munkatársként, egyetemi adjunktusként, azt követően tudományos főmunkatársként), mellette pedig az egyetem Debreceni Tangazdaság és Tájékutató Intézetében intézetigazgató helyettesként, majd intézetigazgatóként dolgoztam. Mindeközben folyt a magánnevelés és a szaktanácsadás.

A negyedik időszakot 2008-tól a növénynevelés, a vetőmagtermesztés és a vetőmag-kereskedelem gyakorlata és oktatása fémjelzi. A 2007-ben alapított Kruppa-Mag Kutató, Vetőmagtermesztő és Kereskedelmi Kft.-ben dolgozom főállásban tovább, ahol egyben ügyvezető, kutató, nevelő is

vagyok. Emellett címzetes egyetemi tanárként részt veszek a növénynemesítés és vetőmagtermesztés oktatásában és a doktori képzésben is.

Kutatóként, egyetemi oktatóként és szaktanácsadóként is igyekeztem a magyar növénytermesztés színvonalának növelését segíteni termesztés-technológia (agrotechnika és termesztési módszer) fejlesztésével, termékfejlesztéssel, fajtabemutatók, hazai és nemzetközi rendezvények szervezésével és szakcikkek írásával, ezzel is bővítve a termelők és szakemberek ismeretanyagát.

– *Kutatómunkája a lucernanemesítésel kezdődött?*

– Igen, a lucernával, amibe hamar „beszerettem”, mert az nagyon szép és csodálatos növény. Munkámnak viszonylag gyorsan meglett az eredménye, a Klaudia és a Jozsó nevű lucernafajták.

A lucernát aztán a rozs és a tritikálé követte, közben persze folyt a telepen a burgonyakutatás és a vetőburgonya-termesztés is. Magánnemesítőként azon a tornyospálcai földbirtokon születtek meg a fajtáim, a Pannónia burgonya, a Ryefood rozs és Hungaro tritikále, ahol Teichmann Vilmos nemesítette az 1920-as években a Gülbaba nevű burgonyát. Az Olimpia lucernafajtám már a saját néhány hektáros kisvárdai földemről indult hódító útjára.

– *A Pannónia burgonya miben más, mint a többi fajta?*

– A fogyasztók finom íze és több célra is kiváló felhasználhatósága miatt kedvelik, a termelők pedig a koraisága, kimagasló termőképessége és betegségekkel szembeni jó ellenállósága miatt. Természetesen igyekeztem a fajtát terjeszteni, ami sikerült is itthon és külföldön egyaránt, de pénzügyi haszon nem nagyon származott belőle, mert túl jóra sikerült: leromlásnak ellenálló, kitűnő vírusrezisztenciájú lett. Emiatt aztán általában öt-tíz évenként vásárol be belőle a termelő vetőgumót, mert több évig a megtermelt étkezési burgonyából is tud vetni, hiszen nem, vagy csak nagyon lassan, sok év alatt romlik le.

– *A jó minőség és a nagy termésátlag elérését mi minden befolyásolja?*

– A fajtatulajdonosságok és az ökológiai adottságok (időjárás és talajjellemzők), valamint a talajminőség mellett az agrotechnika, a termesztés-technológia és a termesztési módszer. Ez mind meghatározó a termesztés eredményére, a termés mennyiségére, minőségére és jövedelmezőségére. Ennek érdekében számos kutatás-fejlesztési tevékenységet végeztem, kezdve a Kisvárdai Teichmann Telepen a burgonyakutatás újbóli elindításával 1992-ben. Ennek „hozama” lett az Európai Unió Phare Kísérleti Program, a holland-magyar program, USAID program, IPI program



**A Pannónia burgonyafajta vetőgumói a Kongói Köztársaság élelmiszerbiztonsáért felelős minisztériumi vezetője, Alphonse Emekandoko által Kongóba is eljuttattak**

tájkísérletekkel, fajtakísérletekkel. A Debreceni Egyetemen töltött időszak alatt a Hajdúságban, a Nyírségben, a Duna-Tisza közti homokháton eredményesen termesztethető fajtákat sikerült kiválasztani tájkísérletekben. Majd az MTA-TAKI együttműködésben a korai burgonya trágyázását dolgoztam ki a trágyázási kísérletek eredményei alapján. Az újburgonya-termesztés komplex fejlesztése során a gyökereztetés és a „duplázás” új módszerét fektettem le. Vizsgáltam a burgonya víz- és K-ellátásának hatását a gumó minőségére, valamint a homoki növényfajok K-, Ca-, Mg-trágyázásának fejlesztését.

A kutatómunkával párhuzamosan szaktanácsadóként – főként a homokháton, ahol ma is jelentős burgonyatermesztés folyik, de a Nyírségben és a Hajdúságban is – sikerült a gyakorlatban megvalósítani a fejlesztéseket, átadni az új ismereteket a termelőknek, ezzel lényegesen növelve jövedelmüket.

– *Milyen a jó burgonya? Változott ízlésünk az elmúlt évtizedekben a krumpli fogyasztását illetően?*

– A fogyasztó szempontjából talán az a legfontosabb, hogy a burgonya finom ízű, és sütésre, főzésre egyaránt használható legyen. A termelőnek pedig az, hogy a termesztett fajta sokat teremjen, jól tárolható legyen, ellenálljon a betegségeknek és a leromlásnak.

Az ízlésünk a krumplit illetően, ha nem is, de a burgonyaválaszték nagyot változott az utóbbi időkben. Ötven-száz évvel

előtt, és azt megelőzően is, az otthon készített, szermaradványoktól, adalékanyagoktól mentes, az egészségmegőrzés szempontjából értékeesebb ételekben a burgonya meghatározó volt. Manapság burgonyafogyasztásunk a felére csökkent. Pedig a krumpli egészséges, a téli időszakban C-vitamint is pótló élelmünk.

Érdekes, hogy itthon a vásárlók még mindig a piros héjű burgonyafajtákat keresik jobban nagyanyánk intelmei alapján, miszerint a sárga a disznónak való, pedig a sárga héjű fajták sokszor finomabbak. Sokan nem tudják, hogy a burgonya héjszíne és valós gazdasági értékei, mint a termőképesség, a minőség, az íz, a betegségekkel szembeni ellenállóság stb. között nincs összefüggés. Ezek a tulajdonságok nem a héjszínhez kötöttek, hanem a fajta, a genotípus által meghatározott tulajdonságok.

– *Hogyan alakult meg tíz évvel ezelőtt a Kruppa-Mag Kutató, Vetőmagtermesztő és Kereskedelmi Kft.? Jól tudom, hogy ez családi vállalkozás?*

– Igen, öten vagyunk benne feleségemmel és három gyerekünkkel. 2007-ben saját elhatározásból, közös megegyezéssel eljöttem az egyetemről, és megalapítottam a Kruppa-Mag Kft.-t. A családtagok közül hárman kutatók vagyunk, Jozsó fiam és én agrármérnök, Klaudia lányom pedig biológus. Klaudia már PhD-fokozattal rendelkezik, Jozsó fiam munka mellett végzi PhD-tanulmányait és kutatását. Kriszta lányom marketing és kereskedelmi tevékenységével segíti munkánkat. A cég ügyvezető többségi tulajdonosa, és egyben a vezető kutató-nemesítője jöma-



**Hungaro durumrozsából készült termékek a Bagatech sütő- és cukrárszipari kiállításon**

gam vagyok. Rajtam kívül mindenkinél van főállású munkahelye, de gyermekeim rész munkaidőben besegítenek a családi vállalkozásba.

– *Melyek a Kft. legfőbb tevékenységei?*

– A szántóföldi növénytermesztés biológiai alapjainak fejlesztése, ezen belül a lucerna-, a tritikále-, a rozs- és a burgonyafajok nemesítése, amely megalapozza a cég legjelentősebb árbevételét biztosító vetőmag-előállítás fajtaháttérét. A Kft. emellett fajta- és termékspecifikus agrotechnikai kutatásokat is végez fajtáink környezetbarát, minőségorientált és jövedelmező termesztése érdekében. A hasznosított fajták növényfajta-oltalommal is rendelkeznek. A cég részt vesz a fajtáival kapcsolatos egészséges táplálkozást segítő, új élelmiszeripari termékek és takarmányok fejlesztésére irányuló kutatásokban is. A fajták jó betegségezisztenciája lehetővé teszi az ökológiai gazdálkodásban történő eredményes hasznosításukat is. A Kft. által képviselt fajták közül a Hungaro tritikálé és a Ryefood rozsfajták szaporító és vetésterülete meghatározó Magyarországon, de az Olimpia lucernafajtáké is évről évre növekszik.

– *Az említett Hungaro durumrozs már olyan újdonság értékű növényfajta, aminek a lisztjéből készült pékáruk táplálkozási és élettani tulajdonságai igen kedvezőek. Számos pékárut készítenek belőle. Mit érdemes tudnunk a durumrozsról?*

– Magyarországon az első étkezési célra is elismert tritikále-, vagyis durumrozs-fajta a Hungaro, amely rekombinációs hexaploid tritikále. Később azért kapta a durumrozs nevet, mert – mint keményszemű tritikále – elsősorban a durumbúza és -rozs tulajdonságait (genomjait) egyesíti magában, de új kedvező tulajdonságai is vannak. A Hungaro durumrozs az első tritikálé a fajon belül, amit étkezési és takarmány célra egyaránt bejegyezték, és így kapott állami elismerést és növényfajta-oltalmat. A Hungaro durumrozs tehát étkezési tritikáléfajta. A rozsgenom adja a kórokozókkal szembeni rezisztenciát és a jó alkalmazkodóképességet a kedvezőtlen ökológiai körülményekhez, beltartalom szempontjából pedig a magasabb ásványianyag- és rosttartalmat, B-vitamin- és E-vitamin-tartalmat. A búzától örökölt gének adják a nagy termést és a jó sütőipari minőségi tulajdonságokat. Ráadásul van még néhány olyan kedvező új tulajdonsága is, ami egyik szülőfajra sem jellemző, ilyen az egyedi finom íz. Hazánkban – mint

egészségünk megőrzését segítő alternatív gabonafélének – egyre szélesebb körű a felhasználása, többek között pékáruk, tészták és újabban cukrásztermékek is készülnek a lisztjéből. Ma már a Hungaro durumrozs lisztjéből kenyerek, bagettek, finompékárúk, kalácsok és péksütemények készülnek nagy választékban az ország különböző részein, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Veszprém, Zala, Baranya és Somogy megyékben.

– *Miért kedvezőbb a durumrozs fogyasztása, mint például a búzából, rozsból, kukoricából készült termékeknek? Vajon betörhetünk-e vele akár az európai piacra is?*

– A durumrozs lisztjét a búzáénál magasabb fehérjetartalom jellemzi és ebben az esszenciális aminosavak mennyisége magasabb. Az ásványianyag-tartalom tekintetében a durumrozsban a búzáénál magasabb a P-, K-, Ca-, Cu-, Mg- és Zn-tartalom, melyek segíthetnek a szervezet ásványi anyag és mikroelem-bevitelének növelésében. A vitaminok közül az E-, B<sub>1</sub>-, B<sub>2</sub>- és B<sub>6</sub>-vitaminból a durumrozs liszt kétszer annyit tartalmaz, mint a búzaliszt. Táplálkozáselettani jelentőségét fokozza, hogy nyersrost és élelmi rost tartalma több mint kétszerese a búzalisztének, összes szénhidrátartalma közel 10%-kal alacsonyabb, így energiataralma ezzel arányo-

A durumrozs fehér és teljes kiőrlésű lisztje egyaránt kedvelt a fogyasztók, a pékek, a tésztagyártók és a cukrászok körében. A Hungaro durumrozs országosan és világviszonylatban is az első olyan étkezési tritikáléfajta, amelynek lisztjéből önállóan is kiváló minőségű és finom ízű új funkcionális élelmiszerek állíthatók elő. Elterjedése a humán táplálkozásban új élelmiszeralternatívát jelenthet a hagyományos gabonafélék mellett. Ma és a közeljövőben, amikor a világ a környezetszennyezésből eredő ártalmakkal és élelemhiánnyal szembe-sül, akkor a Hungaro durumrozs új lehetőségeket kínál a környezetkímélő étkezési gabonatermelés növelésére és az ezekből készült egészséges élelmiszerek (kenyér, tészta, sütemények stb.) előállítására. Már külföldön is érdeklődnek iránta. Hamarosan megindulhat az első export. A Hungaro durumrozs jelentősége a természetesben is egyre inkább növekszik, amelyet az aszályos évek még tovább fokoznak.

– *Számos, a növény-nemesítés területén elért eredményéért kapott elismerést, így Jedlik Ányos-díjat, tulajdonosa a legmagasabb szakmai elismerést jelentő Fleischmann Rudolf-díjnak, Mag Aranytoll-díjas agrárszakíró. Melyik díjra a legbüszkébb?*

– A talán legkedvesebb a Mag Aranytoll-díj, amelyet a Mag Kutatás, Termesztés, Kereskedelem szaklapban közölt szakkikkekért ítélt meg nekem, de természetesen büszke vagyok a többi elismerésre is.

– *Milyen tervei vannak? Továbbra is az egészségesebb emberi étkezés terén szeretnének még nagyobb sikereket elérni, vagy más irányba folytatják a nemesítést?*

– Olyan újabb fajták előállításán fáradozunk, amelyek az emberek és állatok számára egyaránt egészséges, jó minőségű táplálékot biztosítanak, termesztésük pedig környezetbarát módon és eredményesen folytatható.

Szeretném, ha pár éven belül elsőként József fiam, majd a lányaim is egyre nagyobb részt vállalnának a családi vállalkozásunkban, a kutató-nemesítő munkában. Jó lenne, ha lassan átvénnék az irányítást tőlem, és saját terveiket itt valósítanák meg. Továbbfejlesztenék cégünket, egyre több országba juttatnák el fajtáinkat, örömeiket lelnék a nemesítésben, kutatásban, és élveznék ennek gyümölcsét – legalább úgy mint én.

Az interjút készítette:  
KAPITÁNY KATALIN



**Hungaro durumrozsból készült teljes kiőrlésű cipő**

san kisebb. Lisztjéből kevesebb cukor hozzáadásával is ugyanolyan édes süteményeket lehet készíteni, mint búzalisztből több cukorral. Valószínű, hogy ez a Hungaro durumrozs különleges, édes ízt adó élelmi-rostjaihoz köthető.

SZAKÁLL SÁNDOR

# Veszélyes ásványok

Mielőtt áttekintenénk, hogy mitől lehetnek veszélyesek az ember számára egyes ásványok, néhány szóval definiáljuk pontosabban ezeket az anyagokat. Az ásványok természetes úton képződött, vagy ma is képződő, határozott kémiai összetétellel és néhány kivételtől eltekintve rendezett belső szerkezettel (kristályszerkezet) jellemezhető vegyületek, ritkábban elemek. Bár az alábbiakban bizonyos ásványok veszélyességéről lesz szó, azért már előljáróban leszögezhetjük, hogy ásványok nélkül nem lenne élet, jelenlétük nélkülözhetetlen a bioszféra számára. Az ásványokkal kapcsolatos tevékenységeknél azonban figyelni kell esetleges veszélyeikre. Mindenekelőtt megállapíthatjuk, hogy az ásványok által okozott veszélyek a természetes előfordulási helyeiken a legcsekélyebbek. Azonban a bányászat, a nyersanyag előkészítése, feldolgozása és hasznosítása során, mivel ekkor nagy koncentrációban érintkeznek a környezettel, azon belül az emberrel, még a körültekintően végzett munka mellett is számos egészség-károsodást okozhatnak. A természetben az ember általi felhasználás során veszélyessé válható ásványok legtöbbször más, kísérő fázisokkal együtt fordulnak elő, sokszor nagy „hígításban”. Ekkor a környezetükkel relatíve kis határfelülettel érintkeznek. A károsanyagoktól való elválasztás, dúsítás jelentősen növeli a koncentrációjukat és ezzel együtt az esetleges egészség-károsító hatásukat. Az ásványok aprításával például megnő a határfelületük, ezzel a környezetükkel való anyagszere, a káros hatás lehetősége jelentősen fokozódik.

Az ásványok veszélyességének sokféle oka lehet, hogy néhány kuriózummal kezdjük, például az értékük, a szépségük. A legnagyobb értékű drágakövek, például a nagy, csiszolt gyémántok azzal okozhatnak veszélyt a tulajdonosára, hogy akár emberéletet sem kímélve próbálják eltulajdonítani őket. A leghíresebb gyémántok között számos olyan akad, melynek történetéhez vér tapad. A kék színű, „Hope” nevet viselő leghíresebb színes gyémántot nevével (remény) ellentétben története során például elátkozott drágakönek tartották a tulajdonosait ért tragédiák miatt. A sok balszerencse után azt mondták, hogy az elajándékozása az egyetlen mód a balsorstól megszabadulni. És láss csodát, Harry Winston amerikai ékszerész az egyetlen, akivel semmi katasztrófa nem



1. ábra. Színes szulfátos kiválások Roşia Poieni ércbánya külfejtésében (Románia)

történt, ő ugyanis elajándékozta a Hope-ot a washingtoni Smithsonian Intézetnek, ott őrzik most is. A stratégiai szempontból fontos ásványok például attól válhatnak veszélyessé, hogy akár országok közötti konfliktusokat okozhatnak (ún. konfliktusos ásványok). Korunkban ilyenek például a tantál, a volfrám és a ritkaföldfémek ásványai, a technikában játszott fontos szerepük miatt. A test festése, a női szépségápolás is járhatott a korábbi évezredekben, évszázadokban veszélyekkel, ha olyan ásványok porát festették magukra az emberek, melyek komponensei betegségeket okozhattak.

A legtöbb egészségügyi kockázatot egy mai ember számára elsősorban a következő ásványok jelenthetik: a *toxikus* elemeket vagy *radioaktív* elemeket tartalmazók (olyanok is akadnak, melyekben mindkét típus jelen van), illetve a parányi szemcsék révén a levegőből belélegzéssel szervezetünkbe kerülő ásványok. Köztudott, hogy egyes átmeneti fémek, félfémek (összességében nehézfémeknek is nevezik) bizonyos koncentrációban akadályozzák a normális sejtműködést, sokféle betegséget okozhatnak. Ezeket nevezzük *toxikus* (mérgező) elemeknek. Az öt legveszélyesebbnek tartott *toxikus* elem az *arzén*, *ólom*, *higany*, *kadmium* és *króm*. Az élőlényeknek a legtöbb nehézfémre különböző mértékben mégis szükségük van: a kobalt, a molibdén, a cink például az ember

számára szükséges (esszenciális) elemek, a túlzott bevitel viszont ezekből is káros lehet. Más nehézfémek, mint a higany, az arzén vagy az ólom viszont olyan toxikus fémek, melyeknek nincs ismert pozitív élettani funkciójuk, sőt felhalmozódásuk a szervezetben súlyos betegségekhez vezethet. Egyes, általában *toxikusnak* tartott elemek bizonyos szervezetek számára viszont szükségesek lehetnek, ilyenek például a vanádium és a kadmium. Tehát egy elem

*toxikus* (mérgező) volta legtöbbször függ a koncentrációjától, illetve az élőlénytől magától. Felvetődhet a kérdés, hogyan függ mindez össze a veszélyes ásványokkal? Nos, a fent említett *toxikus* elemek erendően ásványokból származnak, ásványokból kerülnek a talajba, a vizekbe, onnan pedig az élőlényekbe (növényekbe, állatokba és az emberekbe). A fő gond az, hogy a leginkább *toxikus* fémek döntően szulfidok komponensei a földkéregben. Amíg a szulfidok (főleg fémeknek kénnel alkotott vegyületei) oxigéntől elzárt környezetben vannak, addig kevés gondot okoznak. Viszont a felszín kö-



2. ábra. Bomlásnak indult vas-szulfid (pirit)

zelébe, oxidatív környezetbe kerülve instabillá válnak, szulfátokká alakulnak át, ezáltal a szerkezetükben még kötötten elhelyezkedő nehézfémek mobilissá válnak (1. ábra). Az ily módon elbomló szulfidos ásványok-



**3. ábra. Higany-szulfid (cinnabarit) Selmecbányáról (Jäger V. felvétele)**

ból a szabaddá váló fémionok a talajba és a vizekbe kerülnek, így hozzáférhetővé válnak az élőlények számára. Az élőlényekben felhalmozódva, mint fentebb említettük, sokféle betegséget okozhatnak. De ez az élővilág számára eleve negatív hatás még azzal is fokozódik, hogy a szulfidból szulfáttá átalakulás közben kénsav is képződik. A vizek pH-jának savassá válása alapvetően veszélyezteti az élőlények sejtműködését, ezáltal az élettevékenységet. Ilyen körülmények között ráadásul a fémek oldékonysága is jelentősen megnő. Fontos hangsúlyozni, hogy amíg a szulfidok az eredeti, feltáratlan lelőhelyükön vannak az előbbieken jelzett veszélyek általában minimálisak. A negatív hatásokat az ember a bányászati és feldolgozóipari tevékenysége révén, – minthogy fémek kinyerése céljából nagy mennyiségben bányászza a szulfidokat, – a sokszorosára növeli.

Az alábbiakban ismerkedjünk meg a legfontosabb szulfidokkal: gyakoriságuk miatt elsőként a piritet, illetve a markazitot kell említeni, kémiai szempontból mindkettő vas-szulfid, képletük  $\text{FeS}_2$ , köbös, illetve rombos kristályszerkezetűek (2. ábra). Annak ellenére, hogy a vas nem toxikus nehézfém, éppen gyakoriságuk miatt, (minthogy rendkívül sokféle földtani környezetben otthonosak), az oxidatív környezetben történő bomlásuk során képződő kénsav savasodást okozó hatásával mindenütt számolni kell. Különösen nagymértékű a savasodás kockázata a bányászati és ércelőkészítési hulladékok esetén. De közvetlen összefüggés van a pirittartalom leginkább kén-dioxidá alakul át és a levegőbe kerül. A kén-dioxid a vízzel kénsavat alkot, ez pedig savas kémhatású esőt

eredményezhet. A savas eső hatásának súlyosságát több tényező befolyásolja: az ülepedő anyag mennyisége, a fogadó felület fajtája (kőzet, talaj, víz, beépített terület), savközömbösítő képessége, valamint az ott élő élőlények alkalmazkodó képessége. A növényvilágra nézve a pH-változás a lényeges, melynek során kioldódnak a talajból az esszenciális és toxikus fémek, ezáltal felvehetőségük megnő, másrészt a talaj mikroorganizmusainak pusztulása a következmény, amely egyes fajok elpusztulását eredményezi.

A toxikus fémeket tartalmazó szulfidok közül bányászati szempontból a köbös galenit ( $\text{PbS}$ ) az ólom, a trigonális cinnabarit ( $\text{HgS}$ ) a higany, a tetragonális kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ) a réz, a köbös hawleyit és hexagonális greenockit (mindkettő  $\text{CdS}$ ) a kadmium, a monoklin arzenopirit ( $\text{FeAsS}$ ) az arzén, a rombos antimonit ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ) az antimon fő forrása (3–4. ábra). Az arzénnek még számos gyakori szulfidja ismeretes és fontos megjegyezni, hogy mállásukból nemcsak szulfátok, hanem arzenátok is keletkezhetnek, tehát az erősen toxikus arzén is mobilissá válik. A szulfidok arzéntartalmának mobilissá válása okozza, hogy az arzén az átlagosnál nagyobb mennyiségben vizekbe belekerülhet, ezt a jelenséget az Alföldön sajnos jól ismerjük. A fentiekben említett ásványok bányászata, feldolgozása során kerülnek napfényre jelentős mennyiségben a leginkább emlegetett toxikus fémek. Emiatt különösen nagy gondot kell fordítani a bányászati és ércelőkészítési hulladékokra (meddőhányók, flotációs hányók stb.), hogy a még bennük lévő toxikus nehézfémeket elszigeteljük a környezetüktől. Ennek legfontosabb lépése, hogy elszigeteljük a bányászati hulladékokat az oxidációtól. Ehhez hasonlóan szükséges kezelni, rekultiválni a felhagyott bányavágatokat, külfejtéseket is, ahol szintén folyik a még ott maradt szulfidok oxidációja, és emiatt a bányavizek savas kémhatásúak. Hazai viszonylatban főként a Mátra területén – hiszen itt működtek az utóbbi évtizedekben szulfidos ércbányáink – találkozhatunk hasonló problémákkal, melyeket komplex módon kezelnek napjainkban is (5. ábra). Éppen itt, Gyöngyösorszi térségében szembesültünk évekkal ezelőtt először magas ólom- és arzéntartalmú vizekkel, talajokkal. Vannak azonban „szerencsésebb” szulfidos értelepek is, melyek karbonátos kőzetekben helyezkednek el, így a szulfidok bomlásából generálódó savasodást a karbonátok (kalcit, dolomit) semlegesítik.

Ilyen esettel találkozhatunk a rudabányai külfejtésekben. Ha az egészségügyi kockázat szempontjából veszélyességi sorrendet akarunk megállapítani, akkor egyértelműen azok a területek a legproblematikusabbak, ahol szulfidokat bányásznak és dolgoznak fel. Tehát a bányászatban, és az ehhez kapcsolódó iparágakban dolgozók kívánják a legnagyobb védelmet. Ennél kisebb, de nem elhanyagolható az ilyen környezetben élő emberek, települések védelme sem. A fentiek összegzéséként megállapíthatjuk, hogy a toxikus elemek szempontjából a szulfidok hordozzák a legnagyobb egészségügyi kockázatot a bioszféra számára. Más a helyzet a krómmal, az egyik veszélyes toxikus elemmel, mert ez a földkéregben legnagyobb mennyiségben egy kémiaiailag stabil oxidban, a köbös kromitban ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) koncentrálódik, ebből nyerik ki. Valójában a hat vegyértékű krómot tartalmazó ásványok, például a kromátok veszélyessége a kiemelkedő, de ezek elég ritkán fordulnak elő a



**4. ábra. Vas-arzén-szulfid (arzenopirit) Nagybörzsönyből (Tóth L. felvétele)**

természetben (a kromitban a króm három vegyértékű). Természetesen bizonyos fémipari technológiák ezek mennyiségét jelentősen megnövelhetik.

A veszélyes ásványok másik jelentős csoportja a radioaktív sugárzásuk miatt okozhat egészségkárosodást, válhat veszélyessé. Köztudott, hogy a radioaktív elemek és radioaktív izotópok a radioaktív sugárzásuk révén roncsolják a sejteket, akadályozzák a normális sejtműködést. A radioaktív ásványok vegyületalkotóként vagy helyettesítőként tartalmaznak radioaktív elemeket. Mindkettőre az urán- és tóriumtartalmú ásványok a legjobb példák. Az urán szempontjából vegyületalko-



5. ábra. Szulfátok kiválása a felhagyott mátraszentimrei ércbányában (Tóth L. felvétele)

tóként az uránit (kőbős  $UO_2$ ) a legfontosabb, mivel döntően ebből nyerik ki az uránt, a tóriumnál pedig ennek szerkezeti rokona a torianit (kőbős  $ThO_2$ ) okozhat gondot. A sokkal gyakoribb uránit általános veszélyességét nagyban csökkenti az a tény, hogy csak uránérctelepekben halmozódik fel nagy tömegekben (6. ábra). Emiatt szintén a bányászat és az ércfeldolgozás, ércdúsítás jelenti a legnagyobb egészségügyi kockázatot az ott dolgozók, illetve a tágabb környezetben élők számára. A környezet szempontjából ebben az esetben is kiemelt feladat a radioaktív bányászati hulladékok kezelése. Ebben az esetben alapvető cél a radioaktivitás elszigetelése a környezettől. Mindezzel együtt nagy fontosságú a bányavizek folyamatos ellenőrzése is. Hazai szempontból szintén ezek a prioritások az 1990-es években bezárt, Pécshez közeli kővágószőlősi uránbányával kapcsolatban. Vannak azonban az előbbieknél sokkal gyakoribb radioaktív ásványok, melyek ráadásul magmás, metamorf és üledékes kőzetben széles elterjedésűek, igaz jobbra kis mennyiségben. Ezek az ún. járulékos vagy mellékes kőzetalkotók közé tartoznak és kristályszerkezetükben a radioaktív elemek (az urán és/vagy a tórium) ritkaföldfémeket (RFF), vagy cirkóniumot helyettesítenek. Ilyen ásványok a cirkon (tetragonális  $ZrSiO_4$ ), a xenotim-sor (tetragonális RFF-foszfátok), a monacit-sor (monoklin RFF-foszfátok) és az allanit-sor (monoklin RFF-tartalmú csoport-szilikátok) tagjai (7. ábra). Olyan területeken, ahol a felszín közelében uránt és/vagy tóriumot tartalmazó kőzetalkotók, tehát leginkább a cirkon, monacit, allanit, xenotim jelen vannak, valamint különösen, ha ilyen kőzetek mállástermékeként keletkezett talaj van a felszínen, és erre építkezünk, az ilyen környezetben lévő zárt terek (pincék, szobák) levegője anomális nagyságrendű radonkoncentrációt mutathat. Éppen ezért hangsú-

lyozzák ilyen helyeken a házak helyiségeinek gyakori szellőztetését. A radon radioaktív izotópjai ugyanis éppen az urán/tórium bomlása során kerülnek a levegőbe. Az ilyen területeken épült házak légterében tehát jelentősen dúsulhatnak a radon izotópok, ezáltal kitevé az ott lakókat a például tüdőrák kockázatának. Ebben az esetben tehát nem az elsődleges urán, vagy tórium okozza a legnagyobb egészségügyi kockázatot, hanem az ezek bomlásából származó radon, sőt még inkább annak további bomlástermékei. A bomlástermékek megtapadnak a levegőben található aeroszol-részecskéken, ezek révén pedig a tüdőben. Ebből következik, hogy a légköri aeroszol-koncentráció nagyságával a szervezetünkbe jutó bomlástermékek mennyisége is nagyobb lesz, emiatt az egészségügyi kockázat jelentősen emelkedik.

A fenti gondolat egyúttal átvezet bennünket a veszélyes ásványok harmadik nagy csoportjába, azokhoz, melyek önkéntelenül,



6. ábra. Uraninit Kővágószőlősről (Tóth L. felvétele)

légzésünk révén kerülnek be a szervezetünkbe és okozhatnak különféle betegségeket. Talán annyira nem közismert, de a levegőben is sokféle ásvány található. Igaz, ezeket apró méretük miatt nem látjuk, de éppen ezáltal válhatnak veszélyessé, mert könnyen a

légzőrendszerünkbe kerülhetnek. A néhány-szor tíz mm-es porok, illetve a néhány mm és nm közötti aeroszolok döntő része kis koncentrációban nem okoz komoly gondot számunkra. Sem a szárazfölkök fölött uralkodó, gyakori kőzetalkotókból álló ásványi porok, sem a tengeri atmoszférában domináló ún. tengeri sók. Komoly egészségügyi kockázatot a toxikus elemeket, a radioaktív elemeket vagy izotópokat tartalmazó porok és aeroszolok, illetve bizonyos azbeszt megjelenésű, roppant finomszálalású ásványok jelentik. Természetesen ilyen esetekben is perdöntő ezen anyagok koncentrációja az atmoszférában. Nyilvánvaló, hogy – miként fentebb hangsúlyoztuk – az ásványok veszélyességét jelentősen megnöveli a bányászat és az ipari tevékenység. Hiszen emiatt kerülhetnek nagyobb koncentrációba a levegőbe ilyen anyagok, tehát ebben az esetben is legnagyobb mértékben a bányászatban és a feldolgozóiparban dolgozók, illetve az iparilag erősen terhelt területeken élők egészségügyi kockázata a legjelentősebb. A bányászatban már évszázadok óta ismert a szilikózis nevű betegség, melyet főleg a frissen porított és belélegzett szilícium-dioxid (döntően a kvarc) okoz. De ez a jelenség eddigi tudásunk szerint fokozott kockázatot jelent a tuberkulózis, tüdőrák és egyes autoimmun betegségek kialakulásánál is. Ennél a folyamatnál is megfigyelhető, hogy mennyire fontos a szemcsék mérete. A kvarc, hacsak nem apró szemcseméretű, teljesen semleges anyag a bioszféra szempontjából, mondhatnánk még környezetbarát ásványnak is. De parányi szemcsemérettel és ennek nagy koncentrációjával, mint fentebb láttuk számos betegség okozója lehet. A légköri aeroszol részecskék emberi egészségre gyakorolt negatív hatásával kapcsolatban az alábbiakat állapították meg: összefüggés van a megnövekedett aeroszol koncentráció és a tüdőgyulladás, asztma, érrendszeri és daganatos megbetegedések között. A durva  $> 2,5 \mu m$ , valamint a finom  $< 2,5 \mu m$  részecskék koncentrációjának növekedése 1,7, illetve 4 %-kal növeli a napi halálozás kockázatát. A nanorészecskék sejtszintű toxicitásának felismerése pedig új kutatási irányokat nyitott meg, a nanotoxikológiát. Egy klasszikus, de szerencsére ma már nem aktuális példa a toxikus elem ólom atmoszférában való jelenléte. Korábban az üzemanyagokhoz ún. kopogásgátlás céljából ólomtartalmú vegyületet, ólom-tetraetil adalékoltak, ebből az üzemanyag elégetése során az ólom a levegőbe, a környezetbe került. Forgalmas utak mentén a talajban, vagy a növényekben olykor vegyületalkotó mennyiségben is kimutatták, például ólom-foszfátok formájában. Mivel ma már csak ólommentes benzint gyártanak, ez a jobbára városi, illetve nagy forgalmú utak környezetére jellemző probléma megoldódott.





7. ábra. Cirkon mm-es kristályai Budapestről (Tóth L. felvétele)

Ennél ma már sokkal nagyobb problémát okoz az aszbest, különös tekintettel arra, hogy évtizedeken keresztül, – Magyarországon például az 1970-es és 80-as években – népszerű építőanyag volt, köz- és lakóépületekben, tűz, hő és zaj elleni szigetelésre sokféleképpen alkalmazták. Nagy mennyiségben használták például tetőfedésre (palatető) és gépkocsik fékpofáiban. Több mint ezer alkalmazását ismerjük, melyek döntően a kis kötőanyagú aszbest (80-95% aszbest kevés kötőanyaggal) és az aszbestcement (5-10% aszbest cementbe ágyazva) kategóriákba sorolhatók. Közvetlen környezetünkben tudásunk nélkül is körbe lehetünk véve aszbesttel. Ahogy az lenni szokott, csak a széleskörű felhasználás után később derült ki, hogy az aszbest a szervezetünkbe kerülve, főleg a tüdőben különböző betegségeket, akár rákos elváltozásokat okozhat. Az aszbest elnevezés egyébként olyan ropant finomszálú szilikátásványok megjelenésére használatos, melyekben az egyes szálak vastagsága kisebb, mint  $3\mu\text{m}$ . Valójában két ásványcsoport, a szerpentinek és az amfibolok szolgáltatták az ipar számára legnagyobb mennyiségben ezt az egyébként különleges, tűzállósága révén már az ókor óta ismert anyagot. A szerpentinásványok közül elsősorban a monoklin krizotil – kémiai képlete:  $\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$  – jelenik meg ilyen módon, ezt bányászták nagy mennyiségben (8. ábra). Az amfibolok között számos aszbest megjelenésű ásványt hasznosítottak, ilyen a tremolit, aktinolit, riebeckit és antofillit. A kutatások kimutatták, hogy az amfibolaszbest sokkal veszélyesebb, mint a szerpentinaszbest, ami arra vezethető vissza, hogy a szerpentinaszbest szálai

lassan feloldódnak a tüdőben. Tekintettel arra, hogy 2005-től már krizotilaszbestet sem lehet felhasználni ipari termékekben (az amfibolaszbest használatát korábban betiltották), az ennél régebben létesített épületeket érdemes átnézetni aszbestmentesítés szempontjából. Mivel az építkezéseknél sokféle alkalmazása volt, egyáltalán nem felesleges ezt az ellenőrzést elvégezni. Az aszbest-probléma nyilvánvaló, hogy hatványozottan jelentkezett a bányászatban és a feldolgozóiparban. Hazánkban aszbestet sosem bányásztak, legközelebb a szlovákiai Dobsinán termeltek ki évtizedeken keresztül krizotilaszbestet. Nálunk a legnagyobb aszbestfeldolgozó üzemek Nyergesújfalun és Selypen működtek. Akadnak még finomszálú ásványok a zeolitok körében is (ezek szintén szilikátok), melyek egészségügyi kockázatot jelentenek egyes vidékeken. A törökországi Kappadókiában, – mely terület csodálatos sziklaképződményeiről és az abba faragott építményeiről híres – vált ismertté, hogy az egyik finomszálú kőzetalkotó, az erionit hasonló egészségkárosodást okozhat, mint az aszbest. Főleg azokon a területeken, ahol az erionittartalmú vulkáni kőzet őrlésével zúzalékot állítanak elő és ezzel borítják az utakat. Valójában ennek a közlekedés által felkavart és a levegőbe került pora okozza a legnagyobb egészségügyi kockázatot.

Bár bizonyára még lehetne folytatni a veszélyes ásványok sorát, de úgy gondoljuk a lényeges típusokat bemutattuk. Vajon milyen tanulságokat találunk a fenti gondolatokban? Ilyen sok veszélyes ásvány van? Vagy valami más áll a veszélyek hátterében? Eddigi ismereteink alapján kijelenthetjük, hogy az ásványok döntő része csak az emberi felhasználás (bányászat, előkészítés, feldolgozás, alkalmazás) munkafolyamataiban során válhat veszélyessé. A természetes ásvány-előfordulások általában minimális veszélyt hordoznak. Az ember által megmozgatott, napvilágra hozott óriási kőzettömegek, azok aprítása, őrlése, vegyi folyamatokkal történő átalakítása és különböző célokra történő alkalmazása koncentrálna annyira a bennük lévő hasznos ásványokat és ezáltal a toxikus és radioaktív

elemeket, hogy valódi egészségügyi kockázatot okoznak. Szintén az emberi beavatkozás okozza az aszbest-problémát és a szilikózist. Másik tanulság, hogy a veszély nem szűnik meg a bányászattal és feldolgozási folyamatokkal, a közvetlen környezetünkben lévő alkalmazások további veszélyeket hordozhatnak, ennek már említett iskolapéldája az aszbest-probléma.

Mit tehetünk a veszélyek csökkentése céljából? Hagyjunk fel a bányászattal és az ehhez kapcsolódó iparágakkal? Kijelenthető, hogy az ásványi nyersanyagokat, mint nem megújuló erőforrásokat az emberiség pazarló módon használja. Bizonyára csökkenthető lenne az igény gazdaságosabb, takarékosabb felhasználással, az újrafelhasználás lehetőségeinek még jobb kiaknázásával, illetve helyettesítő anyagok használatával. A fejlett országokban az aszbest betiltásával egyidőben például már megjelentek az azt helyettesítő anyagok. Ahol egyébként a bányászattól a feldolgozáson



8. ábra. Aszbest megjelenésű krizotil Ipolyberzencéről (Szlovákia) (Jäger V. felvétele)

át, a bányászati és ipari hulladékok kezelésén túl a tájrehabilitációig nagyon szigorú követelményeknek kell megfelelni. Hiszen csak ebben az esetben nem veszélyeztetjük a jövőnket, a földi életet, a civilizációt. Egyúttal viszont azt is tudomásul kellene vennünk, hogy a civilizáció és az élet fenntartásához szükségünk van ásványokra. Ezt két példával szeretném jelezni: egyrészt a számítástechnikában a 92 természetes kémiai elem közül mintegy 60-at használunk fel, melyek csaknem mind ásványokból származnak. Másrészt nem létezik egészséges emberi életműködés az esszenciális elemek nélkül (jelenleg mintegy 23-at sorolnak ebbe a kategóriába), ezek néhány kivételtől eltekintve erendően szintén ásványokból származnak.

Legyünk tehát ásványbarátok!

HOLLÓSY FERENC

# 50 éve halt meg Julius Robert Oppenheimer

Német fizikusok, *Otto Hahn* és *Fritz Strassmann* 1938 decemberében kísérletileg igazolták az urán atommaghasadását. *Lise Meitner* és unokaöccse, *Otto Robert Frisch* számításokkal bizonyította, hogy az urán maghasadása nyomán óriási energia szabadul fel. Olyan pusztító erejű robbanás idézhető elő, amiről addig álmodni sem lehetett. A náci Németországban pedig már rájöttek erre! Amikor *Niels Bohr* felismerte ennek jelentőségét, azonnal áthajózott az Egyesült Államokba, és haladéktalanul kapcsolatba lépett a Princetonban dolgozó fizikusokkal. A hír általános megdöbbenést keltett fizikus körökben.

*Szilárd Leó* azonnal felismerte a német atombomba kifejlesztésének fenyegető rémét. *Wigner Jenővel* és *Teller Edével* ezért *Einstein*hez sietett. Meggyőzték arról, hogy tekintélyt latba vetve, egy levélben figyelmeztesse *Franklin D. Roosevelt* elnököt a nagyon is lehetséges veszélyre. Roosevelt elnök a levél hatására rendelte el 1939 októberében az Uránbizottság felállítását, mely döntött egy az atombomba kifejlesztését megcélzó program elindításáról. A program Manhattan-tervként vonult be a történelembe.

A bomba előállításának megszervezésével *Leslie R. Groves* dandártábornokot bízták meg. Viszont komoly kérdés volt, hogy a sok kiváló képességű tudós közül kire bízzák a program tudományos irányítását? Ki rendelkezik megfelelő tudományos ismerettel egy ilyen hatalmas projekt irányításához? Ki ismeri Amerika legjobb tudósait? Ki tudja, miként lehet inspirálni és irányítani egy fiatal tudósokból álló nemzetközi csapatot? Ki az, aki lépést tud tartani a magfizika legújabb eredményeivel és alkalmazni is tudja azokat? A feltételeknek egyetlenegy ember felelt meg, *Julius Robert Oppenheimer*, egyike azon fizikusoknak, akiket ma az „atombomba atyja”-ként emlegetünk.



**Oppenheimer egy LIFE fotón 1945-ben**

(Forrás: <https://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=4648060>)

Oppenheimer 1904. április 22-én látta meg a napvilágot egy dúsgazdag német-zsidó családban New Yorkban. Édesapja, Julius Oppenheimer, 1888-ban érkezett bevándorlóként Németországból az álmok földjére, aki textiliák behozatalával hamarosan tekintélyes vagyont tett szert. Édesanyja, Ella Friedman tehetséges festő volt, aki fiatal korában Párizsban folytatott művészeti tanulmányokat.

Robert kiskorától fogva nagy szeretetben nevelkedett. A család fényűző körülmények között élt Manhattanban a Riverside Drive-on. A szobák falait Pablo Picasso, Édouard Vuillard, Vincent van Gogh festményei díszítették.

Robert hamar kitűnt kiváló szellemi képességeivel osztálytársai közül. Villámgyorsan megtanult olaszul, franciául, németül és görögül. Rajongott a francia

költészetért. A keleti filozófia lenyűgözte. Minden érdekelte. Olyan szeretettel és hozzáértéssel gyűjtötte az ásványokat, hogy 12 éves korára a New York-i ásványtani klub tiszteletbeli tagjává választották.

18 éves korában, amikor Európában együtt nyaralt családjával, vérhast kapott. Egy teljes évbe telt, mire felépült betegségéből. Szülei akkor úgy döntöttek, hogy a túlságosan is intellektuális lázadó Robertet elküldik lábadozni egy új-mexikói farmra. Itt napokon át járta lóháton a kanyonokat. Nem sejtette, hogy ez a táj mekkora szerepet kap majd az atombombaprogramban.

1922-ben iratkozott be a Harvard Egyetemre. Évfolymelsőként végzett kémiaiából, de kitűnő eredményeket ért el fizikából, keleti filozófiából, ógörögből, latinból és építészetből is. A 4 éves kurzust 3 év alatt végezte el. *Summa cum laude* minősítéssel diplomázott.

Mivel azokban az időkben Európa volt a tudományos élet központja, 1925-ben áthajózott Angliába. A Cambridge-i Egyetem nagyhírű Cavendish laboratóriumában kapott munkát *J. J. Thomson*nál. A feladatot azonban rém unalmasnak találta és végtelenül magányosnak érezte magát. Egyedül az ugyancsak zárkózott, de zseniális *Dirac*-kal folytatott tudományos viták jelentettek számára felüdülést.

Szerencsére *Max Born* felfigyelt a publikációira, és meghívta a Göttingeni Egyetemre. Itt 1927-ben dicsérettel védte meg doktori fokozatát. A kor szokása szerint, a doktori cím megszerzését követően végiglátogatta Európa leghíresebb kutatóközpontjait: járt a hollandiai Leidenben, Utrechtben és a Zürichi Szövetségi Műszaki Egyetemen is.

Az európai körútja során szerzett benyomások hatására eldöntötte, ha hazatér, a kvantummechanikának szenteli életét. 25 esztendősen az elméleti fizi-



**Oak ridge madártávlatból 1945-ben**

(Forrás: <https://www.whaleoil.co.nz/2017/11/photo-of-the-day-1198/>)

ka egyik legismertebb amerikai kutatója lett és a Berkeley Egyetemen kapott professzori állást. Azért, hogy a legújabb tudományos eredményekről is információi legyenek, Pasadenában, a Kaliforniai Műszaki Egyetemen (Caltech) is állást vállalt.

A hallgatók szerint egyetemi előadásainak stílusa rémes volt. Viszont, akik követni tudták, azok csüngtek minden szaván. A magas, sovány, hideg kék szemű tudós, aki egyébként láncdohányos volt és rágta a körmeit, kultikus figura lett mindkét egyetemen. „Oppie”-t, ahogy diákjai nevezték, karizmatikus tanárként tartották számon, aki ragyogó képességű diákok sorát vonzotta a Berkeley-re.

1936-ban beleszeretett egy pszichológushallgatóba, *Jean Tatlock*-ba. Kapcsolatuk meglehetősen viharos volt. Kétszer is eljegyezték egymást, de mind a kétszer fel is bontották a jegységüket. Oppenheimer, aki neveltetéséből kifolyólag liberális elveket vallott, Jean hatására egyre jobban elkötelezte magát a baloldali elvek mellett, de Jeannel ellentétben, nem lépett be a kommunista pártba.

Előbb édesanyja halála, majd 1937-ben édesapja elvesztése nagy veszteség volt számára. Apja után hatalmas vagyont örökölt, amelynek egy részével jótékonykodott és különféle szervezetek munkáját támogatta. Nem sejtve, hogy ezek egy része antifasiszta egyesület, illetve az amerikai kommunista párt fedőszerveként működő szervezet. Mindenesetre baloldali szimpátiája később sok baj forrása lett.

A kvantummechanika terén elért eredményeinek, valamint *Heisenberghez*, *Dirachoz* és a többi nagy fizikushoz fűződő barátságának köszönhetően sok ajtó megnyílt előtte. Most, hogy az európai zsidó tudósok színe-java Hitler elől

elmenekült Göttingenből és Berlinből, a nem sokkal korábban alapított Princetoni Posztgraduális Intézet (IAS) lett az elméleti fizika új központja. Oppenheimer sokszor megfordult itt, és szívesen látott az újonnan érkezett szakértőkkel.

Ilyen előzmények után érthető, hogy Groves tábornok miért éppen Oppenheimer szemelte ki a Manhattan-terv tudományos vezetőjéül. Groves és Oppen-

mással. Groves mindig adott Oppenheimer véleményére. Így arra a javaslatára is igent mondott, hogy a bomba kidolgozását a Santa Fe városától 60 km-re északnyugatra a 2000 méteres magasságban fekvő Los Alamosban (A nyárfás) valósítsák meg.

A terv minden tekintetben ambiciózus és gigantikus méretű volt. Rádásul mindent titokban kellett csinálni! A Los Alamosban összesereglett lángelmék feladata az volt, hogy a Fermi által Chicagóban létrehozott láncreakciót használható fegyverre alakítsák. Los Alamost nem véletlenül nevezték viccesen „a Nobel-díjasok koncentrációs táborának”. Kormányrendelet volt ugyanis, hogy aki odamegy dolgozni, az a háború végéig nem hagyhatja el a helyszínt. Sőt, azután is még egy bizonyos ideig ott kell maradnia.

A fő feladat az volt, hogy az urán 235-ös és 238-as tömegszámú izotópját valahogyan elválasszák egymástól, és kellő mennyiségű, hasadásra képes anyagot állítsanak elő a bombához. Mivel az izotópok majdnem minden fizikai és kémiai tulajdonságban megegyeznek, a megoldást a 2 izotóp 3 neutronnyi tömegkülönbség okozta eltérő diffúziós sebességében találták meg. Az uránizotópok elválasztásához egy ún. gázdifúziós módszert dolgoztak ki. [Az urán-ásványokból nyert urán-oxidot ( $U_3O_8$ )



**A bombát előkészítik a tesztrobbantáshoz 1945. július elején**

(Forrás: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trinity\\_device\\_readied.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trinity_device_readied.jpg))

heimer olyan volt, mint a tűz és a víz. A nagydarab és nyers tábornok, valamint a nyakigláb, zárkózott tudós a kívülállók nagy meglepetésére remekül kijött egy-

azért kellett előbb urán-hexafluoridra, ( $UF_6$ ) alakítani, mert az urán dúsítása – az urán-235 izotóp koncentrációjának növelése – csak gázhalmazállapotban le-

hetséges.] A nagyüzemi termeléshez két telephelyet építettek fel rohamléptekben: az egyiket a Washington állambeli, a Columbia folyó egyik elhagyott völgyében fekvő Hanfordban, a másikat a Tennessee állambeli Oak Ridge városában (itt vállalt munkát Oppenheimer öccse,

megének eléréséhez 56 kg, legalább 85%-os dúsítottaságú izotópra volt szükség. Ehelyett a több tonnányi gázzá alakított urán feldolgozásával is csak egy kávéskanálnyi urán-235-öt sikerült előállítani! S az is még csak 15%-os tisztaságú volt! A program megvalósítása veszélybe

került volna, ha időközben Fermi fel nem fedezi a chicagói reaktorban folytatott kísérletei során a plutónium-239-et, ami akkor keletkezett, amikor a reaktorban az urán-235 kivonása után megmaradt, hasadásra nem képes urán-238-at neutronokkal bombázta. S ráadásul úgy találták, hogy a plutónium-239 kritikus tömege mindössze egyharmada az urán-235 izotópénak. Nagy volt a megkönnyebbülés, mert ezzel a program megmenekült. Az új hasadóanyagot fel lehetett használni a bombához az urán-235 helyett.

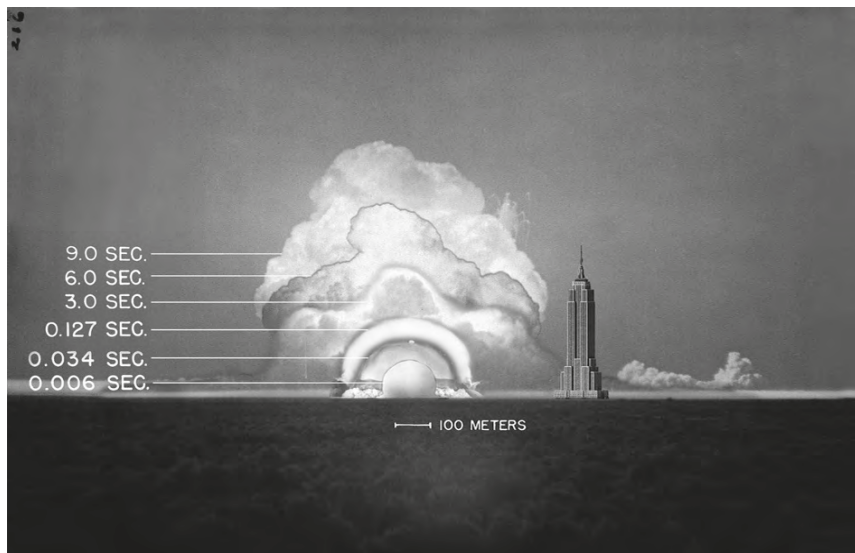
Az Oak Ridge-i és a hanfordi telepen azonnal megkezdték a plutónium előállítását. Időközben olyan ragyogó fizikusok, mint *Richard Feynman* és *Neumann János* kidolgozták a hasadóanyag optimális elrendezését és gyújtási módszerét, amelynek tesztelésére hamarosan sor került. A robbantás helyszínéül az új-mexikói alamogordói White Sand légitámaszpontot választották ki, ami kellően távol esett a kíváncsiskodó szemektől és eléggé biztonságos távolságra volt a lakott településektől. Robert ezt a környéket járta be lóháton még fiatal siheder korában, ami annyira megragadta. S lám, ez lett az első atombomba szülőhelye.

A Trinity névre keresztelt bomba robbantását 1945. július 16-án hajnali 5:30-kor hajtották végre. A látványtól Oppenheimer arcára kiült a döbbenet, és az egyik kedvenc olvasmánya, a Bhagavad-gítá sorai jutottak eszébe: „Én lettem a halál, a világok elpusztítója”. Ettől kezdve a világ már nem volt ugyanaz, mint annakelőtte. A szellem kiszabadult az atommag rabságából!

Németország kapitulációjának híre már a bomba felrobbantása előtt befutott a parancsnokságra. Ezzel ugyan véget ért a versenyfutás a németekkel, de a háborúnak még közel sem volt vége. Oppenheimerrel közölték, hogy a program folytatódik és minden megy tovább a korábbi tervek szerint. Az új elnök, *Harry Truman* új célpontot jelölt ki: Németország helyett Japán.

Ekkorra az atomtudósok vélekedése a bomba alkalmazását illetően jelentősen megváltozott, és két táborra szakadtak. Az egyikhez tartozott Bohr, Szilárd Leó és még számos kiemelkedő tudós, akik petíciót nyújtottak be az elnöknek azt kérve, hogy vonják nemzetközi ellenőrzés alá az atomfegyvereket. A másik tábor, ahová Oppenheimer is tartozott, nem írta alá Szilárd petícióját.

A csodafegyver első iles betetésére 1945. augusztus 6-án került sor. Az Enola Gay B-29-es



**A Trinity robbanását követő első 9 másodperc szuperponált fotókon. Az Empire States Building épülete a méretarányt mutatja**

(Forrás: <https://hu.pinterest.com/pin/432978951646011746/>)

Frank). A munkálatokban közel 150 000 ember vett részt.

Oppenheimer rengeteget dolgozott. Szervezett, egyeztetett, szakemberek hadát vezette. Groves időközben nyugtalanító jelentéseket kapott az amerikai titkosszolgálattól Oppenheimer kaliforniai előéletét illetően. Groves magyarázatot követelt. Oppenheimer őszintesége és szilárd politikai kiállása azonban meggyőzte a tábormokot Oppenheimer ártatlanságáról és kiállt mellette. Magánéletében is viharos változások történtek: szakított Jean Tatlockkal, és feleségül vette a 33 éves *Kitty Harrison*-t, akitől 1941-ben fia született.

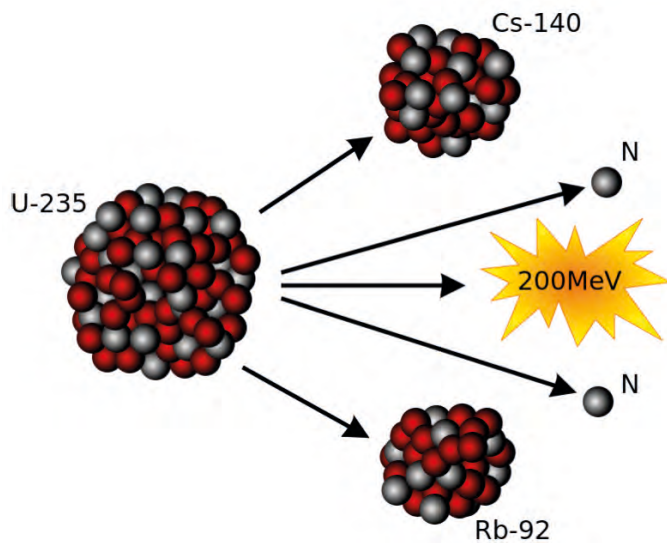
A gázdifúziós eljárásához az Oak Ridge-i üzemben állították fel a világ legnagyobb vákuumrendszerét. Ennek annyi energiára volt szüksége, mint ma egész Pittsburgh-nek. A vákuumpumpákat működtető dinamók előállításának vörösrézigénye olyan óriási volt, hogy csakhamar kimerítette az ország tartalékait. A hiány pótlására a közeli Fort Knox erődből hoztak mintegy 6000 tonna (!) ezüstрудat, amelyből aztán végeláthatatlan hosszúságú huzalokat készítettek a gígászi mágnesekhez. Azonban ezek az erőfeszítések sem bizonyultak elégségesnek, mert a gázdifúziós módszerrel sok probléma volt.

A bombában az urán-235 kritikus tö-



**Oppenheimer és Groves tábormok a robbantás helyszínén**

(Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/J.\\_Robert\\_Oppenheimer#/media/File:Trinity\\_Test\\_-\\_Oppenheimer\\_and\\_Groves\\_at\\_Ground\\_Zero\\_002.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/J._Robert_Oppenheimer#/media/File:Trinity_Test_-_Oppenheimer_and_Groves_at_Ground_Zero_002.jpg))



### Egyetlen atomnyi urán-235 bomlása

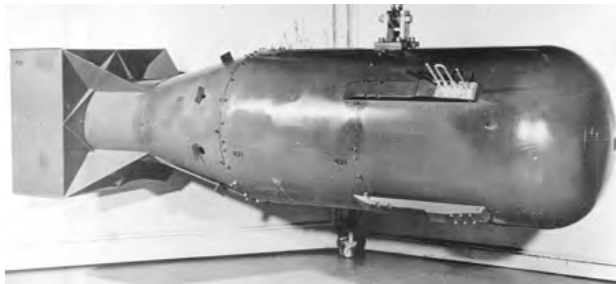
202,5 MeV energiát szabadít fel és szabad neutronokat termel

(Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ur%C3%A1n-235#/media/File:Kernzerfall.svg>)

nehézbombázó 9:14-kor dobta le a Little Boy nevű urántöltetű bombát Hirosimára. Három nappal később pedig egy plutóniumtöltetű bombát, a Fat Man-t szabadították rá Nagaszaki városára. Másnap a japánok kapituláltak.

1945 októberében Oppenheimer lemondott Los Alamos-i posztjáról, és visszatért a Kaliforniai Műszaki Egyetemre, hogy újra bekapcsolódjon az egyetemi életbe. 1947-ben kinevezték az Atomenergia Bizottság (AEC) általános tanácsadó testületének elnökévé. Még ugyanabban az évben elvállalta a világ addigra legrangosabb fizikai kutatóközpontjának,

a Princetoni Posztgraduális Intézetnek a vezetését is. Közben új szelek kezdtek fújni. A hidegháború szelei. A hidegháború legkritikusabb időszakában az Oppenheimer vezette testület ellenezte a Teller Ede névhez köthető hidrogénbomba kifejlesztését. Ezzel nemcsak egykori kollegájával, Teller Edével került szembe, hanem az AEC akkori elnökével, a harcias és nagyhatalmú Lewis L. Strauss ellentengernaggyal. Strauss presztízs kérdésnek tekintette az ügyet. A helyzet komolyra fordult, mert éppen



**A Little Boy uránium bomba, melyet 1945. augusztus 6-án dobtak le Hirosimára** (Forrás: <https://gizmodo.com/less-than-2-of-the-uranium-in-the-hiroshima-bomb-actua-162444762>)



**Oppenheimer 1963-ban veszi át a Fermi-díjat Lyndon Johnson amerikai elnöktől**

(Forrás: <https://www.ankg-images.co.uk/archive/>)

akkor tartóztatták le a Rosenberg házaspárt, akik átadták az atomtitkot az oroszoknak. Ráadásul már javában folyt a McCarthy szenátor által indított kommu-

nistaellenes boszorkányüldözés is, amelynek számtalan ember karrierje esett áldozatul.

Strauss hidrogénbombát akart, de Oppenheimer az elképzelései útjában állt. Strauss eltökélt szándéka volt, hogy kikészíti ellenfelét. Előbb elrendelte megfigyelését, majd állambiztonsági vizsgálatot kezdeményezett ellene azzal a váddal, hogy kommunistákkal tart fenn kapcsolatot, és akadályozza a hidrogénbomba kifejlesztését. A bizottság, bár vonakodva, de kénytelen volt felmenteni a hazaárulás vádjá alól. Az Amerika-ellenes Tevékenységet Vizsgáló Bizottság döntése miatt viszont egyik pillanatról a másikra kegyvesztett lett Washingtonban. Kormányzati állását elvesztve megaláztatottan tért vissza Princetonba.

A megpróbáltatásainak ezzel még nem lett vége. A sors iróniája, hogy nem sokkal Oppenheimer visszatérése után, éppen Strausst választották meg a Posztgraduális Intézet egyik kurátorának, aki persze minden tőle telhetőt megtett, hogy pokollá tegye az életét. Einstein, Gödel, Neumann és a többiek

éles hangú nyilatkozatban keltek Oppie védelmére, de ez a kiállítás is kevésnek bizonyult. Az állambiztonsági vizsgálatot követő hónapokban Oppenheimer megöszült, csontvázá soványodott és remegett. Mindezek ellenére kiváló vezetője maradt a Posztgraduális Intézetnek. Szervezőképessége most sem hagyta cserben.

Csak 9 évvel később szolgáltattak neki igazságot, amikor 1963-ban Kennedy elnök őt jelölte a tekintélyes Enrico Fermi-díjra. E lépés célja valójában Oppenheimer hivatalos rehabilitációja volt. A díjat az elnök utódjától, Lyndon Johnson-tól vette át, mert Kennedyt a döntés meghozatala után nem sokkal meggyilkolták.

1966-ban vonult nyugdíjba a Princetoni Egyetemről. Az atombomba atyja rá egy évre, 1967. február 18-án, 63 évesen halt meg gégerákban.

## Irodalom

- Werner Braunbek: Az atommag regénye. Gondolat Kiadó, Budapest, 1964.
- Hubert Mania: Láncreakció. Scolar Kiadó, 2011.
- Richard Rhodes: Az atombomba története. Park Kiadó, 2013.
- Paul Strathern: Oppenheimer. Elektra Kiadóház, 2000.

## Galaxishalmazok fagvatása

# Miről árulkodik a galaxisok közötti térség vastartalma?

SZABADOS LÁSZLÓ

A csillagászati kutatások jellegzetesége, hogy a vizsgálandó égitestekről minden információt távolról kell begyűjteni (kivéve csak néhány naprendszerbeli objektum képez, amelyeket már ember alkotta űrszondák is felkerestek), hiszen a csillagok és azok rendszerei az ember számára felfoghatatlanul nagy távolságban vannak. Mivel az elektromágneses sugárzás fénysebességgel terjed – azaz egy tetszőleges frekvenciájú foton másodpercenként 300 000 kilométert tesz meg –, ezért minél távolabba tekintünk, annál korábbi állapotában vizsgálhatjuk a kiszemelt kozmikus objektumot. A Nap fénye körülbelül 8 perc alatt jut el a Földre. Saját galaxisunk, a Tejútrendszer nagyjából százezer fényév átmérőjű, vagyis mintegy 100 000 évbe telik, mire az egyik szélétől az átellenes széléig eljut a fény. A Világegyetemben azonban a százezer év rövid időnek számít, mivel a csillagok fejlődése millió-milliárd éves időskálán zajlik. Az igazi időutazás a galaxisok világában kezdődik. A millió vagy milliárd fényévre levő galaxisokat és azok halmazait vizsgálva a régimúltba tekinthetünk vissza, egyfajta régészeti tevékenységet végezve a csillagászat tudományának keretein belül.

## A kémiai elemek felépülése a hidrogéntől a vasig

Az Univerzumban megfigyelhető nagy skálájú szerkezet kialakulása és az egész Világegyetem fejlődése napjaink tudományának legizgalmasabb kérdései közé tartozik. Ezért egyáltalán nem meglepő, hogy az extragalaxisok vizsgálatával és kozmológiai kutatásokkal egyaránt sokan foglalkoznak.

Az Univerzum időbeli fejlődéséről úgy alkothatunk képet, hogy tőlünk

egyre messzebbre levő galaxisokat és galaxishalmazokat vizsgálunk, a különböző távolságban levő objektumok éppen megfigyelhető állapotából következtetve a különféle kozmikus objektumoknak, illetve az egész Univerzumnak a fejlődésére. Természetesen azt viszonylag pontosan kell tudni, hogy a vizsgált égitest vagy

Ismereteink szerint az Univerzum az ősrobbanással vette kezdetét, és az eredetileg kiterjedés nélküli szingularitásból egy igen rövid felfúvódási fázison túljutva folyamatos a tágulása. A kezdetben nagyon forró állapotú Univerzum a tágulás során fokozatosan hűl, és egy megfelelő pillanatban bekövetkezett az elemi

részecskék kialakulása, majd a legegyszerűbb atomok, a hidrogén és a hélium magjai is létrejöttek. A következő fontos állomás az Univerzum fejlődésében a csillagok kialakulásával vette a kezdetét. A csillagok belsejében olyan magas a hőmérséklet, hogy be tudnak indulni a magfúziós folyamatok, amelyek során nehezebb elemek is létrejönnek a két legkönnyebb kémiai elemből, és nem mellesleg még hatalmas mennyiségű energia is felszabadul. A csillagok sugárzási energiáját éppen ez a fúziós energia adja. A csillagok belsejében zajló folyamatok hatására a nehezebb elemek fel is keverednek, és eljutnak a csillag atmoszférájába, majd onnan az ún. csillagszéllel vagy a csillagfejlődés bizonyos fázisában bekövetkező burokledobással a csillagközi anyagba is bekerülhetnek. Az eredetileg hidrogénből és héliumból álló (és némi lítiumot tartalmazó) csillagközi anyag így az idők során nehezebb elemekben is feldúsul, főleg a szén, az oxigén és a nitrogén gyakorisága nő. A fúziós reakciók során azonban a csillagok belsejében nem tud tetszőleges elem létrejönni a periódusos rendszer százánál is több ismert eleméig. A vas a legnehezebb elem, amelynek magja még energiafelszabadulással kialakulhat; a vasnál nagyobb rendszámú elemek termeléséhez már energiát kell befektetni. Ezért a vas előfordulási gya-



**1. ábra.** Az Abell 1689 jelű galaxishalmaz a Hubble-űrtávcső felvételén. A galaxishalmazokról készített képeken jól látszanak a halmazt alkotó galaxisok, az intergalaktikus anyag észleléséhez viszont hullámhosszat kell váltani – röntgencsillagászati mérésekre van szükség

csillagrendszer milyen távol van tőlünk, mert a távolságból következik az, hogy mennyi ideig tartott, amíg a fény (vagy más hullámhosszú elektromágneses sugárzás) onnan hozzánk ért. Ez az ún. visszatekintési idő.



**2. ábra.** A tőlünk 240 millió fényévre levő Perseus-galaxishalmaz meghatározó galaxisa, a Perseus A környezetete több színek tartományból összetett képen. A pirossal jelölt rádiólebenyek jelzik a galaxis magjából kiáramló nyalábokat, amelyek a röntgentartományban sugárzó (kékre színezett) forró plazmát fűtik (röntgen: NASA/CXC/IoA/A. Fabian et al.; rádió: NRAO/VLA/G. Taylor; optikai: NASA/ESA/Hubble Heritage/STScI/AURA)

korisága a csillagközi anyagban azt jelzi, hogy milyen ütemű volt a csillagok kialakulása az adott környezetben. Mivel itt a Földön is előfordulnak a vasnál nehezebb elemek, a természetben azok is ki tudnak alakulni, de nem a csillagok belsejében, hanem a csillagok végállapotához vezető szupernóva-robbanások során.

### A galaxishalmazokról

A Világegyetem nagy skálájú szerkezetét kirajzoló legnagyobb „egyedi” képződmények a galaxishalmazok (1. ábra). Egy-egy ilyen galaxiscsoportosulás sok száz, olykor több ezer galaxist is tartalmaz egy hozzávetőleg 3–50 millió fényév átmérőjű térségben, és a halmaz összömege még nőhet is az idők folyamán, részben a környező anyag bekebelezésével, részben pedig a gravitációs eredetű kannibalizmussal, amikor a galaxishalmaz legnagyobb tömegű tagjai magukba vonzzák a hozzájuk túlságosan került kisebb-nagyobb – de eredetileg nem a halmazhoz tartozó – galaxisokat. Saját galaxisunk, a Tejútrendszer egy viszonylag kis galaxiscsoportosulás, az ún. Lokális Csoport tagja, két nagy társával (az Andromeda-köddel és a Triangulum-galaxissal), valamint az e három spirális galaxis körül található több tucatnyi törpegalaxissal együtt.

Nem minden galaxis tartozik galaxiscsoporthoz vagy -halmazhoz. Sőt éppenséggel a galaxisok többsége nem tagja ilyesfajta rendszernek, hanem egyedül, társak nélkül mozog valahol az Univerzumban.

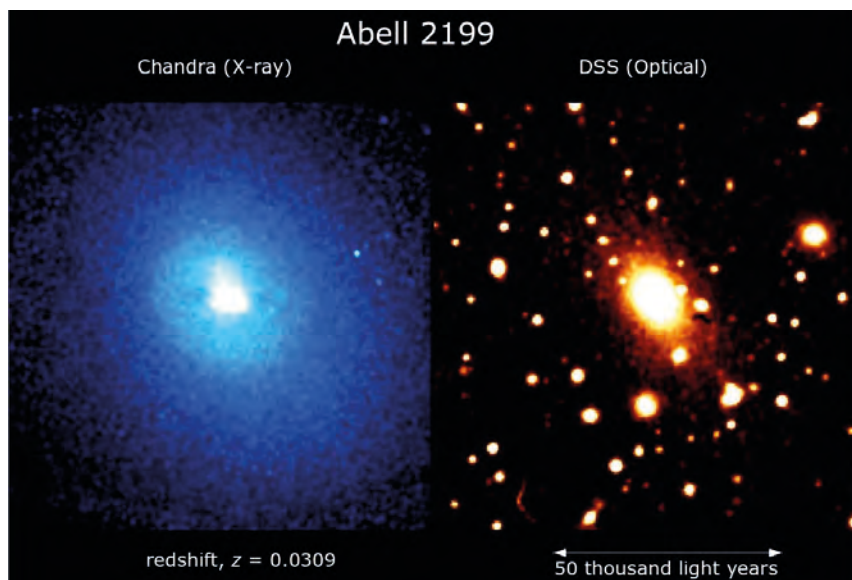
A Tejútrendszer spirális galaxis, de a galaxisok között kisebbségben vannak a spirális szerkezetűek, a legtöbb galaxis szferoidális vagy ellipszoidális törpegalaxis. Az ilyen kis galaxisok (sok millió éves időskálán lezajló) összeolvadásból keletkeznek a spirálgalaxisok. Léteznek ugyanakkor óriás elliptikus galaxisok is, általában a galaxishalmazok közepén található belőlük egy-egy példány.

Az, hogy mi történik a galaxishalmazokkal és a galaxishalmazokban, nemcsak a kozmológia számára fontos, hanem az asztrofizika szempontjából is, hiszen az

egyedi galaxisok csillagokból és csillagközi

Mivel a galaxishalmaz mégis stabil képződmény, kell lennie olyan anyagnak is, amely az optikai színek tartományban nem látszik. Ilyen a galaxisok közti térségben levő intergalaktikus anyag, de még annak mennyisége is kevés ahhoz, hogy a halmaz kötött rendszer maradjon. Az Univerzumnak lényeges alkotóeleme még az ún. sötét anyag, amelynek gravitációs hatása érvényesül, de létéről közvetlenül, azaz elektromágneses sugárzása alapján nem lehet tudomást szerezni. A sötét anyag természetének kiderítése ugyancsak előtérbe helyezi a galaxishalmazokkal kapcsolatos vizsgálatokat. Az elmúlt évtizedek alapos vizsgálatai során kiderült, hogy egy tipikus galaxishalmazban maguk a galaxisok csak a tömeg egy százalékát képviselik, a galaxisközi anyag összömege ennél egy nagyságrenddel több, de a halmaz gravitációs mezejében a sötét anyag dominál, tömege kilencszer akkora, mint a galaxisok és a galaxisközi térség ismert atomi alkotórészekből álló (ún. barionos) anyaga.

Az egyik legalaposabban tanulmányozott galaxishalmaz a Perseus csillagkép irányában levő Perseus-halmaz,



**3. ábra.** Az Abell 2199 galaxishalmaz röntgenképe (balra) a Chandra mesterséges hold mérései alapján, jobbra pedig ugyanennek a galaxishalmaznak az optikai képe látható a Digitized Sky Survey felvételén

anyagból állnak, és a csillagok fejlődése befolyásolja a galaxis mint egész viselkedését.

A galaxishalmazok gravitációsan kötött rendszerek, maguktól nem bomlanak fel. Ugyanakkor a galaxishalmazok tagjainak mozgását vizsgálva kiderült, hogy olyan nagy egyedi sebességgel mozognak a halmaz tagjai, amely már meghaladja a halmazból való távozáshoz szükséges szokási sebességet – ha azt a halmazbeli galaxisok összömege alapján számítják ki.

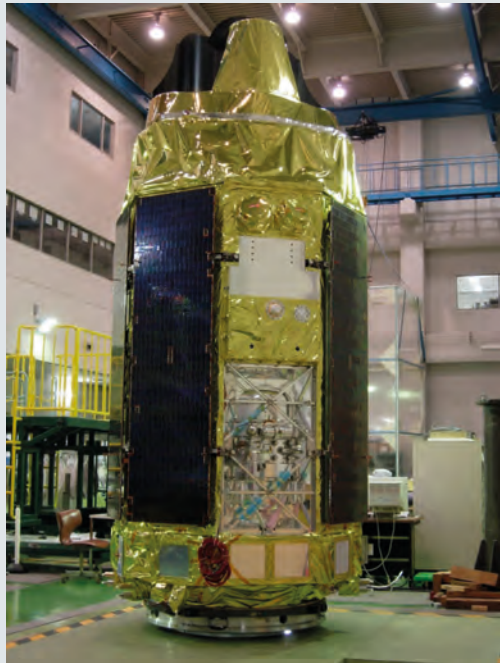
amely egyébként a nagy összömege galaxishalmazok egyik tipikus képviselője (2. ábra).

### Az intergalaktikus anyag vizsgálata

Egy nemzetközi kutatócsoport, amelynek magyar tagja is van – Werner Norbert, a Magyar Tudományos Akadémia Lendület-programjának támogatásával az ELTE Fizi-

## Röntgensillagászati műholdak

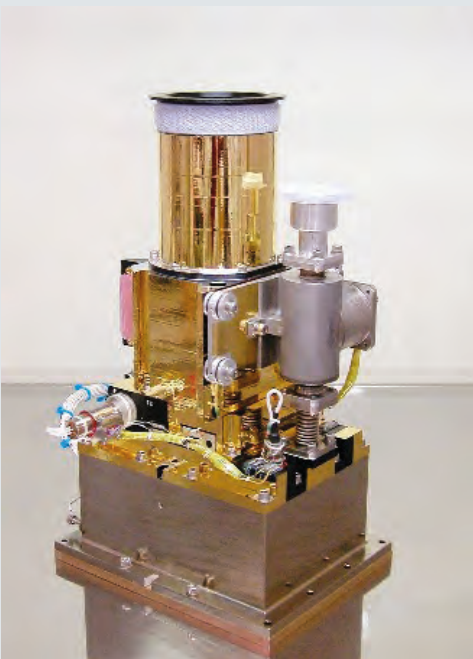
A kozmoszból érkező röntgensugárzást bolygónk légköre elnyeli, ezért az égitestek röntgentartománybeli viselkedését csakis a Földön kívül működő műszerekkel lehet vizsgálni. Az égitestek röntgensugárzása lényeges információkkal szolgál a csillagászok számára. A nagy energiájú folyamatok, jelenségek röntgensugárzással kibocsátásával járnak, például a több millió fok hőmérsékletű tartományok leginkább röntgenhullámhosszakon sugároznak. E folytonos sugárzás mellett bizonyos hullámhosszakon, keskeny színeképvonalakban is felléphet röntgensugárzás. Ilyen spektrális vonalakat keltenek például a nagy rendszámú elemek belső elektronhéjaiban bekövetkező átmenetek.



4. ábra. A japán Szuzaku mesterséges hold, itt még a Földön

hold is működött rövidebb-hosszabb ideig. Ezek közül mindenképpen említésre méltó a kb. negyedszázaddal ezelőtt működött ROSAT és a 2005 és 2015 között működött Szuzaku (4–5. ábra). Ez utóbbi nagy előnye a nagy érzékenységgel párosuló alacsony háttér és a nagy spektrális felbontás. A röntgentartományt vizsgáló legújabb mesterséges holdak közül pedig a még aktív NuStar érdemel említést.

A röntgensugárzást észlelő mesterséges holdak általában nagyon elnyúlt pályán keringenek a Föld körül. Az ilyen pályának két előnye is van. Az egyik az, hogy a keringés során hosszú ideig távol van a nagy energiájú sugárzás észlelésekor zavaró hatású magnetoszférától, a másik pedig az, hogy a gyenge jelek észlelése során hosszú ideig (akár napokig is) lehet egyfolytában észlelni egy-egy röntgenforrást.



5. ábra. A Szuzaku röntgensonda képalkotó röntgenspektrométere

A röntgensillagászat esz-köztárában az 1970-es évek óta vannak mesterséges holdak. Jelenleg két nagyon fontos röntgenobszervatórium működik: a Chandra (a NASA bocsátotta fel és üzemelteti) és az XMM-Newton (az Európai Űrügynökség mesterséges holdja), mindkettő 1999 óta kering a Föld körül elnyúlt, elliptikus pályán. A Chandra műszerei a képalkotás szempontjából kedvezőbbek, az XMM-Newton pedig nagyobb területet tud egyszerre vizsgálni, és színeképképzéskor jobb a hullámhossz szerinti felbontása. Több más fontos, röntgentartományban észlelő mesterséges

kai Intézetében működő Forró Univerzum kutatócsoport vezetője –, nagy felbontású röntgenspektrumokat és egyéb megfigyelési adatokat használ a galaxisok közötti teret kitöltő gáz (vagy inkább plazma, hiszen nagyon magas, több millió fokos anyagról van szó) tulajdonságainak vizsgálatára. Ennek feltárása kulcsszerepet játszik annak megértésében, hogyan válhatott a Világegyetem olyanná, amilyenek ma észleljük.

Az intergalaktikus térben rengeteg anyag van, amelynek sűrűsége viszont roppant alacsony. Az intergalaktikus anyag össz-tömege egy-egy galaxishalmazban a Nap tömegének billiószorosát (azaz milliószor millió naptömeget) is elérheti, hiszen a galaxisok közötti térség hatalmas. A 10–100 millió fokos hőmérséklet pedig úgy alakul ki, hogy az elektromágneses sugárzás intergalaktikus térségben fénysebességgel száguldó nagy energiájú fotonjai egy-egy töltött részecskével (szabad elektronnal) ütközve átadják az energiájukat az anyagnak. Ez az ún. fékezési sugárzás folytonos színeképet hoz létre a röntgenhullámhosszakon, de színeképvonalak is létrejöhetnek a röntgentartományban az atommagokhoz kötött elektronok nagy energiájú átmenetei során.

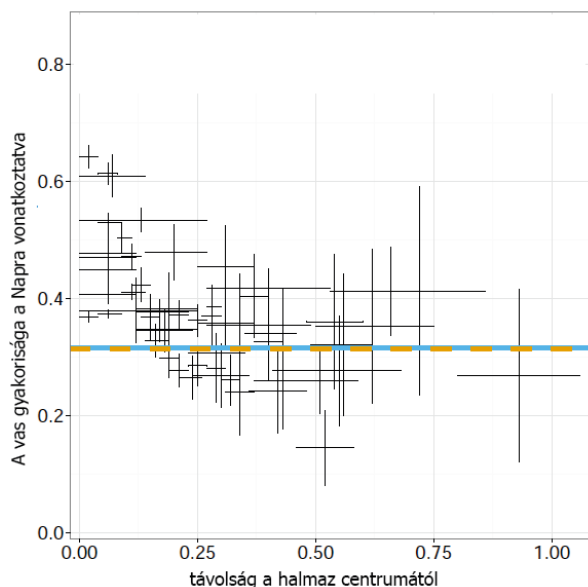
A galaxishalmaz nagy össz-tömege nem engedi, hogy a benne levő anyag elszökhessen a rendszertől az idők folyamán. Ezért egy galaxishalmazban belüli intergalaktikus anyag vizsgálatából meg lehet állapítani a benne lejáratott integrált csillagkeletkezés időbeli változásait, sok halmaz tanulmányozása alapján pedig a kozmikus nukleoszintézis és az Univerzum kémiai fejlődésének történetét.

Azonban az intergalaktikus anyag vizsgálata, de még a kimutatása sem egyszerű. A rendkívül magas hőmérséklet miatt a sokszorosan ionizált elemek atomjai a röntgentartományban sugároznak, ezért a Földön kívül észlelő csillagászati röntgendetektorokkal lehet egyáltalán tanulmányozni a ritka közeget (3. ábra). Mivel az intergalaktikus anyag ionizációs egyensúlyban van, és a sugárzás számára átlátszó, a röntgentartományban felvett színeképek emissziós vonalainak erőssége közvetlenül jelzi a vonalat kibocsátó elem gyakoriságát.

### Egy galaxishalmaz meg tíz másik

A Perseus-galaxishalmazt már korábban vizsgálták a benne levő intergalaktikus anyag elemösszetételének meghatározására. Ennek során azt is vizsgálták, hogy a vas ionjai hogyan oszlanak el a halmaz centrumától való radiális távolság függvényében. A vas előfordulási gyakoriságából ugyanis a csillagkeletkezési ütem időtől való függésére lehet következtetni.





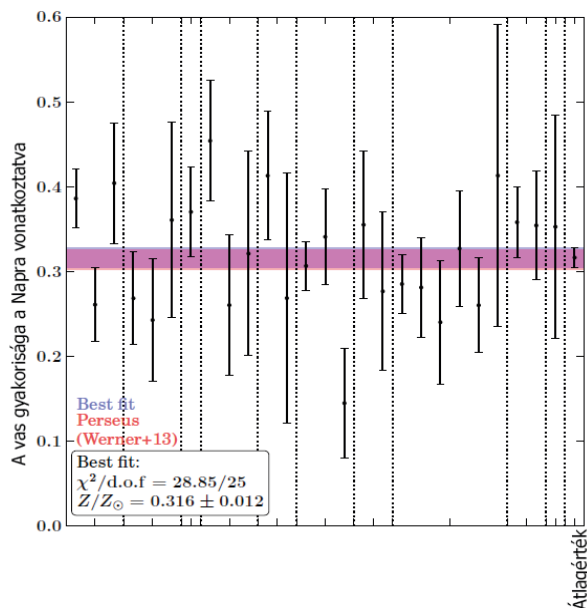
**6. ábra.** A vasatomok gyakorisága a vizsgált galaxishalmazok intergalaktikus anyagában a halmaz centrumától mért távolság függvényében. Az átlagos fémtartalmat a kék színű vonal jelzi. A szaggatott vonal a Perseus-galaxishalmazra korábban megállapított értéket mutatja

A Perseus-halmaz vizsgálatát a japán Szuzaku mesterséges hold egyik észlelési kulcsprojektje keretében már korábban elvégezte Werner Norbert kutatócsoportja. A halmaz központjától kifelé nyolc irányban végeztek méréseket az űreszközön elhelyezett röntgenspektrométerrel. A műszer több mint egymillió másodpercig gyűjtötte a galaxishalmaz felől érkező röntgensugárzást. Az eredmény meglepő volt: a centrális rész kivételével (ahol a vas ionjainak előfordulási gyakorisága viszonylag nagy volt) a vas ionjainak egyenletes eloszlása tapasztalható sugárirányban kifelé haladva, de azimutálisan is (azaz körbehaladva a halmaz középpontjából húzott sugarak mentén). Maga a vas gyakorisága a Nap esetében mért jelenlegi gyakoriságnak mintegy harmada (pontosabban 31,4%-a).

Mit jelent ez a homogén vaseloszlás? Azt a meglepő tényt sugallja, hogy a vasatomokban való feldúsulás nagyon régen következett be, akkor, amikor maga a galaxishalmaz még ki sem alakult, csak egyedi csillagok voltak nagyon nagy számban, és azok életútja végén bekövetkezett szupernóva-robbanások „szennyezték be” a térséget vassal. A Perseus-galaxishalmaz nagyjából 10 milliárd éves, tehát a benne levő intergalaktikus anyag viselkedése tízmilliárd évnél régebbi állapotról nyújt hasznos és érdekes információt.

Mennyire egyediek a Perseus-halmazban uralkodó viszonyok? Erre a kérdésre keresték a választ annak az európai és amerikai csillagászközből álló kutatócsoportnak a tagjai, amelyben Werner Norbert is részt vesz. A Szuzaku röntgenműhold méréseinek archívumából tíz másik galaxishalmazra vonatkozó adatokat gyűjtöttek ki. E halmazok közös jellemzője az, hogy viszonylag közeliak, hiszen a távolabbi halmazok esetében használhatatlanul alacsony a műszerbe érkező röntgenfluxus, és kiválogatás során arra törekedtek, hogy a mintában kis, közepes és nagy össz tömegű galaxishalmazok is legyenek. A munka során elemzett adatokat 2005 és 2014 között mérte a Szuzaku röntgenspektrométere, egy-egy halmazra fél óra és egy nap közötti ideig gyűjtve a jeleket. A jellemző „expozíciós idő” három óra volt. Az a tartomány, amelyet az egyes galaxishalmazok belsejében vizsgáltak, jellemzően ötmillió fényév átmérőjű.

Az adatfeldolgozás menetének részletezésétől itt eltekintünk, pedig a munka nagy részét az aprólékos és gondos analízis teszi ki, amelynek során egyebek között ki kell zárni minden szisztematikus hibaforrást. A röntgenszámlálásban például ilyen az előtérből és a háttérből eredő röntgenfluxus. Egy galaxishalmaz esetében előtérnek minősül a látóirányba eső tejútrendszerbeli röntgensugárzás, háttérnek pe-



**7. ábra.** A vas előfordulási gyakorisága az egyes galaxishalmazok intergalaktikus anyagában. Az egyes halmazok növekvő össz tömeg szerint vannak rendezve balról jobbra. A kék sáv jelzi a vasgyakoriság átlagértékét. A sárga szaggatott vonal a Perseus-halmazra korábban megállapított értéket mutatja. A halmaz azonosítójában az A betű a George Abell által összeállított galaxishalmaz-katalógusra utal

dig a kozmológiai távolságokban levő objektumok összemosódó röntgenháttére. Az ilyen effektusok kiküszöbölésére a kutatócsoport igénybe vette más röntgenszondák (pl. ROSAT) archivált mérési adatait is.

A munka végeredményeként az derült ki, hogy a Perseus-galaxishalmaz területére kapott homogén vaseloszlás nem egyedi kivétel, hanem ez az általános viselkedés a galaxishalmazok esetében. A vasban (és más fémekben) viszonylag gazdag centrális térségen kívül a vasionok gyakorisága állandó, ráadásul nagyjából azonos valamennyi galaxishalmazra, függetlenül annak tömegétől (6–7. ábra). Ugyancsak nem tapasztalható összefüggés a vas gyakorisága és az intergalaktikus anyagra jellemző hőmérséklet között.

Ez az eredmény megerősíti és általánossá teszi annak a korábbi felismerésnek az érvényességét, amely szerint a vas feldúsulása az intergalaktikus közegben több mint tízmilliárd évvel ezelőtt következett be, amikor maguk a galaxishalmazok még ki sem alakultak, de csillagok már léteztek, méghozzá igen nagy számban, és akkoriban nagyon nagy lehetett a csillagkeletkezés üteme.

A cikk az mta.hu hírportálon korábban megjelent ismertetés kibővített változata

# 2017 nyarának időjárása

PÁTKAI ZSOLT

A szály és csapadékbőség egyaránt jellemezte hazánk különböző tájainak időjárását, emellett számos hőhullám tette nehezen elviselhetővé az évszakot. A hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék mellett jég- és szélkárók egyaránt jelentős számban előfordultak. A következőkben összefoglaljuk a nyár fontosabb időjárási eseményeit.

## Június

A nyár első hónapjának első felében változékony, frontátvonulásokkal tarkított időben volt részünk. A június 4-i hidegfrontot nem kísérte nagy területen csapadék; ellenben a két nappal később érkező fronthoz már számos helyen kapcsolódott csapadékhullás. Ekkor főleg a Dunától keletre alakultak ki zivatarok, sőt a Tiszántúlon libasorban követték egymást az egyes zivatargócok. Többek között ennek köszönhető a Nyíregyházán mért 97 mm, amely a hónap legmagasabb 24 órás csapadékösszege.

Június 2-án Zabaron mérték a hónap legalacsonyabb hőmérsékletét, 4,0 °C-ot. Az időjárási helyzet érdekessége, hogy országos átlagban kifejezetten enyhe éjszaka volt, 10 és 18 fok közötti minimumokkal. Ugyanakkor az Észak-magyarországi medencékben jóval 10 fok alatti értékeket mértek. Emellett a megelőző és a rákövetkező nap minimum és maximum-hőmérsékleteiben sem volt lényeges különbség sem Zabaron, sem országosan. A magyarázat a levegő nedvességtartalmának megváltozásában rejlik: alacsonyabb harmatpont esetén jobban le tud hűlni a levegő ugyanolyan légköri feltételek mellett.

Az újabb front 10-én érkezett, ez térségünkben fel is oszlott. Főként a Szeged-Ózd vonaltól keletre alakultak ki zivatarok. A Zemplén térségében egyhelyben álló, intenzív csapadékgócok is keletkeztek, ennek eredményeként Gesztelyen 30, Hidasnémetiben pedig 37 mm-t mértek. A hónapban az utolsó, jelentős lehüléssel járó hidegfront június 17-én vonult át, sokfelé volt zápor, zivatar, az országos átlagos középhőmérséklet 17 foknak adódott.

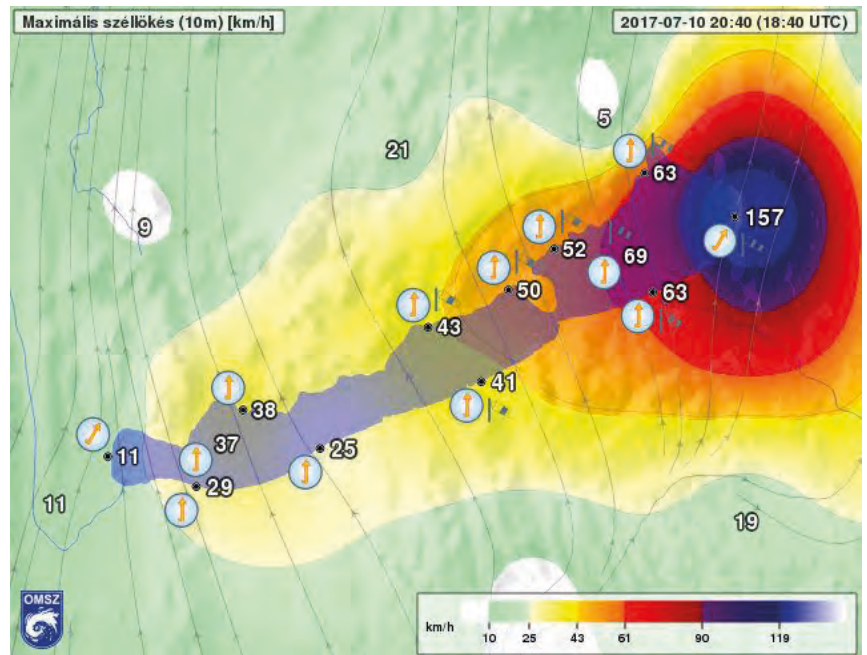
Intenzív és tartós melegedés vette kezdetét. A nyár eddig eltelt időszakában a hőmérséklet csúcserőke csak kevés he-

lyen és alig haladta meg a 30 fokot, 20-át követően azonban már alapvetően 30 fok felett alakult a maximum.

Június 21-én egy hidegfront haladt el tőlünk északkeletre, hatása azonban a Kárpát-medencében is érződött, elsősorban a zivatarképződés tekintetében. Már a délelőtt során kialakultak az első zivatarok, majd kora délután egy újabb, heves zivatarokkal, jégesővel tarkított csapadékrendszer képződött. Több településen észleltek jégesőt, a legkomolyabb károk a Borsod-Abaúj-Zemplén megyében található Halmajon és Megyaszón keletkeztek. A jégméret itt meghaladta az 5 cm átmérőt, így a növényzetet, de még a tetőcserepeket is apró darabokra zúzta a jég.

amelyet még továbbiak követtek a nap során. Az északi megyéket leszámítva sokfelé esett. Néhány csapadékadat ebből az időszakból: június 24: Tés 57 mm; június 25: Uszód és Szarvas 41, Siófok 43, Balatonlelle 44 mm.

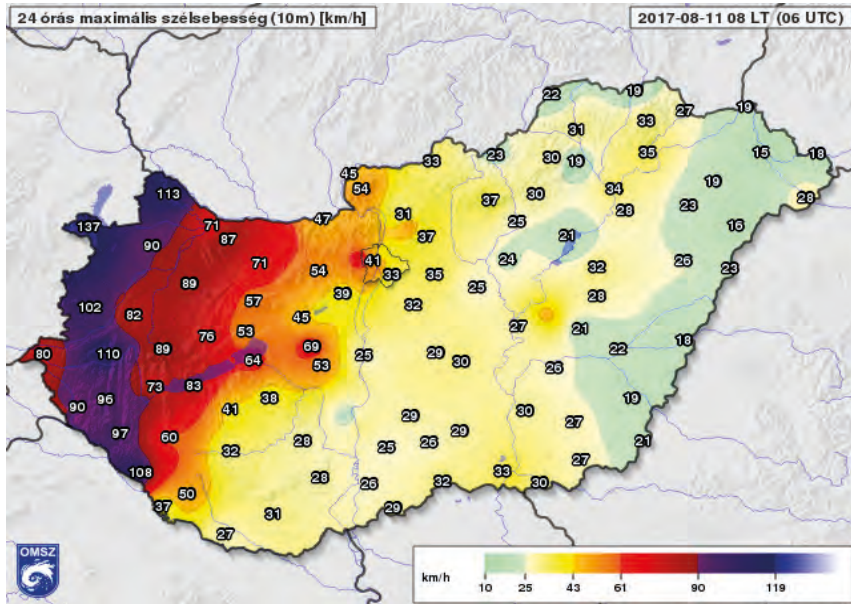
A hónapból hátralevő néhány nap során folytatódott a záporos, zivataros időjárás, de kiugró csapadékok ekkor már nem mérünk. A júniusi középhőmérséklet országos átlagban 21,4 °C-nak adódott, ez 2,3 fokkal magasabb a sokéves átlagnál, így az 1901-től kezdődő időszakban a 4. legmelegebb júniusnak számít. A hónap legalacsonyabb hőmérsékletét korábban már említettük, a legmagasabb értéket – 36,5 °C-ot – június 28-án Törökszentmiklóson regisztráltuk. A Börzsöny és a főváros tér-



1. ábra. A Balaton környékén telepített szélmérők adatai 2017. 07. 20-án 20:40-kor, amikor Balatonaliga és Siófok környékét heves szélrohamok sújtották

Június 26-án újabb front érkezett, amely ugyan számottevő lehülést nem, de csapadékot annál inkább hozott. A front érkezése előtt több hullámban alakultak ki a zivatarok. Az első csapadékgóza június 25-re virradó éjjel áztatta a Balaton tágabb térségét, a Dél-Dunántúlt, a délelőtt során pedig a Dél-Alföldet. Kora délután délnyugat felől zivatarrendszer érkezett,

sége kifejezetten száraznak bizonyult, a legkevesebb csapadék (20 mm) Budapest XIII. kerületében hullott. Ugyanakkor a Balaton tágabb környezetében a hónap utolsó napjai bőségesen pótolták az előző időszak csapadékhiányát. A Balaton-felvidéken fekvő Nagyvázsonyban mértük a legmagasabb havi csapadékösszeget, 141 mm-t.



2. ábra. A nyugati megyékben pusztító délnyugati instabilitási vonal által okozott maximális széllokések 2017. 08. 10-én este

## Július

Mérsékelt meleg, átlag körüli hőmérséklettel kezdődött a nyár második hónapja. Ez egyébként az évszak további napjaiban egyáltalán nem így volt, hiszen hőhullámok és lehülések váltották egymást. A nyugatias áramlással olykor érkező néhány front is hatással volt hazánk időjárására. Ezek csak kis területen okoztak csapadékot, azonban a zivatarok között több szupercella (forgó mozgást végző, hosszú életű zivatar) is volt. Nem klasszikus értelemben vett időjárási jelenség, mindazonáltal megjegyezzük, hogy július 2-án hajnalban látványos éjszakai világító felhőket lehetett megfigyelni az égbolton.

A június végi viszonylag mérsékelt hőhullámot követően július 7–11. között egy erőteljesebb felmelegedés következett be. Július 10-én Adonyban mértük a hónap legmagasabb hőmérsékletét, ahol 38,8 °C-ot regisztráltak. Július 11-én hajnalban Szekszárdon csupán 24,9 fokra hűlt le a levegő, amely új napi rekordot jelentett.

A hőséget még inkább elviselhetlenné tette a magas légköri nedvességtartalom, számos helyen fordult elő zivatar. A Balaton környéke 9-én és 10-én is kapott az égi áldásból. Július 10-én egy heves zivatargóc egészen extrém, 157 km/h-s széllokést produkált Balatonaligán (1. ábra). Ez nem sokkal marad el a 2010. december 9-én a Kab-hegyen regisztrált 172 km/h-s abszolút hazai szélrekordtól. A kettő között a különbség, hogy míg az utóbbit egy markáns ciklon ténykedésének következménye, addig az előbbi egy rövid ideig tartó heves kifutószerű során fordult elő. A zivatárokat rendkívül intenzív villámlás kísérte. Július 10-én a Kárpát-medence belső te-

rületei felett több mint 300 000 villámcsapást regisztrált a mérőhálózat.

Július 12–14. között több hidegfront haladt át térségünk felett, amely átmenetileg megszüntette a forróságot. A július 12-én érkezett frontot több helyen kísérte záporosó, zivatar, főleg a déli megyékben hullott csapadék. A frontátvonulást követően Zabarban mérték a hónap legalacsonyabb hőmérsékletét, július 14-én 4,3 °C-ig hűlt le a levegő. Érdekességképp megjegyezzük, hogy ez az érték nem számított napi rekordnak, ellenben a szintén Zabarban július 17-én mért 5,5 °C-val szemben. A viszonylag rendszeresnek mondható zabari rekorddöntések hátterében egyrészt az áll, hogy az állomás 1999 óta létezik, ami a meteorológiai szélsőségek vizsgálata szempontjából még rövid időszaknak tekinthető. Másrészt az elmúlt évtizedekben néhány mérőállomást fagyugos területen helyeztek el, ahonnan korábban nem volt megfigyelési információ.

A nyár második hőhulláma július 18. után kezdődött és 20–23. között tetőzött. Ebben az időszakban másodfokú hőségriadót rendeltek el. Bár a csúcshőmérséklet nem ért el újabb szezonális rekordot, tartósabbnak bizonyult az előzőnél, hiszen országosan 4 napon át haladta meg a középhőmérséklet a 25 fokot.

A hőséget július 24-én egy frontátvonulás szüntette meg. A lassan mozgó, hullámot vető hidegfront előterében nagy nedvességtartalmú, labilis állapotú levegő érkezett fölé, így több hullámban alakultak ki zivatark, illetve zivatarrendszerek. Több helyen volt felhőszakadás, így például Pécsen 57, Nagy-Hideg-hegyen 77 mm esett, sőt a Tolna megyében fekvő Pörbölyön 84 mm-t re-

gisztráltak, amely a hónap legmagasabb 24 órás csapadékösszege. Országosan átlagolva is mintegy 21 mm hullott, amely jelentős mennyiségnek mondható. Július 26-án újabb zivatark érkeztek a Dunántúlra, amelyek rendszerbe szerveződve íves formát öltöttek. Néhány helyen újfent sok csapadék esett, a legtöbbet Győrhez közel, Koroncón regisztráltuk, ahol 40 mm-t mértek.

A hónap utolsó néhány napjában délnyugati áramlással egyre forróbb, száharai eredetű levegő áramlott fölé, megkezdődött a nyár harmadik hőhulláma, amely augusztus elején tetőzött.

Július csak kismértékben bizonyult melegebbnek az 1981 és 2010 közti időszak éghajlati átlagánál, bár néhány déli megyében +2 fokal anomália is előfordult. A csapadékot tekintve a Dunántúlon számos helyen 100 mm feletti értékkel zárult a július, de a legtöbbet nem itt, hanem a Borsod-Abaúj-Zemplén megyében fekvő Felsőbereckiben regisztráltuk, ahol 165 mm hullott. Ugyanakkor az Alföldön, ezen belül kiemelten a Nagykunságban csupán 20–40 mm-t mértek, amely a sokévi átlag alig 40%-a. A legkevesebb azonban nem a Nagykunságban, hanem a Heves megyei Újlőrincfalván esett, ott 15 mm volt a havi összeg.

## Augusztus

Folytatódott a nyár harmadik hőhulláma, amely egyben a legerősebb volt. A középhőmérséklet országos átlaga augusztus 4-én elérte a 29 fokot. Szintén ezen a napon mértük a hónap és egyben a nyár legmagasabb hőmérsékletét. Békéssámsonban 41,4 °C-ot mutatott a hőmérő, ez az érték csupán fél fokkal marad el a 2007. július 20-án Kiskunhalason regisztrált 41,9 °C abszolút rekordtól. Nem csupán az ezen a napon, hanem az augusztus 3-án, szintén Békéssámsonban mért 40,1 °C is napi rekordnak számít.

Markáns hidegfront vetett véget a hőségnak augusztus 6-án. Vonulását sokfelé kísérte zápor, zivatar, illetve felhőszakadás. Ezen a napon a csapadékmennyiség 12 mérőállomáson haladta meg a 40 mm-t, Budapesten például 44, Körösszakálon 48, Nagyhalászbán pedig 54 mm hullott. A front mögött jó 15 fokkal hűvösebb levegő érkezett, így az előző napi 30, 39 fok helyett augusztus 7-én országsszerte csupán 18, 27 fokot mértek.

A negyedik hőhullám csupán 3 napig tartott, a legmelegebb nap augusztus 10-e volt, a Dél-Alföldön 38, 39 fokal csúcserővel. A 10-én hajnalban Tatabányán mért 25,7 °C megdöntötte a napi minimumok maximumának rekordját. Az újabb hullámzó hidegfront jó ideig csak tőlünk nyugatra helyezkedett el. A front előtt húzódo meleg, nedves szállítószalagon zivatarrendszer ala-

kult ki Olaszország térségében, amely Szlovénián keresztül Nyugat-Magyarország fölé vonult át az esti órákban, klasszikus délnyugati instabilitási vonalként. A Kárpát-medencét a front előtti igen száraz levegő töltötte ki, ezért a zivatarok keltette kifutószél nagymértékben felerősödött, és nagy területen pusztított. A Nyugat-Dunántúlon több mérőállomáson 90 km/h feletti értéket regisztráltak, 6 mérőhelyen pedig még a 100 km/h-t is meghaladta a szél erőssége, sőt Sopronban 137 km/h volt a csúcserték (2. ábra). Nem csoda tehát, hogy számos fakidülés akadályozta a közúti és vasúti közlekedést, jelentős áramkimaradások is voltak. A hidegfront 13-ára virradóan vonult át hazánk felett. A csapadéközóna déli irányból érkezett, ami viszonylag ritka. Elsősorban az Alföld keleti részében alakultak ki zivatarok. A Beregi-Tiszahát és a Szamosköz térségét több hullámban érintették a konvektív góccok: Miletán 49, Tuzséron 53, Záhonyban 55, Lónyán 77, sőt Tarján 80 mm esett; ez utóbbi adat augusztus legmagasabb 24 órás csapadékösszege.

A hónapban még két hóhullám alakult ki, de ezek már nem produkáltak 40 fok közeli hőmérsékletet. Az egyik hőségperiódus augusztus 16–19., míg a másik augusztus 25–28. között volt. Az elsőt az augusztus 19-én este érkező hidegfront zárta le, amely elsősorban a főváros tágabb térségében okozott 20–40 mm csapadékot. A második hóhullámot követő hidegfront átvonulása viszont csak néhány helyen járt jelentéktelen mennyiségű csapadékkal. A két hóhullám közötti időszakban, augusztus 24-én hideg volt az éjszaka. Zabarban csupán 2,6 °C-ot mértek, amely új napi rekord.

A több kisebb-nagyobb hóhullám eredményeként az augusztus 1–3 fokkal volt melegebb az éghajlati átlagnál. A legnagyobb pozitív anomália a Dél-Alföldön, míg a legkisebb az Északi-középhegységben mutatkozott. A csapadékot tekintve a Dél-Alföldön és a Dunántúlon voltak olyan helyek, ahol a klímaátlagnak csupán 30–50%-a hullott, ugyanakkor a főváros térségében, a Tisza és a Körösök vidékén néhol a sokévi átlagnak a másfélszeresét mérték.

Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy a nyár országos átlaghőmérséklete 1,7 °C-kal haladta meg az 1981–2010. időszak átlagát. A háromhavi csapadékmennyiség 165 mm körülinek adódott, amely a sokévi átlag mintegy 83%-a. Változatosan alakult az évszak időjárása, hiszen némely területeken jelentős csapadékhiány, másutt viszont számottevő csapadékbőség mutatkozott. A heves zivatarok sem kímélték a Kárpát-medencét, hiszen számos esetben fordult elő heves szélökés, jégeső, illetve felhőszakadás.

## A MARS TRÓJAI KÍSÉRŐI

Trójai kísérőknek azokat az apróbb égitesteket nevezzük, amelyek egy nagyobb égitesttel azonos pályán, de a nagyobb testet 60 fokkal megelőzve, vagy attól ugyanennyivel lemaradva keringenek. Legismertebbek a Jupiter „előtt” és „mögött” keringő trójai kisbolygók, de több más bolygóhoz, sőt a Szaturnusz holdjaihoz kötődő trójai objektumokat is felfedeztek már. A Mars esetében eddig kilenc, többségében a bolygó mögött keringő trójai égitestet fedeztek fel. Érdekes kérdés, honnan erednek ezek az égitestek. Kézenfekvő lenne a magyarázat, hogy a Mars pályáján túli fő kisbolygóövből fogott be néhány apró égitestet, a Mars kis tömege miatt azonban ez a magyarázat nem túl meggyőző. Legújabbban egy nemzetközi csillagászcsoport azt a feltevését publikálta, mely szerint ezeknek a trójaiaknak a forrása maga a Mars. A feltevésüket alátámasztó megfigyeléseket a NASA Mauna Kea obszervatóriumában (Hawaii) működő infravörös távcsövével végezték. A Mars két trójai kísérője, a (311999) 2007 NS<sub>2</sub> és a (385250) 2001 DH<sub>47</sub> esetében a felszínükről visszaverődő fény színképében az 1 mikrométer hullámhossz környékén az olivin jelenléte utaló, széles abszorpciós sávot találtak (a mérés nehézségére jellemző, hogy mindkét égitest átmérőjét 1 km-nél kisebbnek becsülik). Márpedig az olivin a kisbolygókban nagyon ritka (a fő kisbolygóöbbe tartozó égitestek csupán 0,4%-ára jellemző az olivin előfordulása), a Mars kérgében viszont gyakori, amint azt a marsi meteoritok vizsgálatán kívül a Mars felszínén és a bolygó körül dolgozó űreszközök méréseiből tudjuk. A Mars trójai kísérőinek prototípusa az 1990-ben felfedezett, becslések szerint csak egymilliárd éves (5261) Eureka kisbolygó, amely ugyancsak bőségesen tartalmaz olivint (a Mars kilenc ismert trójai kísérője közül az Eurekaival együtt hét ugyanabba, a Marsot követő csoportba tartozik).

Az olivin vasat, illetve magnéziumot tartalmazó szilikátásvány, amely a köpenyt alkotó kőzetekben gyakori, de az égitestek felszínén viszonylag könnyen átalakul más ásványokká. A Földön kívül eddig a Holdon, a Marson és a Vesta kisbolygó Rheasilvia régiójában mutatták ki az olivin jelenlétét. Elképzelhető tehát, hogy a Mars trójai kísérői valóban a Marsról erednek, azonban a szerzők arra is rámutatnak, hogy ha ez így van, akkor az égitesteknek hányatott sorsuk lehetett. Egy-egy becsapódás kibővíthatta ugyan az anyagukat, de ahhoz, hogy a trójaiakra jellemző pályára kerüljenek, jelentősen meg kellett változnia keringésük energiájának, amit akár magának a Marsnak a pályaváltozása is előidézhethet.

(www.skyandtelescope.com,  
2017. július 25.)

## HARAPÁSUK EREJE BUKTATTA LE A DÍNÓÉVŐ BÉKÁKAT

A 68 millió évvel ezelőtt Madagaszkáron élt nagyméretű, Beelzebufo nevű béka képes lehetett a kisebb méretű dinoszauruszok elfogyasztására is. A következtetés a ma élő, dél-amerikai szarvasbékák (Ceratophrys) tanulmányozása alapján született. Ez volt az első alkalom, hogy a békák harapási erejét vizsgálták. A szarvasbékák vonzó színezetűnek, falánk étvágyuknak és komikusan nagy fejüknek köszönhetően nagyon népszerűek a háziállat-kereskedelemben.

Az erőteljes állkapcsaik alapvető szerepet játszanak a préda elkapásában. A nemzetközi kutatócsoport azt találta, hogy a saját méretüket is elérő prédára vadászó mai szarvasbékák harapási ereje az emlős ragadozókéval vetekszik. A kísérletek alapján a dél-amerikai trópusi és szubtrópusi terü-



Fantáziarajz a Beelzebuforól

leteken élő, 10 cm széles fejű békák harapási ereje megközelíti az 500 newton. A szarvasbékákhoz számos tulajdonságban nagyon hasonló Beelzebufoinak a méretei alapján 2200 N-os harapása lehetett, ami megfelel a farkasok, vagy a nőstény tigrisek harapási erejének. Ez már elegendő volt arra, hogy elkapják a kisebb méretű, vagy fiatal dinoszauruszpéldányokat is.

(Scientific Reports, 2017. szeptember)

## GYENGÜL-E A NAPTEVÉKENYSÉG?

Egyes kutatók szerint igen, bár mások ezt határozottan kétségbe vonják. Mindenesetre egyes kutatók szerint a Nap felszínén (a fotoszférában, ahol a napfoltokat is megfigyelhetjük) 23 évvel ezelőtt jelentős változás történhetett, mert azóta folyamatosan lassul a Nap mágneses tevékenysége. Brit és dán kutatók szerint a változás magyarázatot adhat arra is, miért kísértetiesen gyenge az utóbbi időben a naptevékenységi ciklus. Ma már tudjuk, hogy a Nap belseje pulzál, méghozzá sok ezer különböző frekvencián egyszerre. A pulzálást a Nap belsejében fellépő nyomásváltozások okozzák, így a pulzációk megfigyelése információt adhat a Nap belsejéről és az ott zajló folyamatokról. Rachel

Howe (Birminghemi Egyetem) és munkatársai 29 évre visszamenőleg összegyűjtötték a Nap oszcillációira vonatkozó adatokat, és elemezték, hogyan változik az oszcillációk frekvenciája az 1988–1992 közti, referenciaként választott négyéves időszakhoz képest. Ha a Nap lényegében változatlan maradna, akkor nem lenne érdemi különbség a későbbi időszakok és a referenciaidőszak frekvenciaspektruma között. Ezzel szemben a kutatók meglepve vették észre, hogy 1994 óta az alacsony frekvenciájú hullámok megváltoztak a referenciamintához képest. A nagyobb frekvenciájú oszcillációk is megváltoztak ugyan, de nem annyira.

Mіндеz alátámasztani látszik azt a korábbi feltevést, miszerint a Nap felszíni rétegében strukturális változások mennek végbe. Ezután összehasonlították a magasabb frekvenciájú hullámok változását a napfoltok számával. Általában a két mennyiség egymással összhangban változik, azonban a két legutóbbi naptevékenységi ciklus idején a nagyobb frekvenciájú hullámok változása erőteljesebb volt, mint a napfoltok számáé. A kutatók érvelése szerint ez az eltolódás azt jelentheti, hogy a hullámok csak észrevehetően kis napfoltokat idéztek elő. Ha viszont a megszokottnál sokkal több apró napfolt jelenik meg, akkor azok a Nap felszínének vékonyabb rétegébe koncentrálnak, ami a mágneses jelenségek lelassulását okozza. Bizonyított tény, hogy a Naphoz hasonló csillagokban életűjük felületén csökken a mágneses aktivitás, márpedig a Nap éppen ebben a korban jár. Ráadásul a Napnak évszázadokkal ezelőtt már volt egy gyengélkedő időszaka, az 1645–1715 közötti úgynevezett Maunder-minimum, amikor 70 évig szinte egyáltalán nem voltak foltok a Napon. Mindamellert, ezek az évszázados időléptékű események semmit sem mondanak a millió vagy milliárd éves léptékű eseményekről. Ugyanakkor az is lehetséges, hogy a 11 éves naptevékenységi ciklusra hosszabb periódusú ciklus vagy ciklusok rakódnak rá, ami megnehezíti a jelenségek értelmezését.

(www.skyandtelescope.com,  
2017. július 21.)

## MÁR A KORAI TRILOBITÁKNAK IS VOLT GYOMRUK

Kiváló megtartású kínai ősmaradványok vizsgálata cáfolta a korábbi feltételezéseket a trilobiták emésztőrendszeréről és evolúciójáról. A trilobiták a jól fosszilizálódó héjjaikkal a legkorábbi gyakori ősmaradványok közé tartoznak, a lágytest megőrződése azonban náluk is nagyon ritka. A csaknem 300 millió éven keresztül világszerte előforduló csoporthoz mintegy 20 ezer kihalt fajt sorolnak. Korábbi kutatások alapján két különböző emésztőrendszert írtak le a trilobitáknál: a teljes test-

hosszon keresztülfutó csövet oldalsó emésztőmirigyekkel, vagy egy kiterjedt gyomrot. A legkorábbi fajknál mostanáig csak az első típust találták meg, és a gyomrot később megjelenő és elkülönülő típusnak tartották. A most vizsgált 270 kora-kambriumi (514 millió éves) kínai példány 20%-ánál a lágytest is megőrződött. Két különböző fajnál is találtak gyomrot, vagyis ez az emésztőszerv 20 millió évvel korábban kifejlődött, mint eddig gondolták. Ráadásul egyetlen példányon belül előfordult a két eltérőnek vélt típus keveredése is. Ezek alapján a háromkaréjos ősrákok emésztőrendszerének evolúciója jóval bonyolultabb volt, mint eddig gondolták.

(PLOS ONE, 2017. szeptember)

## 2,7 MILLIÓ ÉVES ANTARKTISZI JÉG

Az Antarktiszon az elmúlt kb. 30 millió évben már volt jégtakaró, azonban az innen ismert eddigi legidősebb jégminta is csupán 800 ezer éves, mivel az alapközettel érintkező jég folyamatosan olvad, s így a korábban kialakultak megsemmisülnek. Vannak azonban olyan helyek, ahol mégis fennmaradhattak a régebben lerakódott rétegek is az ún. kék jég formájában. Ilyen ősi jégmaradványokat ott kereshetünk, ahol a mozgó jégtakaró szirteken, hegyeken átbukva megfordult, s a régebbi rétegek a felszín közelébe kerültek. Ilyen helyszín pl. az Allan Hills területe, itt sikerült amerikai kutatóknak 2015-ben a 2,7 millió éves mintát kinyerniük.

Az erősen összepréselődött ősi jég az átbukás hatására elveszítette a jól számolható korjelző rétegeinek eredeti sorrendjét, ezért a keletkezése idejét a szokványos módszerrel nem tudták megállapítani. K-Ar izotópos vizsgálattal sikerült a jégfurat korát meghatározni, így 100 ezer éves pontosságú adathoz jutottak, s ebből derült ki, hogy a kinyert minta legősibb része 2,7 millió éves. A jégmintába zárt légköri gázok elemzésével kiderült, hogy a keletkezés idején, vagyis a pleisztocén kezdeti időszakában a légköri CO<sub>2</sub> mennyisége nem érte el a 300ppm arányt. E mennyiségről feltételezték korábban, hogy az a határérték lehet, ami alatt eljegesedésbe fordul bolygónk klímája, azonban korabeli sekélytengeri fossziliákból magasabb CO<sub>2</sub>-értéket következtettek ki. Ha a mostani CO<sub>2</sub>-arány helyesnek bizonyul, akkor kalibrálásra szorulnak a más módszerekkel kinyert adatok a jégkori üvegházgáz szintjéről.

Feltehetően lehetnek még akár 5 millió éves jégtöredékek is hasonló antarktisi területeken, a cél ezek későbbi megkeresése és feltárása. Habár az így megőrzött ősi jég nem ad a fiatalabb jégfuratokhoz hasonló időrendi adatsort, ám mégis betekintést enged egy-egy kor körülményeibe.

(Science, 2017. augusztus 15.)

## CSÖKKEN A KASZPI-TENGER VÍZSZINTJE

Úrkutatással foglalkozó amerikai szakemberek a GRACE nevű műholdpáros kalibrálásához a Kaszpi-tenger felszíni vízszintadatait használták fel néhány éve, összevetve a műholdak által mért adatokkal. Ekkor derült ki, hogy a vízszint gyorsan csökken, s szerették volna kideríteni, hogy miért, így orosz, azeri és francia kutatókkal karöltve több évtized adatait vizsgálták át. Az eredményeik alapján 1996-tól 2015-ig mintegy másfél métert süllyedt a vízszint. A lefolyástalan tengert vízzel ellátó folyók vízhozamát, a környék léghőmérsékletét adatait és persze a mért vízszintadatokat elemezték végig. A betorkolló folyók közül a legnagyobb hozzájárulást a Volga adja, s innen pontos vízhozam adatsor állt rendelkezésre, a többi, kisebb fo-



A Kaszpi-tenger a Nemzetközi Űrállomásról fényképezve, 2015-ben  
(Scott Kelly – NASA/JSC)

lyó esetben a globális folyóvízi adatbázis alapján becsülték meg.

A helyzet érdekessége egyrészt a Kaszpi-tenger vízszintjének múltjában is rejlik: az 1930-as éveket megelőző évszázad során csupán 50 cm körüli fluktuációt mértek, ez pedig megfelelt a korabeli időjárás- és csapadékadatoknak. Az 1930–70-es évek közt 3 méterrel visszaesett a szint, ezt a Volga gátépítések és kevesebb csapadék miatt csökkenő vízhozamának gondolták, a csökkenés hatására főként a tenger északi partvidéke és ökoszisztémája jelentősen átalakult. 1979 után a szint jelentős emelkedésnek indult, 1995-ig évi 13 centivel nőtt.

Az 1996 utáni időszak szintesését viszont már nem magyarázta meg a folyók vízhozamának csökkenése, ezzel szemben a hőmérséklet emelkedése (1979–2015 között 1°C) alapján a kutatók úgy vélik, hogy az erősödő párolgás miatt alakult így, s a globális felmelegedés hatására ez a jövőben még fokozódni fog. A közeli Aral-tó kiszáradása miatt különösen aggasztó a jelenség, főként a tenger élővilágának part közeli, sérülékenyebb részét illetően.

(Geophysical Research Letters,  
2017. július 12.)

# Párhuzamos életek

## Különleges születési évfordulók 2017-ben Harmadik rész

RADNAI GYULA

*Párhuzamos életek – Bioi paralleloi – címet adta Plutarkhosz csaknem kétezer évvel ezelőtt írt művének, mely magyarul Párhuzamos életrajzok címmel jelent meg a XX. században Máthé Elek fordításában. Most, ennek a Természet Világában megjelenő három részes cikksorozatnak a célja olyan tudós-tanárok életének egymás mellé állítása, akik ugyanabban az évben születtek 100, 150 vagy éppen 300 évvel ezelőtt, de más-más országban, más-más környezetben éltek le életüket, bontakoztatták ki tehetségüket. A párba állított élet-pályák egyike mindig valamelyik magyar tudós-tanáré, de ezt minden esetben megelőzi egy-egy olyan nevezetes, világhírű természettudós életének felidézése, aki ugyanabban az évben született. Elkerülhetetlenül adódik az összehasonlítás, nemcsak a két személy, de a két ország akkori állapota között is. Előző lapszámainkban foglalkoztunk a 300 és a 150 évvel ezelőtt születettekkel. Most két olyan tudós-tanárra kerül sor, akik 100 éve születtek, 1917 nevezetes évében.*

### Ilya Prigogine (1917–2003)

Ilya Romanovich Prigogine Moszkvában született az akkori, ottani időszámítás szerint 1917. január 12-én. Ma már minden dokumentumban 1917. január 25-e szerepel. (Nagyobb szerencséje volt mint Isaac Newtonnak, aki 1642. december 25-én látta meg a napvilágot Angliában a Julianus naptár szerint, de a kontinensen érvényes Gergely naptár szerint már akkor is 1643. január 5-e volt.)

Édesapjának saját üzeme volt Moszkvában, mellette a műszaki egyetemen dolgozott vegyészmérnökként. Művészeteket pártoló édesanyja jól zongorázott. Miután a forradalom és a polgárháború ellehetetlenítette az életüket, a család 1921-ben elmenekült Oroszországból, és először Litvániába, majd egy év múlva Berlinbe költöztek. 1929-ben már érződött, hogy Németország se lesz ideális hely egy zsidó család számára, ezért tovább mentek Belgiumba, ahol Brüsszel ixelles kerülete lett az állomáshelyük. Itt éltek át a második világháborút.

Prigogine-nak ekkor már három „anyanyelve” volt: orosz, német, francia. Négy évvel idősebb bátyja, Alexandre apját követve kémiai kezdett tanulni az egyetemen. Ilyát azonban ekkor még jobban érdekelték a humán tudományok és jogi pályára készült. Sokat olvasott a bűnözők lélektanáról, s közben kezébe került egy könyv, amely az emberi agy kémiaijáról szólt. Ez az ő érdeklődését is – apja nyomdokain haladva – a kémia felé terelte, s ehhez kapcsolódó kurzusokat vett fel a Brüsszeli Szabadegyetemen (Université Libre de Bruxelles).

Fizikai-kémiai tanulmányai során két professzor volt rá különösen nagy hatással. Egyikük *Théophile de Donder* (1872–1957) elméleti fizikus, Einstein jó barátja, aki szo-



Ilya Prigogine

katlanul modern szemléletű termodinamika-előadásokat tartott. Világosan elkülönítette az irreverzibilis folyamatok termodinamikáját a termostatikától. Kémiai folyamatokat elemezve rámutatott a kémiai affinitás és a Gibbs-féle szabadenergia kapcsolatára. Őt választotta Prigogine doktori témavezetőjéül. Másikuk *Jean Timmermans* (1882–1971) kísérleti fizikus volt, aki tökélyre fejlesztette a folyadékokkal, különböző oldatokkal történő fizikai-kémiai kísérleteket, sikeresen bevezette Prigogine-t a laboratóriumi munka izgalmas világába.

Doktori vizsgáinak sikeres letétele után bent maradt az egyetemen, s már 30 éves korában megkapta professzori kinevezését

annak ellenére, hogy csak két évvel később, 1949-ben nyerte el a belga állampolgárságot. A háború végén házasodott meg először, 1945-ben született meg Yves nevű fia. Első felesége egy belga költőnő volt.

Kiterjedt érdeklődéséhez több irányú tehetség társult. A tudományban az alapkérdések érdekelték leginkább, különösen azok, amelyeknek filozófiai vonatkozásuk is volt, így például az idő fogalmának megjelenése a természettudományokban. Különösen izgatották a biológia alapkérdései: az élet mibenléte általában, és például – ifjú apaként – az emb-



1977, Stockholm: a 60 éves Ilya Prigogine átveszi a kémiai Nobel-díjat a 31 éves XVI. Károly Gusztáv svéd királytól

rió fejlődése. Mindehhez járult kiváló kommunikációs készsége, jó szervezőképessége. Az egyetemen tehetséges fiatalokat gyűjtött

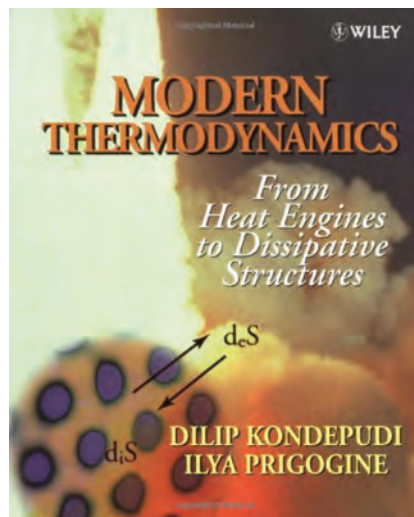


A büszke és boldog apa Pascal fiával

maga köré, sokrétű nyelvtudása révén pedig sikeresen építgette külföldi kapcsolatait. Kereste és meg is találta azokat a kutatókat, akik segíthettek neki egy-egy általa felvetett izgalmas probléma megoldásában, bárhol is éltek a világban.

Nem restelt visszanyúlni a gyökerekhez, *Clausius* vagy *Boltzmann* munkáihoz, keresve azokat az inspirációkat, melyek az új fogalmak bevezetéséhez vezették ezeket a tudósokat.

Elfogadta a termodinamika második főtételének a természetben lejátszódó folyamatok irányára vonatkozó megállapítását, de sehogyan se tudta összeegyeztetni a rendetlenségre való törekvést az életet alapvetően jellemző „önszerveződés” képességével. Úgy látta, hogy csak az egyensúlytól távoli helyzetek, állapotok vizsgálata vezethet en-



Megjelent 1998-ban angolul

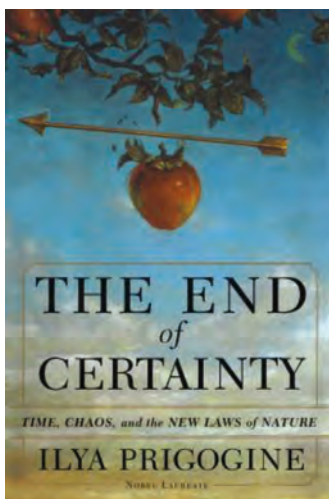
nek az ellentmondásnak a feloldásához, ezt kutatta évtizedeken át. Olyan jelenségekre keresett magyarázatot, mint a spontán rende-

ződés bizonyos kémiai folyamatokban (Bénard instabilitás, *Belousov-Zsobotyinszkij* oszcilláló reakciók). Nem elégitette ki *Onsagernek* az egyensúlyhoz közeli nemegyensúlyi állapotokra felállított elmélete, ellenpéldákat talált a minimális entrópiatermelés elvére.

Új fogalmakat vezetett be a fizikai kémiába. Ilyenek például a „disszipatív struktúrák”, amelyekre kidolgozott elméletről kiderült, hogy nemcsak kémiai problémák megoldására használható, de még a meteorológiában, sőt a közgazdaságban is alkalmazható.

Közben nemcsak kutatta, hanem szervezte is a tudományt.

42 éves korában lett a brüsszeli egyetem keretében működő Solvay Intézet igazgatója, 44 éves korában pedig második feleségével, egy lengyel származású vegyész nővel Chicagoba költözött. Itt az egyetemi Fermi Intézetben



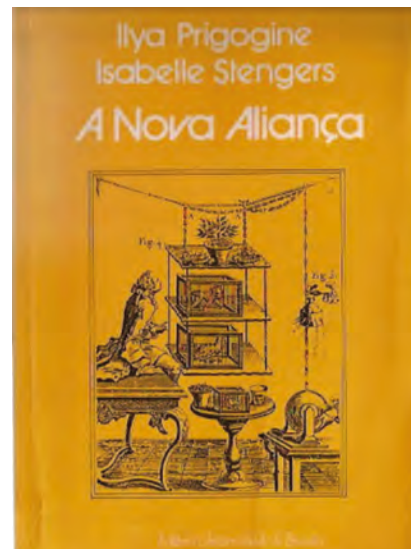
Megjelent 1996-ban franciául, 1997-ben angolul

kutatott öt éven át, s közben előadásokat tartott Austinban is, a Texasi Egyetemen. 50 éves korában Brüsszel után Austinban is létesített egy egyetemi Termodinamikai és Statisztikus Mechanikai Központot, amelynek igazgatója lett, és ezután az év felét Brüsszelben, másik felét Austinban töltötte. Új házasságából 53 éves korában született meg Pascal nevű fia.

Legendás munkabírását több mint 1000 publikáció és 20 monográfia hitelesíti. Általában nem egyedül publikált, hanem azokkal együtt, akikkel kutatott. Sokan voltak ilyenek. Ennek is eredménye, hogy számos külföldi akadémiába beválasztották és elhalmazták a legkülönbözőbb kintüntetésekkal. Összesen 53 egyetemtől kapott díszdoktori címet. Talán a legjelentő-

sebb kintüntetése az 1977-ben kapott kémiai Nobel-díj „a nemegyensúlyi termodinamika terén elért eredményeiért, különösen a disszipatív struktúrák elméletéért”.

A Nobel-díj elnyerésének évében jelent meg „Önszerveződés nemegyensúlyi rendszerekben” c. könyve, és továbbra is



Megjelent 1979-ben franciául, 1984-ben angolul, 1995-ben magyarul

törtetlen intenzitással folytatta kutatásait. Súlyt helyezett arra, hogy elméletei, filozófiai eszmefuttatásai széles olvasóközönség számára legyenek elérhetőek. Ehhez kapott segítséget volt tanítványától, az akkor 30 éves *Isabelle Stengerstől*, akivel közösen írt „La Nouvelle Alliance” c. könyvük 1979-ben jelent meg franciául, és hamarosan több nyelvre is lefordították. Magyarul



A norvég posta bélyeget adott ki Lars Onsager (1903–1976) norvég tudós tiszteletére, aki 1968-ban elnyerte a kémiai Nobel-díjat

„Az új szövetség (a tudomány metamorfózis)” címen adta ki 1995-ben az Akadémiai Kiadó. Az „új szövetség” kifejezést úgy kell érteni, hogy a szerzők szerint új fizikai világképre van szükség, amelyik felülírja a reverzibilis folyamatok newtoni világát, mert csak a XX. századi modern

fizikai elméletek segítségével köthet újra szövetséget az ember a természettel.

2003-ban, 86 éves korában hunyt el Brüsszelben. Sírja talán Ixelles-ben van, abban a temetőben, ahol *Ernest Solvay* (1838–1922) nyugszik. Élete biztatás arra, hogy az „átütő” tehetség a történelem viharai közepette is képes érvényesülni.

### Fényes Imre (1917–1977)

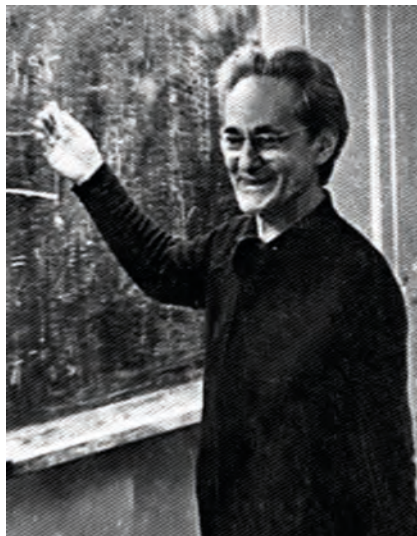
Fényes Imre Kőtegyánban született. Ez egy másfélvezres lélekszámú kis község Békés megyében, a mostani magyar-román határ közelében. Békéscsabán, majd Szeghalmon járt gimnáziumba. (A Kőtegyánhoz legközelebb fekvő városban, Sarkadon, akkor még nem volt gimnázium.) *Nagy Miklós* (1893–1975), a szeghalmi gimnázium matematika-fizika szakos, volt Eötvös-kollégista igazgatója hamar felfigyelt a tehetséges fiatalra. Kapcsolatuk a későbbiekben igazi szakmai kapcsolattá fejlődött: 1959-ben közös könyvük jelent meg a Gondolat Kiadó Stúdium Könyvek sorozatában „Mikrofizika” címmel.

Debrecenben az egyetemen *Gyulai Zoltán* (1887–1968) vette professzori pártfogásába. Amikor Gyulait 1940 őszén a Magyarországhoz visszacsatolt Kolozsvárra helyezték a gyakorlati fizika tanszék élére,



### Fényes Imre professzor Kolozsváron

Fényes Imre, mint egyetemi hallgató, követte tisztelt tanárát a Ferenc József Tudományegyetemre. Gyulai őt Kolozsváron *Gombás Pál* (1909–1971) gondjaira bízta, az egyetem elméleti fizika tanszékének akkori vezetőjére. 1943-ban egyszerre jelent meg Gombás Pál „Bevezetés az atomfizikai többtestprobléma kvantummechanikai elméletébe” c. könyve és Fényes Imre doktori dolgozata „Az atom hullámmecha-



### Fényes Imre professzor Budapesten

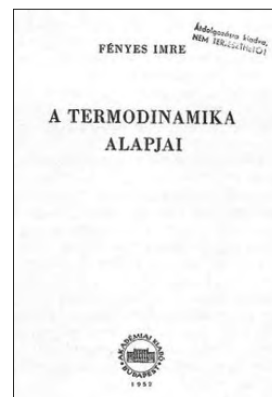
nikai és statisztikus elméletének kapcsolata” címmel. A két cím összevetéséből nemcsak az sejthető meg, hogy Gombás témavezetésével készült Fényes a doktorátusra, de az is, hogy Fényes a statisztikus elméletet pártolta, és már ekkor foglalkoztatta a sztohasztikus elmélet kidolgozásának gondolata.

1944-ben Gombás Pál sikerrel pályázta meg Budapesten a műegyetemi fizika tanszékét, és távozott Kolozsvárról. Fényes Imre, aki már egyetemi hallgató korában díjtalan, majd díjazott gyakornok volt Gombás mellett, most kinevezett tanársegédként átvette az előadásait. 1945. június 1-jén, a háborút követő, még csak kialakulóban lévő politikai helyzetben – az akkor már Ferenc József helyett Bolyai nevét viselő Tudományegyetemen – megkapta nyilvános rendes tanári kinevezését, és egyben rábízták az elméleti fizika tanszék vezetését. Kolozsvári tevékenységét 1950. február 1-jéig folytathatta, miközben angol és francia nyelvű publikációkkal próbált bekerülni az elméleti fizikai kutatások nemzetközi vérkeringésébe. „A Schrödinger-egyenlet levezetése” című, angol nyelven írt dolgozatával 1946-ban megtette az első lépést a sztohasztikus kvantummechanika megalapozása felé. „A termodinamika axiomatikus megalapozásával és általánosításával kapcsolatos néhány kérdésről” c. francia nyelvű, 1948-ban megjelent dolgozatában egy, az entrópia létezését biztosító új axiómát fogalmazott meg, és kapcsolatot teremtett az elméleti mechanika és a termodinamika formarendszere között” – állítja *Gábos Zoltán* (1924-) kolozsvári egyetemi tanár, aki ma is Fényes Imre tanítványának vallja magát.

Kolozsváron tartott előadásai alapján, a hallgatók felkészülését segítendő, elkészített egy 374 oldalas jegyzetet „Az elméleti fizika alapjai” címmel. Ez a könyv 1948-

ban került ki a nyomdából. Miután azonban a magyar állampolgár Fényes Imrének 1950-ben megszűnt a munkaviszonya a kolozsvári egyetemen, a jegyzet még meglévő példányait zúzdába küldte a román egyetemi adminisztráció.

A hazai felsőoktatási rendszer ekkor Debrecenben biztosított helyet számára. 1950 és 1953 között ő lett a Tisza István helyett Kossuth Lajos nevét viselő debreceni egyetemen az elméleti fizika tanszék vezetője, intézeti tanári, vagyis docensi beosztásban. Itt is írt egy egyetemi jegyzetet, ez 1951-ben jelent meg „Elméleti mechanika” címmel, és befejezte a már Kolozsváron elkezdett, monografikus jellegű egyetemi tankönyvét, amelyet „A termodinamika alapjai” címen adott ki az Akadémiai Kiadó 1952-ben. (Lektorai *Rényi Alfréd* és *Kónya Albert* voltak.) Sajnos könyvárusi forgalomba nem kerülhetett a könyv, mert ezt is bezúzták (ki tudja, miért?), immár Magyarországon. Az irreverzibilis termodinamika ekkor még nem volt itthon elfogadott fizikai diszciplína. Kémiából jobb volt a helyzet: *Vándor József*, a Szovjetuniót is megjárt kommunista vegyész mérnök „Kémiai termodinamika” c. könyve *Prigogine- és de Groot*-idézetekkel megtűzdelve 1951-ben jelent meg az Akadémiai Kiadónál, s *Vándor József*-ből 1953-ra akadémiai doktor lett.



1953-ban Fényes Imrét Budapestre helyezték, a Pázmány Péter helyett immár Eötvös Loránd nevét viselő tudományegyetem elméleti fizikai tanszékére, docensi beosztásban. Megértette az idők szavát: a *Fizikai Szemlé*ben szovjet tankönyvek kapcsán írt az egyetemi termodinamika oktatásról 1954-ben. Tanulmányt jelentetett meg „Az okság problémái a kvantummechanikában” c. orosz nyelvű cikkgyűjteményben 1955-ben, a mechanika dialektikus tartalmáról írt egy hazai folyóiratban 1956-ban, „Fizika és világnézet” c. cikke jelent meg a *Magyar Tudomány*ban 1957-ben, és oroszul publikálta a termodinamikai oszcillációs effektus le-





Gyulai Zoltán

Gombás Pál

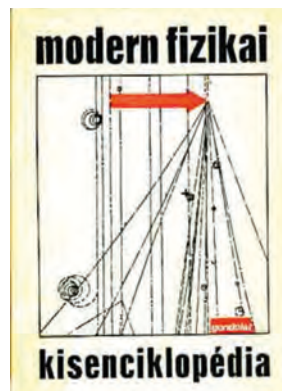
Fényes Imre

írását, valamint a termodinamika mozgás-egyenleteinek (!) integrálásával foglalkozó fizikai szakmai cikkét 1958-ban. Meg is lett az eredménye: 1959-ben sikerrel védte meg „A termodinamikai folyamatok időbeli lefolyása az egyensúlyi állapot közelében” c. akadémiai doktori értekezését. Nem bocsátkozott Prigogine-féle kalandozásba az egyensúlytól távoli állapotok felé, megelégedett a *Lars Onsager* (1903–1976) által már az 1930-as években bevezetett tárgyalással, amely csak az egyensúlyhoz közeli állapotokra terjedt ki. Igaz, Onsager elmélete se szerepelt addig egyetlen magyar nyelvű fizikai tankönyvben sem, és Onsager is csak 1968-ban kapott munkásságáért Nobel-díjat, mégpedig kémiából!

1960-ban nevezték ki egyetemi tanárrá Budapesten, de már nem bízták rá egyetlen új tanszék vezetését sem. Kár, mert tanszéki munkatársaival mindig kiváló szakmai és emberi kapcsolatokat tudott kiépíteni. Erről tett hitet visszaemlékezésében Gábos Zoltán, aki Kolozsváron volt tanítványa és ifjú kollégája, azután *Tamássy-Lentei Ilona*, aki Debrecenben volt ifjú munkatársa, és még *Abonyi Iván* is, aki pedig Budapesten volt fiatal tanszéki kollégája. Visszaemlékezéseik a *Természet Világa* 1993 áprilisi számában jelentek meg – előtte pedig élő szóban hangzottak el 1992-ben, Fényes Imre 75. születésnapja alkalmából tartott soproni emléktábla avatásán. Érdemes újra felfedezni ezeket a visszaemlékezéseket.

Fényes Imre nagyon is igényelte ötletgazdag kutatómunkájának szakmai elismerését, ennek érdekében műszaki, sőt politikai irányban is igyekezett növelni aktivitását. Szívesen dolgozott együtt mindenkivel, aki szakmai tanácsért fordult hozzá, nem válogatott közöttük. Ezzel persze néhányan visszaéltek, köztük az a *Horváth József* (1932–1997) marxista filozófus, akivel közös cikkük is megjelent a fizika filozófiai problémáiról 1975-ben.

1974-ben nagy megtiszteltetés érte: *Werner Heisenberg* (1901–1976) társaságában vezethetett egy több napos szemináriumot Dubrovnikban a kvantummechanika elvi kérdéseiről. Ez volt az ő másik kedvező kutatási területe, már 1952-ben megjelent a *Die Naturwissenschaften*-ben egy cikke



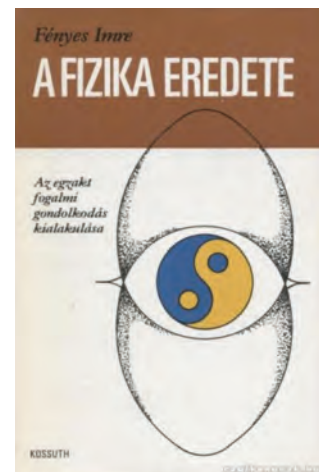
Szerkesztette Fényes Imre, megjelent 1971-ben

a Heisenberg-féle határozatlansági reláció sztohasztikus jellegéről. Heisenberg 1955-ben figyelt fel rá, egyik publikációjában részletesen méltatta Fényes kvantummechanikai érdekeit.

Publikációs tevékenysége Budapesten sem korlátozódott szakmai cikkekre, szívesen vállalkozott könyvek írására és szerkesztésére. Ennek kitűnő példája az 1962-ben megjelent „Entrópia” című ismeretterjesztő könyvecskéje. 1968-ban jelent meg a bezúzott „A termodinamika alapjai” nyomán, most már a Műszaki Kiadónál a „Termodinamika és termodinamika” című könyve, amelyben már Prigogine-hoz illő bátorsággal, de saját felfogásában tárgyalta az irreverzibilis termodinamikát. Nagy munkát fektetett a „Fizikai kisenciklopédia” szerkesztésébe, ez a könyv 1971-ben jelent meg. Filozófiai nézeteit 1966-ban, „Fizika és világnézet” c. könyvében fejtette ki.

Nem lehet nem észrevenni a hasonlóságot Prigogine és Fényes szakmai tevékenysége, tudományos érdeklődése, beállítódása között. Csakhogy, amíg Prigogine mindig határozottan és magabiztosan védte nézeteit, Fényes néha szinte félve állt ki álláspontja védelmében. Tépelődőbb volt, sokkal kevesebb önbizalommal. Megengedőbb volt a vitákban, engedékenyebb – talán megértőbb – a hangzatosan hirdetett véleményekkel szemben. Személyiségük és élettapasztalataik alapvetően különböztek egymástól. Biztos, hogy Fényes végig figyelemmel kísérte Prigogine munkásságát, de sose beszélt erről. Talán véletlen, talán nem: aznap kapott szívinfarktust, amikor hivatalosan bejelentették, hogy Prigogine Nobel-díjat kapott. Még csak hatvan éves volt.

A huszadik században meglehetősen ritkán fordult elő, hogy valakinek évekkel a halála után jelent volna meg valamelyik műve először. Fényes Imrével ez történt. Halála után három évvel jelent meg „A fizika eredete” c. 340 oldalas könyvének premier kiadása, egyik volt tanítványának és későbbi munkatársának, *Erdélyi Sándornak* a gondozásában. Mint a könyv utószavában Erdélyi Sándor elárulta: „Fényes professzor valamikor a 70-es évek elején kezdte írni a könyvet, aminek első változata 1974-ben készült el... a kézirat egy ideig a polcon pihent... 1976-ban látott hozzá újra... előlőről, az egész könyvéhez... 1977. november 13-án hajnalban, túl az átdolgozási munka felén, írás közben érte Fényes professzort



Megjelent 1980-ban, Erdélyi Sándor gondozásában

a halálos szívinfarktust... 'A fizika eredete' mégis teljes egészében Fényes professzor műve, amelynek én... csak szerény segítője voltam.”

Fényes Imre temetésén Keres Emil szavalta el Ady Endre „Az Illés szekerén” című versét a professzor végső kívánságára. ◀

# Legrégebbi ismertnek vélt földrengésünk: Savaria, 455

VARGA PÉTER

*Jelen írás célja a római Pannonia Prima provincia székhelyének, Savariának a pusztulásával és a római hatalom pannóniai jelenlétének végleges megszűnésével kapcsolatba hozott nagy földrengés áttekintése, megvitatása, tisztázása több szempontból fontos. Az említett szeizmológiai esemény fontos a történészek számára, hiszen hatással volt a térség történetére. Fontos a földrengéskutatás számára is, hiszen az ilyen nagy földrengések a Pannon-medencében ritkák, néha több évszázad alatt sem fordul elő hasonló nagyságú esemény. És fontos a társadalom számára is, hiszen a savariai rengés azt jelzi, hogy a térségben létezhet jelentős földrengés létrehozására alkalmas geológiai szerkezet.*

A történelemtudomány a múltat számtalan tárgykor síkjában szemléli. Köztük szerényen húzódnak meg a múltbeli természeti jelenségekkel foglalkozó kutatások. A „szerénységnek” több oka van. Kevés adat maradt ránk és ezek sem mindig megbízhatóak. Ehhez járul talán még az is, hogy az ilyen tárgykorú kutatások viszonylag kevés olvasó figyelmét keltik fel. A történelem iránt érdeklődők tábora hatalmas, de az emberek számára elsősorban a politika-, a társadalom-, a gazdaság- vagy a művészettörténet jelenti a régi idők megismerésének eszközét. Pedig a múltbeli napfogatkozásokra, meteorológiai jelenségekre, árvizekre vonatkozó adatok felkutatása fontos ismeretekhez juttat mindnyájunkat. Egyrészt ezen események leírása szokatlan szemszögből mutatja be a múlt emberének életét és gondolkodásmódját. Bekövetkezésük kihatott a kortársak életére. Csatai kimenetelét befolyásolták. Embereket végeztek ki vagy mentettek fel miattuk. Városok néptelenedtek el következtükben. A természeti jelenségek történetének feltárása ugyanakkor új eszköz lehet lényegük megértéséhez és annak eldöntésére, hogy egy földrajzi régióban mire számíthatunk a jövőben. A természettudományi emlékek között kiemelt helyet foglalnak el a földrengések.

Amikor a szeizmikus prognózis igényéről beszélünk, valami másra kell gondolnunk, mint a meteorológia esetében. Ez utóbbi feladata, hogy három kérdésre válaszoljon: hol lesz, mekkora lesz és mikor lesz? Ezzel szemben a szeizmológusok legfontosabb feladata az, hogy megmondják: egy adott területen és egy adott időintervallumon belül milyen méretű földrengésre számíthatunk. Az ez irányú kutatások alapjául az a felismerés szolgál, hogy a földrengések egy éven belül vár-

ható számának ( $N$ ) logaritmus a lineáris kapcsolatban van a földrengések méretével vagy más szóval magnitúdójával ( $M$ -el)\*:

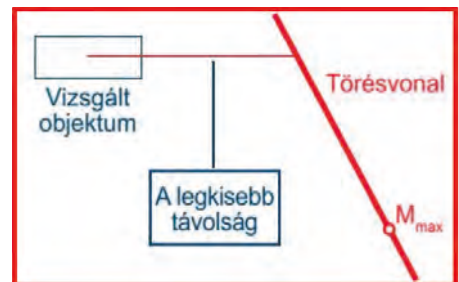
$$\text{Lg}N = a - bM$$

Az egyenlet alapján látható, hogy a nagy rengések a kisebbeknél lényegesen ritkábbak. Ahhoz, hogy a fenti egyenlet meghatározása minél megalapozottabb legyen, szükséges minél pontosabban ismerni a múltbeli rengések számát és méretét (magnitúdóját).

A földrengés hatása egy adott objektumra azon az elven nyugszik, hogy egy tektonikai törésvonal mentén a múltban kipattant legnagyobb földrengés az adott geológiai szerkezet mentén mindenütt előfordulhat (1. ábra). Ennek megfelelően azt vizsgáljuk, hogy hol kerül ez a vonal a legközelebb a veszélyeztetettség szempontjából vizsgált területhez, majd a következő lépésben meghatározzuk az  $e$  távolság mentén, a törésvonalon valaha is kipattant legnagyobb rengéshez tartozó földrengés hatás gyöngülését. Természetesen a földrengés-veszélyeztetettség annál nagyobb, minél közelebb található a vizsgált objektumhoz a rengés forrásául szolgáló földtani szerkezet (törésvonal).

A régmúlt földrengéseire vonatkozó ismereteink hiányosak. Nagyon hiányosak. Még csak reményünk sem lehet arra – pedig

\* A földrengések mérete (magnitúdója) (Richter-skála) a rengést egyetlen számértékkel jellemzi és ez a fészkekben felszabaduló energiával hozható kapcsolatba. A rengés által keltett megrázottság területi eloszlását a földrengés intenzitás segítségével jellemezhetjük (intenzitás-skálák felhasználásával). A földrengés mérete közvetlenül csak műszeres megfigyelések alapján határozható meg. A régmúlt rengései esetében az epicentrális intenzitás értékéből becsülhető a méret egy tapasztalati képlet segítségével.



1. ábra (Varga, 2012)

nagyon fontos volna –, hogy a szeizmikus események időbeli eloszlását az elmúlt évszázadok során megismerjük. Az emberek által érezhető földrengések teljességét csak a Magyar Földrengési Bizottság megalakulása óta (1881) óta ismerjük, az épületekben kárt okozó erősebb rengések egészét pedig hozzávetőleg csak a XVIII. század közepétől. Ha abból indulunk ki, hogy átlagosan minden második évben fordul elő nálunk kisebb-nagyobb kárt okozó földrengés, akkor a magyar államiság 1100 éve alatt 550 ilyen eseménnyel kell számolnunk. Ezzel szemben az 1000-tól 1750-ig terjedő időszakból az egész Kárpát-medencéből jóval kevesebb, mint 200, jelentős részben alig értelmezhető eseményt ismerünk és ezek közül csak 70–80 esik Magyarországi területére. Tehát a múlt szeizmológiai eseményeinek többségéről nincs is tudomásunk. Az ismert események csak különálló részletei a teljes szeizmicitásnak, szórványadatok, fel-felvilámló fények, melyek nem világítják meg a teljes történetet. Mégis fontosak számunkra, mert ha az esemény helye és időpontja ismert, elmondható, hogy annak epicentrális területén van olyan tektonikai szerkezet, mely képes volt és esetleg képes lehet a jövőben is jelentős földrengést generálni. A helyzet azonban az, hogy a XVI. század elejéig összesen öt olyan földrengésről tudunk a

Kárpát-medencéből, melyek fészkeinek földrajzi helyzete ismert: Savaria (455), Selmecbánya (1441), Zólyomlipce (1443), Temesvár (1443) és Szeged (1444). A többi (tizenöt-nél kevesebb) különböző forrásokból származó XVI. század előtti eseményről csak annyit tudunk, hogy a történelmi Magyarországon is érezték, esetleg ott is pattantak ki. Ezek közül kettőről azt is tudjuk, hogy nem magyarországiak, fészük Ausztriában volt (1201: Katsberg M6,1, epicentrális intenzitás IX; 1348: Friaul M6,8, epicentrális intenzitás 10).

A savariai földrengés időpontjával kapcsolatos egykorú adat a Ravennai Évkönyvekből (Annales Ravennates) származik. Az annales (évkönyvek) a késő antikvitásban megjelenő és az első évezredben virágzó műfaj. Legfontosabb eleme az idő: az eseményeket év szerinti csoportosításban közli, általában lakonikus megfogalmazásban. A középkor két másik történelmi műfaja elbeszélő jellegű: a krónikák inkább, a geszták kevésbé ragaszkodnak a történelmi tényekhez.

A késő római Annales Ravennates kezdetei arra az időre nyúlnak vissza, amikor Honorius császár (395–423) Ravennába helyezte át a Nyugatrómai Birodalom fővárosát, mely jól védhető, szinte bevehetetlen város volt. A Birodalom 476-ban bekövetkezett megszűnése után az itáliai germán utódállamok idején is megmaradt a város fontos központi jellege. Ebben az akkori viszonyok között nyugodtnak számító környezetben készült az Annales, és írása folytatódott 476 után is. A savariai földrengés mellett további hét, 408 és 502 között kipattant földrengésről tudósít. Az V. századból származó kézirat egy XI. század-



2. ábra. Római út Savaria fórumán

ban készült másolat formájában maradt ránk, melyet a Merseburg városában, a Káptalani Könyvtárban (Dombibliothek) őriznek. A korabeli annalesek stílusának megfelelően csak a legfontosabbnak tartott adatokat (hely és időpont) és esetleg (a mai olvasó számára nem egyértelműen értelmezhető) károk-ról tesz még említést. Az Annales szövegét Bischoff és Koehler kiadták (1939). A savariai

földrengésről az Annalesben a következő rövid bejegyzés található: „Valentinianus és Anthemius konzulása idején Savariát elpusztította egy földrengés szeptember 7-én, pénteken”.

A konzulok jegyzékéből megállapítható, hogy 455-ben Flavius Placidius Valentinianus (korábban nyugatrómai császár, 425–455) és Procopius Anthemius (később 467 és 472 között nyugatrómai császár) voltak a konzulok. Tehát a földrengés Savariában 455-ben volt. Megjegyzendő, hogy a többi hét földrengés, miként az évkönyvekben szereplő összes történés esetében is, az évet nem számával, hanem az az évi konzulok nevével jelöli az Annales Ravennates.

A Ravennában írt Annalest, mint szeizmológiai adatok forrását, Guidoboni és Ebel (2009) történelmi földrengésekkel foglalkozó könyvükben megbízhatónak találták. A savariai földrengés bekerült Alexandre P. történésznek a Nyugat-Európában kipattant középkori földrengéseket értékelő munkájába is (1990). Alexandre szerint a földrengés időpontja nem szeptember 7., mint az az Annales Ravennatesben szerepel, mert az szerdai napra esett 455-ben, hanem szeptember 9.

A savariai földrengésről említést tesz Johannes Cuspinianus (1473–1529) osztrák humanista, diplomata és történész. Forrása a két részből álló késő antik, tehát szintén korabeli, Fasti vindobonenses első része, a Fasti vindobonenses priores, mely az eseményeket 44 – 397, 439 – 455 és 495 – 539 között követi (Salzman, 1990). Ebben a forrásban is 455. szeptember 7., péntek szerepel a földrengés időpontjaként. Lehetséges, hogy – közvetlenül vagy közvetve – ez az akkor még friss adat az Annales Ravennatesből került át a Fasti vindobonenses prioresbe. Carolus Sigonius (1524–1584) a Nyugatrómai Birodalom bukásával is foglalkozó munkájában (Carolus, 1575) több, földrengésre vonatkozó adat szerepel. Itt 455. július 10. szerepel a savariai földrengés kipattannának dátumaként.

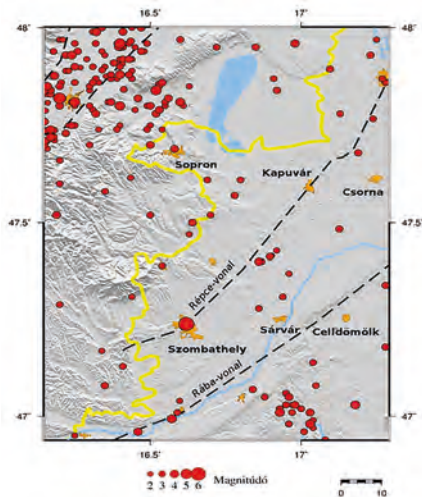
A savariai földrengésről szóló tudósítások egy másik csoportja annak időpontját a gótok uralmának első évével hozza kapcsolatba. Attila 453-ban bekövetkezett halála után Avitus nyugatrómai császár (uralkodott 455–456) kísérletet tett Pannónia visszafoglalására. A római hadsereg 455 őszén jelent meg a provinciában. A római terveket azonban keresztülhúzták a keleti gótok, akik a Balaton mellett szétverték a római haderő jelentős részét, majd elfoglalták az ellátási központjukként működő fenékpusz-



3. ábra. Asturis, Comagenis és Savaria földrajzi helyzete

tai Valcum erődöt és 455 végére a térség már teljesen uralmuk alá került (Bodrossy, 2013). Ennek alapján a gótok uralmának kezdete lényegében 455-re tehető.

A rengéssel foglalkozó írások közül sokban található utalás Szent Severinus, „Noricum apostola” életútjának a Savariát sújtó csapás időpontjával időben egybeeső részével. Az utalások szövege a legtöbb esetben megegyező (vagy nagyon hasonló): „Még csak néhány napja élt a városban, amikor az Asturis pusztulása miatt tartott háromnapos ájtatosság utolsó estéjén szokatlan hevességű földrengés rázta meg a helységet, olyan erejű, hogy a falak között tanyázó rugi katonaság körében pánik tört ki. Félelmükben kitódultak a városkapun, és azt hívnék, ellenség tört rájuk, a sötétben még egymást is kaszabolták” (Eugippus, 1969; Schwarz, 2015). Az idézett szövegből nem derül ki, melyik évről és melyik városról van szó. Thomson E. A. könyve (1982) támpontot jelent. A könyv szerint Severinus Asturisból (Zwentendorf) Comagenisbe (Tulln an der Donau) ment valamikor 454 nyara és 455 vége között. Nem zárható ki – írja Thomson –, hogy a földrengés, mely oly nagy riadalmat keltett Comagenisben és a helyőrség pusztulását (vereségét?) eredményezte, „szeptember közepe előtt hét nappal és Severinus megérkezését követően pattant ki, a savariai volt”. A Szombathely és Tulln an der Donau közötti távolság hozzávetőleg 130 km (3. ábra). Ha a 455. évi földrengés epicentruma valóban Savariában, vagy annak közvetlen közelében volt, annak igen erősnek kellett lennie, mert csak így magyarázható a rugi katonaság körében kipattant pánik. Ismerünk eseteket, amikor egy földrengés nagy távolságban pánikot okozott. Talán illusztrációként megemlíthető, hogy az 1763. június 28-i komáromi földrengés (M6,5) (Varga, Szeidovitz, Gutdeutsch, 2001) „... Sopronban is érez-



**4. ábra. Földrendésszék és tektonikai vonalak Szombathely térségében**

tette a hatását. A reggeli órákban riasztotta meg a lakosságot heves földrengések sorozata: a tűztoronyban magától megkondult a harang, s a fennszoport toronyörök jajveszékésbe tört ki, mert az épület ide-oda himbálódzott... a Fertő tengerként háborgott.” – írja Csatskai Endre (1923). A fentiek alapján elképzelhető: a 455. évi savariai földrengés magnitúdója talán hasonló volt, mint az 1763. évi komáromié.

A Szombathely történetével foglalkozó XVIII., XIX. századi és XX. század eleji magyar írásokban a savariai földrengés éveként 455-t adják meg (Schönvizner S., 1791; Fényes E., 1851; Hunfalvy J., 1860; Molnár J., 1872; Kuncz A., 1880; Balics L., 1901; Réthly A., 1952). Hasonlóan 455 szerepel a későbbi a kor történetével foglalkozó német nyelvű szakirodalomban is (Lotter, 1968; Anders, 2010). Ezzel szemben a „Magyarország története, Előzmények és magyar történet 1242-ig” I. kötetében (Akadémiai Kiadó, 1987.) 456. szeptember 7-i dátum található. Ugyancsak 456-ös évszám van a Magyar Nagylexikon Szombathely címszavában is (Magyar Nagylexikon Kiadó, 16. kötet, 2003.). Abban azonban az eltérő időpontokat elfogadó források egyetértenek, hogy a Savariát romba döntő földrengés végzetes katasztrófa volt Pannónia római lakossága és élete számára. A provincia akkor legnagyobb városa, Pannonia Prima kormányzati és egyházi központja szűnt meg létezni.

A földrengés, mint a legrégebbi ismert hazai szeizmikus esemény hírére Gothard Jenő csillagász 1909. elején Herényben Réthly Antalhoz írt levele juttatta el a magyar szeizmológusokhoz, és ennek köszönhetően lett az első esemény Réthly Antal földrengés-katalógusában (Réthly, 1952).

A késő antik források alapján a Savaria nevéhez kötődő földrengés kapcsolatáról a föld-

tani-tektonikai szerkezethez jelenleg nincs elfogadott elképzelés. Szombathelytől nyugatra húzódik a Mura-Mürtz-völgy törésvonal, mely Ausztria és egyben a térség szeizmológiai szempontból legaktívabb tektonikai vonala (Hammerl, Lenhardt, 1997). Ennek távolsága Szombathelytől több mint 60 km, így nem valószínű, hogy olyan földrengés forrása lehetett, mely a római kori település épületeit romba dönthette. A Dunántúli-középhegységet az alpi szerkezetektől elválasztó Rábamenti Metamorfit övezet választja el egymástól (Császár, 2005). Ennek keleti határát a Rába-, míg a nyugatit a Répce-vonalak képezik (4. ábra). Mindkét szerkezeti vonal mentén a közettömegek egymással párhuzamosan mozognak, gyakran összesülődve. Előbbi északabbra, Győrtől keletre eső része jelentős földrengés-aktivitást mutat. Hozzá kapcsolható sok más esemény között a komáromi 1763. évi 6,5 magnitúdójú esemény is, de a Győrtől délre eső szakasza jelenlegi ismereteink szerint inaktív. Távolsága Szombathelytől több mint 30 km. A metamorfit övezet nyugati határát képező és közvetlenül Szombathely térségében húzódó Rábca-vonal szintén inaktívnak tekinthető.

Szombathely tágabb környezetéből 2015 végéig, leszámítva a 455. évi savariait, 403 kisebb földrengésről van tudomásunk. Ezek közül csak kettő pattant ki 1500, kilenc 1700, harminchat 1800 előtt. A XIX. századból 54, a XX. századból 124 szerepel a földrengések jegyzékében. A fennmaradó 178 esemény a XXI. század első másfél évtizedéhez köthető. A 403 földrengésből álló lista egy Szombathely köré rajzolt 50 km sugarú körön belül nem tartalmaz 4,5 magnitúdójánál nagyobb földrengést. Egy ilyen esemény során felszabaduló földrengésenergia a Savariára esetlegesen feltételezett  $M=6,5$  érték 0,1%-a. Azaz ismereteink a térség szeizmicitásáról időben erősen korlátozottak, érdemben csak az utolsó 100–150 évre terjednek ki.

Összefoglalva elmondható, hogy Szombathely térsége az általunk belátható, hozzávetőleg 150–200 éves időszakban nem mutatott számottevő földrengés-aktivitást. Nem tudjuk, hogyan viselkedett a 455. évi eseménnyel kapcsolatba hozható forrásszóna a földrengést követő évek, évtizedek, évszázadok során. Az azonban bizonyosnak látszik, hogy Szombathely környékén léteznie kell egy földrengések generálására képes földtani szerkezetnek, mely aktivizálódhat a jövőben. Ennek megismerésére a város környezetében földtani kutatásokra van szükség.

## Irodalom

Alexandre P., 1990: Les séismes en Europe occidentale de 394 à 1259; Nouveau catalogue critique, Observatoire Royal de Belgique, Série Geophysique, Bruxelles

Anders F., 2010: Flavius Ricimer: Macht und Ohnmacht des weströmischen Heermeisters in der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts, Peter Lang Internationaler Verlag der Wissenschaften  
Balics Lajos, 1901: A kereszténység története hazánk mai területén a magyarok betelepüléséig, Budapest

Bischoff B., Koehler W., 1939: Eine illustrierte Ausgabe der spätantiken Ravennater Annalen, in: Medieval Studies in memory of A. Kingsley Porter, ed. W.R.W. Koehler, Cambridge Mass., Harvard University Press, 1, 125-138.

Bodrossy Leo, 2013: A Balaton regénye, a Balaton- és a Bakony-vidék kultúrtörténeti fejlődése, Adamo Books

Carolus Sigonius, 1575: Historiarum de Regno Italiae, Libri Quindecim, Francofurti ad Moenum: Ex officina Typographica And. Wecheli

Császár G., 2005: Magyarország és környezetének regionális földtana I., Paleozoikum-paleogén, Eötvös Kiadó

Csatskai Endre, 1923: Sopron Vármegye, XXVI. évfolyam, 1923. szeptember 4.

Eugippus, 1969: Vita Sancti Severini, Antik Tanulmányok – Studia Antiqua, XVI, 1, 265-320.

Fényes E., 1851: Magyarország geographiai szótára, Pest

Guidoboni E., Ebel J. E. 2009, Earthquakes and tsunamis in the past, Cambridge University Press  
Hammerl C., Lenhardt, W., 1997: Erdbeben in Österreich, Leykam Verlag Wien

Hunfalvy J., 1859: Az 1858 januárius 15-én történt földrengés, Királyi Magyar Természettudományi Társulat Évkönyvei, IV., 1858–1859, Pest

Kuncz A., 1880: Szombathely, Savaria rendezett tanácsú város monográfiája, Szombathely

Lotter F., 1968: Zur Rolle der Donausueben in der Völkerwanderungszeit, Mitteilungen des Instituts für Österreichische Geschichtsforschung, 76, 3-4, 275-298.

Molnár J., 1872: A hévizek Buda környékén, Matematikai és Természettudományi Közlemények, VII, 3.

Réthly Antal, 1952: A Kárpát-medence földrengései (455–1918), Akadémiai Kiadó, Budapest

Salzman M. R., 1990: On Roman time: the codex-calendar of 354 and the rhythms of urban life in late antiquity, University of California Press, 1990.

Schönvizner S., 1791: Antiquitatum et historiae Sabariensis ab origine ad presens tempus, Pestini Schwarz A. I., 2015: The Roman frontier along the upper Danube in late antiquity; In: Halfond G.I. (editor): The medieval way of war: Studies in medieval military history in honor of Bernard S. Bachrach, Taylor & Francis Group

Varga P., Szeidovits Gy., Gutdeutsch R., 2001: Isoleismal map and tectonical position of the Komárom earthquake of 1763 Acta Geodetica et Geophysica, 36,1, 97-108.

Varga P., 2012: Földrengés-prognózis és veszélyeztetettség, Természet Világa, 143, 12, 536-539

Thomson E.A., 1982: Romans and barbarians; the decline of the Western Empire, The University of Wisconsin Press

# Egy orosz nemes tudományos expedíciója

BABINSZKI EDIT–KÖBÁNYAI PÉTER–GÁSPÁR ANITA

Anatolij Gyemidov, San Donato első hercege 1837–38-ban egy természettudósokból és mérnökökből álló expedíciót szervezett saját költségén Dél-Oroszországba és a Krimbe. A Párizstól Odesszáig tartó utazásról szóló, négy szöveges kötetből és egy csodálatos akvarellel illusztrált atlaszból álló könyvsorozata 1840–42 között jelent meg, Párizsban. A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Földtani Szakkönyvtárának gyűjteményében található példányt Semsey Andor, a Földtani Intézet nagyvonalú mecénása ajándékozta hazánk legnagyobb földtani szakkönyvtára számára.

A befolyásos orosz kereskedő és iparos Gyemidov család Nyikita Gyemidovnak köszönheti hírnevét és gazdagságát. A tulai fegyverkovács Nagy Péter cárnak szállított ágyúkat és fegyvereket a svédek ellen vívott háború alatt, aki ezért hatalmas birtokokat ajándékozott a családnak Szibériában. Nyikita Gyemidov itt fedezte fel 1725-ben Kolyvan vasérclelőhelyét, melynek bányáiból mesés gazdagságra tett szert. E tehetős, a művészetet és a tudományokat bőkezűen pártoló családba született 1812. március 24-én, Moszkvában Anatolij Nyikolajevics Gyemidov. Párizsban nőtt fel, ahol apja nagykövet volt. Alig múlt 16 éves, amikor apja meghalt és körülbelül évi 2 millió rubel jövedelmet hagyott rá.

Anatolij Gyemidov már fiatalon az állam szolgálatába állt: Firenzében, Rómában, Londonban és Párizsban is volt hazája nagykövete. Bár élete nagy részét Nyugat-Európában töltötte, Oroszországban nagyon keveset időzött, soha nem felejtette el szülőházát: Szentpéterváron kórházat alapított, melyben az első kolekrajárvány kitörésekor ő maga is ápolta a betegeket. Családjá többi tagjához hasonlóan nagyon sokat jótékonykodott, támogatta a gyermekkórházakat, a tudományos kutatásokat.

1837–38-ban egy mérnökökből és természettudósokból álló expedíciót szervezett, melynek összes költségét – 500 000 frankot – egymaga állta. Az utazás fő célja ásványtani és földtani vizsgálatok végzése volt Dél-Oroszországban és a Krim félszigeten. Ennek a Párizstól Odesszá-



San Donato első hercegének címere

## Magyar fogadó



Aubergé Bonarose. Széki, rive droite du Danube.

ig tartó utazásnak az összefoglalásaként született meg a *Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée: par la Hongrie, la Valachie et la Moldavie (Utazás Magyarországon, Havasalföldön és Moldávián át Dél-Oroszországba és a Krimbe)* című négy szöveges kötetből, valamint Denis Auguste Marie Raffet száz darab, egyedülálló akvarelljével illusztrált atlaszból álló műve. Anatolij maga választotta ki expedíciójának mind a 22 tagját, akik között tudósok, mérnökök és művészek voltak. A könyvet I. Miklós cárnak ajánlotta, aki azonban egyáltalán nem érdeklődött a mű iránt, a korabeli pletykák szerint azért, mert igencsak bosszantotta, hogy nem oroszok vettek részt az expedícióban, hanem elsősorban franciák. Az utazás során nagyon sok történelmi, régészeti, néprajzi és természettudományos megfigyelést tettek egy olyan régióról, melynek nagy része akkor még teljesen ismeretlen volt a külvilág számára.

Az útinapló a Párizstól Dél-Oroszországig tartó utat csak röviden írja le. Magyarországról sem sokat mond el, hiszen a Gyemidov-expedíció csak áthaladt hazánkon, leginkább a magyar városokkal (Pozsony, Buda, Mohács), az utakkal és a közlekedési viszonyokkal foglalkozik. Fővárosunkról így ír: „Július 4-én délután megérkeztünk Ofenbe, helyesebben Budára, ebbe az igazi magyar városba, mely várfoka magasságából látja maga körül elterülni azt a négy elővárost, amelyek egészen a Dunáig ereszkednek le – míg a folyam bal partján Pest tárja fel nagyságát, az új város minden gazdagságát és fényűzését. Buda impozáns látványt nyújt, mely híven mutatja, hogy a hosszú időn



### Pásztor

át szerencsés, erős és független történelmi Magyarországnak a megszemélyesítője. A rómaiak alatt Sicambiának nevezték és a hagyomány szerint mai nevét Attila egyik fivérének, Budának emlékére nyerte. Bár mint is volt, Buda fennmaradt, hogy hirdesse Magyarország hősi történelmét, mely kezdődik Árpád honfoglalásával, folytatódik házának huszonhárom királyával és az Anjou-család uralkodóival, majd II. Ulászlóval, aki kódexbe foglalta a törvényeket és végződött II. Lajossal, kinek 1526. évi mohácsi elesetével egyúttal a régi magyar monarchia is eleset. A törvényes fejedelmektől megfosztott Buda több mint másfél száz esztendőn át török uralom alatt állt s ma is viseli ennek az erőszakos birtoklásnak nyomait. [...] Buda a királyság nádorának

és az egyházi főméltóságoknak székhelye s miután a Habsburg-ház örökösödési jogát elismerték, visszanyerte a jól megérdemelt királyi főváros címet. Kevés város dicsekedhetik olyan fekvéssel, mint Buda és Pest, a szélessodrú Duna által elválasztott két, de mégis egy és ugyanazon város. Pest 60 000 lakosú, lármás és nagyforgalmú, tetterős, dolgos, nagytratóró város, mely többet termet, mint amennyit fogyaszt. Utcái szépek, rakpartjai szélesek, kereskedelme napról napra növekszik, épületei pedig jó ízlésről tanúskodnak.”

Bár az expedíció pár nap alatt keresztülhaladt Magyarországon, Gyemidov, amit csak hallott, megfigyelt, mindent leírt. A magyar viszonyokról elmélkedve, hátramaradottságunk okát abban látta, hogy

### Közönséges ürge



a nemesség, a földbirtokos osztály minden adó, közteher alól föl van mentve, a köz terhe csupán a szegény, nincstelen osztály vállát nyomja. Hallott Széchenyi Istvánról is, akinek tehetségétől és buzgó munkálkodásától remélheti az ország a fejlődését és a reformok megvalósítását. Az írásából rokonszenven árad a magyarság felé, de nem az arisztokraták, hanem a szegény nép iránt. Budapest jellemzését így folytatja: „Buda uralkodik ifjú testvére felett, melynek minden kedves szépsége ellenére is meg kell adnia az idősebb testvér részére kijáró tiszteletet. Ha az egyik a kereskedelem és a haladás eszméinek a városa, a másik viszont a történelemé, a monarchiáé, a nemességé; az a város, mely annyit harcolt és szenvedett, mielőtt túlparti szép és fényűző ifjú vetélytársa kiemelkedett volna az ő védelmező árnyékából. Buda a nemes

múltat képviseli, Pest pedig a mai magyar népnek a kifejezője és elmondhatjuk, hogy a hid, amely a két várost egyesíti – jelképe az ország mai politikai állapotának. Ez az öreg hid már nem elégíti ki a forgalmat s ezzel mind a két fél egyetért; ámde Buda ellenzi egy új hid építését. Ime az oka: a régi hídön a vámot csak a nép fizeti, míg a nemesség mentes ez alól. Azonban – s ezt mindenki érzi – az új hídön ez a kiváltság már megszűnne. A hídvám már nem fog különbséget ismerni nemes és polgár között, mert az országgyűlés irányzata a közbevételeket illetően az általános teherviselés felé fordult. Buda mégis ellenáll, hogy ezzel régi kiváltságai elenyészését még kis időre elodázhassa.”

Gyemidov könyvsorozatának első kötete az útleírás. A második kötetben elsősorban geológiai, öslénytani megfigyelések szerepelnek, de az 1825–39-ig tartó időszakra vonatkozó időjárási adatok is megtalálhatók benne. A harmadik kötet a biológiai eredményeket, a területeken megfigyelt fajok leírásait tartalmazza. A negyedik pedig Pierre Guillaume Frédéric Le Play, mérnök, szociológus, közgazdász leírása a donyeycki szénmedencéről: a kutatások jelenlegi állásáról és az ásványi nyersanyagokhoz kötődő iparágak jövőjéről Oroszországban. Az expedícióban részt vett Alexander von Nordmann, finn biológus is, akinek tudományos karrierjében fontos mérföldkő volt ez az utazás. 1838-ban



Betűs sügér (felül) és doni durbincs (alul)

### Osztrigamaradványok a Krímből



Gyemidov kérésére Párizsba utazott, ahol felügyelte a könyvsorozat, valamint az állatokról és a növényekről készülő akvarellek készítését. Bár botanikus és zoológus volt, 11 hónapig dolgozott az atlasz azon részén is, amelyben a topográfiai, geológiai és bányászati térképek kaptak helyet.

E tudományos munkát később lefordították angolra, németre, olaszra és a francia kiadás után 16 évvel megjelent Oroszországban is. Anatolij Gyemidovot a szentpétervári, a párizsi, a müncheni és a stockholmi mellett 1858-ban a Magyar Tudományos Akadémia is tiszteleti tagjává választotta, a toscanai nagyherceg pedig San donato hercegi címet adományozott neki.

### Irodalom

Tardy Lajos: Orosz utazók Budán és Pesten. – Tanulmányok Budapest múltjából, 1971/18, 187–210.

Anatolij Gyemidov könyvsorozatának legszebb oldalai, akvarelljei nagy felbontásban megtalálhatók a [www.mfgi.hu/hu/kovekeskonyvek](http://www.mfgi.hu/hu/kovekeskonyvek) címen.

### E számunk szerzői

DR. BABINSZKI EDIT PhD, geológus, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest; GÁSPÁR ANITA informatikus könyvtáros, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest; HÉRINCS DÁVID meteorológus, HungaroControl, Budapest; DR. HOLLÓSY FERENC biológus, klinikai kutatási munkatárs, KCR, Budapest; DR. KALOTÁS ZSOLT természetvédelmi tanácsadó, Tolna; KAPITÁNY KATALIN olvasószerkesztő, Természet Világa, Budapest; KŐBÁNYAI PÉTER geográfus, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest; PÁTKAI ZSOLT meteorológus, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; DR. SZABAD JÁNOS professor emeritus, Szegedi Tudományegyetem Orvosi Biológiai Intézet, Szeged; DR. SZABADOS LÁSZLÓ csillagász, MTA CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet, Budapest; DR. SZAKÁLL SÁNDOR, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Ásvány- és Kőzettani Intézet Tanszék, Miskolc; DR. VARGA PÉTER, a földtudományok doktora, MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Kövesligethy Radó Szeizmológiai Observatórium, Budapest; DR. VENETIANER PÁL akadémikus, MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Biokémiai Intézet, Szeged;

### Januári számunkból

*Telbisz Tamás:* Töbör, pénz, komment

*Németh Károly:*  
Vulkánok között Kolumbiában

Élvonalbeli a magyar ökológia.

*Báldi Adrással,* az MTA Ökológiai Kutatóközpont vezetőjével beszélget *Jordán Ferenc*

*Batta András:* A zene mint X-dimenzió. A készülő Magyar Zene Háza koncepciójáról

*Kéri András:* A fegyencek egykori pokla, az Üdvösség-szigetek

**GYÓGYSZEREKRŐL – NEM CSAK  
VEGYÉSZMÉRNÖKÖKNEK**

A Typotex kiadónál 2016-ban megjelent „Gyógyszerek” című könyv elvileg a másodéves vegyészmérnök-hallgatók egyetemi tankönyvéül szolgál, valójában azonban szinte mindenki haszonnal forgathatja.

A kitűnően szerkesztett, mindössze 344 oldalas összefoglaló munka az alapfogalmak ismertetése után áttekinti a gyógyszerek szervezetbe juttatásának módszereit, hatásmechanizmusukat, a gyógyszermolekulák útját a szervezetben egészen lebomlásukig, sőt bomlástermékeik lebomlásáig.

A bevezető részben megtalálhatjuk a gyógyszer-hatóanyagok legfontosabb típusainak ismertetését, valamint a gyógyszer és a gyógyszerkémiák fogalmának meghatározását. Ezt egy bravúros, mindössze 7 oldalas történeti összefoglaló követi, majd e rész végén egy igen fontos rövid fejezetben ismertetik a szerzők a gyógyszerkutatás idő- és költségigényét. Az itt található, az átlagember számára elképesztő számok érthetővé teszik a gyógyszerek (eszerint csak látszólag) magas árát. Igen lényeges az is, hogy megfelelő hangsúlyt kapnak az iparjogvédelmi, szabadalmaztatási kérdések is, hiszen ennek a jogterületnek egyértelműen a gyógyszeripar az egyik mozgatója, s egyben hasznélvezője.

Több helyen is foglalkozik a könyv a kábítószerrel, hatásukkal, illetve az ezekhez hasonló molekulaszervezetű gyógyszerek alkalmazásával.

A könyv záró részében a gyógyszerkutatás módszereit tárgyalják a szerzők, beleértve a legkorszerűbbeket is, majd gyakorlati példákon keresztül mutatja be a legfontosabb hatásterületeken (láz- és gyulladáscsökkentés, fájdalomcsillapítás, antibakteriális és gombaellenes szerek) alkalmazható molekulatípusokat. Ebben a részben ismertetik a betegségek kialakulásának folyamatát és a gyógyszerek hatásmechanizmusát is.

A könyv használatát nagymértékben elősegíti a könyv végén található kisszótár, ami a legfontosabb fogalmakat és rövidítéseket mutatja be, valamint az ábrák és táblázatok jegyzéke.

Ki kell emelni a jól áttekinthető kép-letábrákat, amelyek érzékletesen mutatják be a gyógyszerek hatása szempontjából alapvető jelentőségű térbeli viszonyokat is.

A fenti rövid áttekintésből is kiderül, hogy ez a könyv jó szolgálatot tehet sok olyan esetben is, amikor laikusként akarunk valamivel többet megtudni a részünkre felírt gyógyszer szerkezetéről vagy hatásmechanizmusáról, azaz a könyvnek helye van minden olyan olvasó könyvespolcán, aki kicsit mélyebben érdeklődik saját vagy családjának egészsége iránt.

GÁCS JÁNOS

**GYURKÓ ISTVÁN–WILHELM SÁNDOR: A paduc** (Debrecen–Tiszafüred, 2016)

Mi is a paduc? Az egyik legkülönlegesebb, gyors folyású vizekben élő halfajunk, szájnnyílása alulról nézve egyenes rés, alsó ajkát vésőszerűen éles szarubevonat fedi, ami alkalmassá teszi a köveket borító algabevonat lelegetésére. Erről a halról állította össze A paduc című, a Magyar Haltani Társaság kiadásában megjelent kismonográfiát Wilhelm Sándor, a Partiumban élő neves halkutató, elsősorban Gyurkó István professzor, az erdélyi magyar halászati kutatás és halászati szakírás megalapozója kutatási eredményeiből. „A moldvai halászként a paduc szaporodása akkor kezdődik, mikor az égerfa rügyei kipattannak, ha a hideg miatt késik a rügyfakadás, a paduc ikrázása is késik” – ez is jelzi, milyen nagy jelentőséget töltött be e halfajunk a nép életében, korábban. E halfaj ökológiailag is jelentős, a moszattakáró lelegetése közben elfogyasztja a rárákódott, rajta megkötődött szerves és szervetlen törmelékét is, hozzájárulva ezzel a víz tisztításához, csökkentve az eutrofizációt.

Helyzete ellentmondásos: némelyek szerint Erdélyben nő az állománya, ahogyan nő azon vizeknek száma, melyek partjáról kiirtották a víz fölé boruló növényzetet, s így a vízbe jutó napsugárzás ereje növekszik, kedvezve a paduc táplálékát jelentő algáknak. Mások szerint állományának csökkenése figyelhető meg, a környezetszennyezés, a szaporodási helyek degradációja, a partrendezési munkálatok, a duzzasztógátak építése, és a – romániai vizekre vonatkozó – túlzásba vitt halászat miatt. Akárhogy is van: védeni kellene a paducot, amely egyéb előnyei mellett ráadásul táplálékforrást jelent a vele részben azonos élőhelyen tartózkodó, kipusztulófélben levő, nagy pisztrángfélének, a galóca számára is.

FARKAS CSABA

**VISZLÓ LEVENTE: Bodmér – Egy külön falu története; A Vértes Natúrpark monográfiái**

Manapság sorra jelenek meg a monográfiák és mindenféle gyűjteményes kiadványok, jelül annak a ténynek, hogy újra feltámadóban van az emlékezés, dacára „a múltat végképp eltörölni” szándékozók terveivel. Ezúttal Viszló Levente kötetét ajánlhatom figyelmükbe, ami logikus gondolatmenetével, a településen élő-lakó ember felbecsülhetetlen tapasztalataival és főleg nagy mesélőkedvével tűnik ki a többiek közül. A „különc” jelző azonban magyarázatra szorul. Merthogy Bodmérhez hasonló települést nem igen találhatunk az országban. Először is, mert lakói (valaha) mind köznemesek voltak, a rang-

hoz járó kellő méretű birtokhányadokkal. Másodszor, mert az itt élők mindannyian magyarok, noha a Vértes nemzetiségi összetételére nem kifejezetten ez jellemző. Harmadszor pedig, hogy mindannyian reformátusok. Igaz, nincsenek sokan: a falu lakosainak száma a II. József alatti népszámlálás szerint 340 fő volt, ami később ugyan 445-re is felemelkedett, de többnyire a 300 körüli szám jellemezte, és csak a jelenkori 247 főre való csökkenés száma elgondolkodtató.

A kötet a természeti környezet bemutatásával kezdődik, és ez nem véletlen: a Vértes Natúrpark bővelkedik természeti ritkaságokban. A „Fejezetek a község 700 éves történetéből” cím alatt számos érdekes és tanulságos történet olvashatunk, többek között elmúlásra ítélt apró falvakról, vagy arról, hogy Bodmér kun szállásterület, de legalább is érdekelttség lett volna, amiről a történetírás is csak hézagosan emlékezik. A régi (és történelmi jelentőségű) családnevek, nem kevésbé történeteik ugyancsak figyelemre méltóak. A XX. század minden keserűségét viszont már szemtanú mondják el, kezdve az I. világháborús történetektől 1956-ig.

A település közigazgatásával foglalkozó fejezet többnyire Mária Terézia, illetve II. József nevéhez fűződik, pontosabban az akkori intézkedésekkel veszi kezdetét. Talán nem is véletlen, hiszen ezek az intézkedések fellendítő hatásúak volt az egész országban, és a modern település-szerkezet is ekkor alakult ki. Erről és a település egyéb viselt dolgairól sok hasznosat tudhatunk meg, de a legtöbb érdekes adat, feljegyzés, visszaemlékezés mégis csak azoktól az emberektől származik, akik mindazt átérték, megtapasztalták. Így pl. az orvosi ellátásról, az iskoláról, a tűzoltóságról, vagy az egyházalapítás és működtetés, illetve a népoktatás körülményeiről. Egyáltalán, ez a „megidézett történelem” Viszló Levente erőssége. Úgy beszélgeti, olyasmiről kérdezi ki riportalanyait, hogy azok mindig a lényegről beszéljenek, de eközben a bodméri jellegzetességekről is szó essék. A gazdálkodás, az ipar, a közlekedés mind-mind olyan téma, ami az érintett területen ügyes összehangolással, az elhangzottakkal egybevigó módon fejt ki. A kötetet a néprajzi, kultúrtörténeti és anekdota-jellegű fejezetek zárják, és amelyek segítségével még közelebb kerülünk a nagy múltú kistelepülés megismeréséhez.

Ki kell még emelnünk a kötetben előforduló gazdag illusztrációgyűjteményt. A gondos és átgondolt gyűjtés eredményeként régi és jelenkori fotók, dokumentumok, térképek és táblázatok gazdagítják a könyvet.

SZILI ISTVÁN



# Gondolatok a „Vízilónaptej”-ről

**E**rős a gyanúm, hogy a vörös színű hipposzudorsav híg vizes oldatának kémiai analízise önmagában csak a tudományos kíváncsisággal beoltott közönség elméjében szólaltatja meg az érdeklődés csengetttyűit. Na de, ha a vízilónaptej kerül szóba, az valami egészen más! Hogy e kettőnek mi köze van egymáshoz – sok egyéb mellett – megtudhatjuk Lente Gábor: Vízilónaptej és más történetek a kémiából címmel nemrég, a TYPOTeX eKIADÓ gondozásában megjelent könyvéből, amely a szerző korábbi rövid írásaiból közöl egy tekintélyes csokorra valót.

Lente Gábor a Debreceni Egyetem Szervetvel és Analitikai Kémiai Tanszékének egyetemi tanára, számos tudományos cikk és több könyv szerzője. Rendszeresen közöl tudományt népszerűsítő írásokat a Magyar Kémikusok Lapjában és a Természet Világában is. Nem áll tehát távol tőle tudományos újdonságok, furcsaságok, vagy épp tévhitiek boncolgatása és közérthető formában való tálalása. A figyelem felkeltésének eszköze nála sosem a pongyolaság, sokkal inkább a szórakoztató alaposág. Nagyszerű érzékkel ragadja meg a mindenkiben pislákoló gyermeki kíváncsiságot és csalogatja magával közönségét a mélyebb megértés irányába. Talán egyetért velem a kedves olvasó abban, hogy a krimik nem attól válnak izgalmassá, hogy

hány csavarral nehezíti meg az író a tájékozódásunkat, hanem attól, hogy mennyire képes hiteles tények közé illeszteni cselekményét, a megszokottat, már-már unalmasat a szokatlannal, meghökkentővel kellő arányban és jól időzítve vegyíteni. Ebből a szempontból a „Vízilónaptej” akár rövid krimik gyűjteményeként is megállna a lábán – a lehető legesekélyebb számú áldozattal (én csupán egyetlen egyet tudtam egyértelműen azonosítani olvasás közben, mégpedig az unalmamat).

Szó esik a könyvben természettudomány és szépirodalom viszonyáról, kémikusból lett hírességekről, vagy épp a mindennapjainkba beolálgató komoly tudományról. Szerzőnk vékony mezzye egyensúlyoz, amikor eszmeifuttatásait szabatosan, mégis élvezetes, de soha nem hatásvadász módon örökíti meg több mint 250 oldalon keresztül, ami nem kis teljesítmény. Teszi mindezt oly’ könnyed eleganciával, hogy bizony ezt a könyvet

nehéz egy-egy fejezet után letenni. Én mégis erre buzdítom az olvasót, főleg a mai rohanó és tömegben fogyasztó világunkban. Érdemes időt szánni a szerzővel való együtt-gondolkodásra, az ügyesen a szövegbe ágyazott szakmai tartalom feldolgozására, s hát igen, az elmélázásra a meglepő gondolat-társításokon. Ki feltételezte volna például, hogy az Odüsszeia történéseinek ideje a szövegben fellelhető csillagászati utalásokból napra pontosan megbecsülhető? Hogy trigonometriai és földrajzi ismeretekkel kideríthető, honnan szemlélhetette Poszeidón Trója ostromát? Hogy a világ nagyjai közül nem is egy természettudományos pályán indult? (Személy szerint Angela Merkel *J. Am. Chem. Soc.* cikkén ámultam sokáig.) Hogy ember alkotta napvitorlások szelik az űrt?

Egy kiváló könyv esetén talán nem illetlenség zársképpen a szerzőt idézni. Az utolsó fejezet az IgNobel-díjjal foglalkozik.

Ebből megtudhatjuk, hogy a díjátadó egyik fontos mozzanataként, a díjazottak 60 másodperces előadásának leteltével egy nyolcéves kislány azt kezdi el ismételtetni: „Please stop. I’m bored.” („Kérem, fejezze be! Unatkozom.”) Én csak azt kérem Lente Gábortól, hogy neki eszébe se jusson befejezni, ne-hogy unatkozni kezdjünk!

PAP JÓZSEF SÁNDOR



(2017. július 20.)

## RITKASÁG LEHET AZ AKTÍV TEKTONIKA

Földünk aktív tektonikai folyamatai tartják körforgásban a kőzetlemezeket, ennek köszönhetően alakulnak ki az óceánok, a kontinensek, majd süllyednek a mélybe a rajtuk felhalmozott kőzetekkel, vulkánok táplálják a

felszínt és a légkört. Mindez pedig a hőmérsékleti viszonyok kiegyenlítésén keresztül feltétlenül alapvető az élet fenntartásához is.

Készült egy kutatás arról, hogy a galaxisunkban az exobolygók közt mennyi lehet alkalmas hasonló tektonikai folyamatok fenntartására. A kutatás anyaga jelenleg szakmai bírálat alatt van. A kutatás *Cayman T. Unterborn* (Arizona Állami Egyetem) csillagász-geológus, bolygókutató vezetésével született, s arra a kérdésre koncentrált, hogy a bolygók kémiai összetétele alapján milyen feltételek adóttak a tektonikai folyamatokhoz.

A kutatási eredmény szerint valószínűleg az exobolygók mintegy egyharmada tud aktív tektonikával az élethez szükséges feltételeket teremteni, azonban még bizonytalan ez

az arány, hiszen azzal sem vagyunk tisztában, hogy itt a Földön mi indította be e folyamatokat. Azonban, ha ki is alakul valamiféle tektonikai mozgás egy bolygón, annak a hosszú távú fenntartásával már gondok vannak. A Naprendszerben egyedül a Föld esetében vannak jelen a ciklikus kéregmozgások, illetve elképzelhető, hogy még a Merkúron is, ahol nemrégiben találtak fiatal törésvonalakra utaló lépcsőzetes felszíni mintázatokat. A többi bolygó esetében, ha a múltban volt vulkanizmus, mára már rég leállt a működésük. Például ha a Marson aktív vulkáni tevékenység volna ma is, akkor ez pótolhatná a légkörből eltűnt szén-dioxid mennyiségét s ezzel kedvezőbb hőmérsékletet teremthetne a vörös bolygón. Ahhoz, hogy hosszú távon aktív vulkánok le-

hessenek egy bolygón, a tektonikai mozgások alapvető fontosságuk (kivételet képezhet az árapályfűtés segítségével fenntartott eset, pl. a Jupiter Io nevű holdján).

Egy 2007-es kutatás szerint a Földnél nagyobb méretű és tömegű kőzetbolygók („szuperföldek”) esetében azok nagyságából adódóan a belső hő tovább képes fűteni a bolygót s így ezeken a kőzetmozgások is fennmaradnak. Azonban ez a kutatás egyedül a bolygóméretet vette számításba, a mostani során viszont a bolygók kémiai összetételét is. Ez utóbbi vizsgálatára természetesen csak közvetett úton van lehetőség, habár az exobolygók légkörét már lehet közvetlenebbül is elemezni, a kőzetben jelen lévő elemek arányát alapvetően csak az anyacsillag tulajdonságaiból lehet kikövetkeztetni. Mintegy 1500 csillagot vizsgáltak meg e szempont alapján, köztük 123, a Kepler űrtávcső észlelései alapján exobolygónak is otthont adót. A csillagok tulajdonságaiból a kialakulásukkor volt porkorong összetételére, méretére következtettek, ezekből pedig a lehetséges kőzetbolygót alkotó elemek arányára. Ezt követően számítógépes modellezéssel vizsgálták, hogy az adott összetétel, a bolygóméret, a hőmérséklet, a bolygó belsejében uralkodó nyomásviszonyok miként hatnak a kőzetmozgásokra, vagyis arra, hogy a kéreg elég sűrű lehet-e ahhoz, hogy lesüllyedjen a bolygó köpenyébe. Ha ez megtörténhet, akkor a légköri széndioxid-szint szabályozásán keresztül alkalmas lehet az élethez szükséges hőmérsékleti viszonyok kialakítására is a folyamat. Amennyiben nem tud lesüllyedni a kéreglemez, akkor nem vonja ki a légköri széndioxid-felesleget, vagy éppen a vulkanizmus hiányában nem járul hozzá elegendő széndioxiddal annak összetételéhez, így könnyen megszaladhat a bolygó felszíni hőmérséklete akár a jeges, akár a túl forró irányba.

A kutatás legfontosabb következtetése az, hogy egy exobolygó esetében az élet lehetőségéhez távolról sem elegendő feltétel, hogy a bolygó a csillag körüli lakhatósági zónában legyen: a geológiai folyamatainak szintén megfelelően kell működniük, s fenntartaniuk a csillag körüli elhelyezkedés okán lehetséges, folyékony víz jelenlétéhez szükséges hőmérsékletet.

Természetesen a felvetések, amik alapján a kőzetbolygókról kiderülhet, hogy lehet-e aktív tektonika rajtuk, egészen addig feltételezések maradnak, míg a saját bolygónk esetében nem sikerül megállapítani, hogy mitől is indult be a kőzetlemezek mozgása. Önmagában a megfelelő geokémiai összetétel még kevés, kell az a ma még ismeretlen esemény is, aminek hatására a sűrűbb kéregdarabok elkezdnek a könnyebbek alá süllyedni. A kutatásvezető Unterborn véleménye szerint viszont jó kiindulási alapként szolgálhat az ilyen változtatás az exobolygók esetében az élet utáni kutatás terén, leszűkítve a lehetséges bolygók

számát. A kutatók szeretnék konkrét laboratóriumi kísérletekkel is támogatni az elméleti számításokat, különféle összetételű kőzetanyagokat nagy nyomás és hőmérséklet alatt vizsgálnának, hátha sikerül azt is kideríteni, hogy milyen hatások alatt repedhet meg egy kéregdarab s kezdődhetnek el a tektonikai folyamatok.



(2017. szeptember 13.)

### AZ ÁLLATOKHOZ TARTOZOTT A REJTÉLYES DICKINSONIA

A késő-proterozoikumban változatos és bizzar soksejtű élővilág fejlődött ki, melyeknek a maradványai elég ritkák. Így a rendelkezésre álló szűkös bizonyítékok alapján nehéz őket az élővilág törzsfáján elhelyezni. Az Ediacara fossziliákat alkotó szervezetek anynyira eltértek a mai élővilágtól, mintha egy idegen bolygóról származnának. Való igaz, az ediacarai időszakban (635–542 millió évvel ezelőtt) még a maitól nagyon eltérő volt a bolygónk. Egy kutatócsoport az egyik ikonikus ediacarai élőlény, a Dickinsonia vizsgálata során bebizonyította, hogy ez a korong alakú maradvány már egyértelműen az állatok közé tartozott (Metazoa, valószínűleg Placozoa). Ez az első eset, hogy az Ediacara fajok egyik tagját pozitív bizonyítékok alapján tudják az állatokhoz sorolni.

A több mint 550 millió évvel ezelőtt élt Dickinsonia kerek, vagy ovális alakú, szelvényszerűen megosztott testű élőlény volt, de az elülső és hátsó rész elkülönítése máig erősen vitatott. Habár némelyik példány átmérője elérheti az 1 métert, eddig nem találták gyomor, vagy egyéb belső szervek nyomait. Korábban számos különböző csoporthoz sorolták őket (korai medúza, szelvényezett fereg, gomba, korai zuzmó). Több száz példány alapján ismert az összes növekedési szakaszuk. Leghíresebb lelőhelyük a dél-ausztráliai Ediacara-hegy, ahol *Reginald Spriggs* geológus fedezte fel a furcsa fossziliákat 1946-ban. Ez volt a többsejtű élővilág legelső nyoma a kambrium előtti időkből, és az első leírt fosszília éppen a Dickinsonia volt. Ez a változatos és kivételes megtartású együttes fontos pillanattal bolygónk geológiai örökségéből, de értelmezésük és a későbbi ősmaradványokkal való összekötésük számos vitát gerjesztett. A főleg lágytestű szervezetekből álló Ediacara maradványok 580–540 millió évvel ezelőtt éltek a világ óceánjaiban. Rejtélyes társaságot alkottak, hiszen annak ellenére, hogy

mintegy 200 különböző fajt különítettek eddig el, szinte egyikük sem hasonlít sem a ma élő, sem a többi fosszilis élőlényhez. Emiatt a legnagyobb őslénytani rejtélyek közé tartozik, hogy mik voltak ezek, és hogyan kapcsolódtak a modern szervezetekhez.

Egy most megjelent tanulmányban a bristol, a cambridgei és az oxfordi egyetemek kutatói bizonyították, hogy a Dickinsonia az állatokhoz tartozott, és a Metazoa-kkal, azon belül is az Eumetazoa-kkal volt rokonságban. A Metazoa-k nagyon korai csoportot jeleznek az állatok birodalmán belül és a szivacsok (Porifera) testvércsoportjának tartják őket. A kutatócsoport számos, különböző növekedési fázisban lévő Dickinsonia-példányt megvizsgált. Kvantitatív módszerekkel feltérképezték a kifejlődésüket és a növekedésüket. A fiatal és a felnőtt egyedek elkülönítése után, a növekedési mintázat jelezte az állatok rokonságát. A vizsgálat azon alapult, hogy a növekedés és a kifejlődés megőrződik és követhető a növekedési vonalak mentén. A Dickinsonia összetett egységekből épül fel, melyek végigkövethetők a teljes testhossz mentén. A kutatók számos példánynál megszámozták ezeket az egységeket, megmérték a hosszukat és ábrázolták az adatokat az egység relatív kora függvényében (feltételezve, hogy a növekedés a szervezet egyik végétől indult). Az adatok egy sor görbét adtak, melyeken nyomon követhető, hogyan változott a szervezet mérete és az egységek száma a kor növekedésével. Ez lehetővé tette a kutatók számára egy számítógépes program készítését, amivel modellezhető a Dickinsonia növekedése és tesztelhetők a korábbi növekedési hipotézisek.

A kutatók azt találták, hogy a Dickinsonia növekedése során a központi tengely mentén adódtak új egységek az előzőekhez, a korábbiaknak pedig folyamatosan növekedett a mérete. Azt is felismerték, hogy van egy pont a Dickinsonia életciklusában, ahol az egységek hozzáadódása és növekedésének sebessége megváltozik, valószínűleg ott érte el a felnőttkort. A korábbi tanulmányok a maradványoknak attól végétől indították a növekedést, ahol az egységek a legkisebbek, vagyis feltehetően a legfiatalabbak. Most kiderült, hogy eddig a rossz végéről kezdték el „növeszteni” a Dickinsoniát. A komputermodellel elemezték a mozgását is a tengerfenéken, és a kutatók reményei szerint a módszert más Ediacara fajokra is tudják majd alkalmazni.

Az új eredmények alapján az állatok biztosan jelen voltak az ediacarai korszakban, és az állatvilág több millió évvel a kambrium robbanás előtt kifejlődött. A Dickinsonia kiváló lehetőségeket kínál a bilaterális szimmetria, a szegmentáció és a test tengelyeinek vizsgálatára, és segít megérteni, hogyan váltak a legkorábbi állatok a legegyszerűbb formákból rendkívül változatos felépítésű fajokká.



HÉRINC DÁVID: Mit keres egy trópusi vihar a Földközi-tengeren?	88. o. (2. sz.)
- Az atlanti- és csendes-óceáni hurrikánszezon	328. o. (7. sz.)
- Tíz hurrikán egyhuzamban	542. o. (12. sz.)
HOLLÓSY FERENC: A kvarc	476. o. (10. sz.)
K. SZÜCS FERENC: Egy ősi kőzet keletkezése	164. o. (4. sz.)
KAPUI ZSUZSANNA: Víz vagy szél?	246. o. (6. sz.)
KÉRI ANDRÁS: Fernando de Noronha, az Atlanti-óceán smaragdja	227. o. (5. sz.)
- A Nap szigete: Anguilla	422. o. (9. sz.)
LADÁNYI LÁSZLÓ: „Tündérkapu és Sárkánytorok”	86. o. (2. sz.)
- Riolittakaró a hegygerincen	280. o. (6. sz.)
LANDY-GYEBNÁR MÓNKA:	
Érdekes légköri jelenségek a sarkvidékeken. Első rész	256. o. (6. sz.)
- Érdekes légköri jelenségek a sarkvidékeken. Második rész	362. o. (8. sz.)
MEZŐ SZILVESZTER: Óserdők mélyén, vulkánok hátán Costa Ricában	313. o. (7. sz.)
NÉMETH GÉZA: Búcsú Amerikától. Első rész	15. o. (1. sz.)
- Búcsú Amerikától. Második rész	66. o. (2. sz.)
PÁTKAI ZSOLT: 2016 őszenek időjárása	138. o. (3. sz.)
- 2016 telének időjárása	282. o. (6. sz.)
- 2017 tavaszának időjárása	413. o. (9. sz.)
- 2017 nyarának időjárása	560. o. (12. sz.)
RÓZSA SZABOLCS – MILE MÁTÉ: GPS a csapadék előrejelzésében	457. o. (10. sz.)
SÜMEGI PÁL – GULYÁS SÁNDOR – SÜMEGI BALÁZS PÁL:	
Új-Zélandon jártunk, mesterségünk címere a löszkutatás	250. o. (6. sz.)
SZAKÁLL SÁNDOR: Veszélyes ásványok	548. o. (12. sz.)
SZÉPSZÓ GABRIELLA – LAKATOS MÓNKA: Politikai döntések hatása az éghajlat megváltozására – nagyban és kicsiben	467. o. (10. sz.)
TÓTH JÁNOS: Szent Borbála hagyománya	35. o. (1. sz.)
TRÁJER ATTILA: Ösföldtani zátonytörténelem	405. o. (9. sz.)
TURCSÁNYI GÁBOR – TURCSÁNYINÉ SILLER IRÉN:	
A Pinnacles-sivatag és a sztratomolitik	121. o. (3. sz.)
VARGA PÉTER: Indukált földrengések	107. o. (3. sz.)
- Legrégebbi ismertnek vélt földrengésünk: Savaria, 455	568. o. (12. sz.)
VEISZ OTTÓ – VARGA BALÁZS: Klímaváltozás: kihívások és lehetőségek a mezőgazdaságban	292. o. (7. sz.)
VERES ZSOLT: Földtudományi értékek a Zempléni-hegységben	185. o. (4. sz.)
VOJNITS ANDRÁS: Ahol a víz az úr	174. o. (4. sz.)
ZELENKÁ TIBOR: A 2017. év ásványi nyersanyaga. A zeolit	220. o. (5. sz.)

#### Apróbb közlemények

30 millió évvel tovább kitartottak... 33. o. (1. sz.); 130 millió éves keratin és melanoszóma 33. o. (1. sz.); A felmelegedés csökkent a vulkánkitörések hűtőhatását 81. o. (2. sz.); A Ross-jégnyelv vibrációja légköri hullámokat kelt 81. o. (2. sz.); Földönkívüli rovar a borostyánkőben 131. o. (3. sz.); A Cseko-tó kora 179. o. (4. sz.); Változatos hópelyhek – tévedő csapadékradar 180. o. (4. sz.); Az óriásgyémántok árulkoznak a földképenről 181. o. (4. sz.); Melegebb a földképen? 225. o. (5. sz.); Elsüllyedt óskontinens Mauritius alatt 273. o. (6. sz.); 230 generációt át megőrzött vulkáni emlékek 321. o. (7. sz.); Busz méretű tengeri hulló 321. o. (7. sz.); Az utolsó afrikai dinoszaurusz? 322. o. (7. sz.); Térképező műonok 322. o. (7. sz.); Sarkvidéki tavak metánfeláramlással 323. o. (7. sz.); Hogyan úsztak a hosszúnakú plesiosaurusok? 411. o. (9. sz.); Távoli földrengések is okozhatnak földcsuszamlást 412. o. (9. sz.); A Szahara múltja lerakódott porrétegekből 412. o. (9. sz.); Sziláscetek miocén szaporodó helye Japánban 460. o. (10. sz.); Harapásuk ereje buktatta le a dinőevő békákat 562. o. (12. sz.); Már a korai trilobitáknak is volt gyomruk 563. o. (12. sz.); 2,7 millió éves antarktisi jég 563. o. (12. sz.); Csökken a Kaszpi-tenger vízszintje 563. o. (12. sz.)

#### Folyóiratszermék

A Rainbow Bridge rezonanciái 48. o. (1. sz.); Triász páncélos krokodil 94. o. (2. sz.); Jégkorszaki gyűjtőanyagok 95. o. (2. sz.); A Jeges-tenger őszi jégnövekedése 142. o. (3. sz.); A klímaváltozás segített... 143. o. (3. sz.); Jégkori brexit 288. o. (6. sz.); A jégtakaró elolvadása átrendezte Európát 381. o. (8. sz.); Légkörfénytlő világos éjszakák rejtélye 382. o. (8. sz.); Dinó-terrorizáló krokodil Madagaszkáron 430. o. (9. sz.); Ritkaság lehet az aktív tektonika 575. o. (12. sz.); Az állatokhoz tartozott a rejtélyes Dickinsonia 576. o. (12. sz.)

#### KÖRNYEZET- ÉS TERMÉSZETVÉDELEM

BARTA-RAJNAI ESZTER: Pörkölt kávébab és hőkezelt biomassa	76. o. (2. sz.)
FEKETE RÉKA – MOLNÁR V. ATTILA: Az utak hatása az élővilágra	268. o. (6. sz.)
KALOTÁS ZSOLT: Jubileumot ünnepeltünk	534. o. (12. sz.)
KOVÁCS GERGELY KÁROLY: Orchideák nyomában Fejér megyében	317. o. (7. sz.)
SZILI ISTVÁN: Változások a velencei tájban	25. o. (1. sz.)

#### Apróbb közlemények

Az olaj megváltoztatja a halak viselkedését 460. o. (10. sz.); A klímaváltozás áldozatai: a korallak 461. o. (10. sz.)

#### Folyóiratszermék

Part menti vizes élőhelyek szénmegkötő képessége 480. o. (10. sz.)

#### KÉMIA – BIOKÉMIA

BENCZE GYULA: Minek nevezzük?	310. o. (7. sz.)
LENTE GÁBOR: Van Gogh hervadó festményei	342. o. (8. sz.)
SIMONYI MIKLÓS: Molekulaszobrászattól a molekuláris motorig	55. o. (2. sz.)

#### ORVOSTUDOMÁNY

BESENYEI ÁDÁM – BODÓ ÁGNES: Hálózatok, járványok és a változás egyenletei	395. o. (9. sz.)
CSABA GYÖRGY: Vitaminok vagy hormonok?	150. o. (4. sz.)
- Az ember neme. Első rész	307. o. (7. sz.)
- Az ember neme. Második rész	352. o. (8. sz.)
- Fókuszban a férfimeddség	473. o. (10. sz.)
HOLLÓSY FERENC: Apa „születik”	20. o. (1. sz.)
- A felejtés betegsége. Az Alzheimer-kór	117. o. (3. sz.)
- A prosztatarák sugárkezelésének újabb lehetőségei	217. o. (5. sz.)
MEZŐ GÁBOR – KISS KRISZTINA – BIRI-KOVÁCS BEÁTA – OLÁHNÉ SZABÓ RITA: Személyre szabott rákgógyítás	386. o. (9. sz.)
RIHMER ZOLTÁN – GONDA XÉNIA – RIHMER ANNAMÁRIA: Mi áll a kreativitás és a zsenialitás hátterében?	194. o. (5. sz.)
ROSIVALL LÁSZLÓ: Tudományok eredmények és a mindennapi orvoslás	23. o. (1. sz.)
SZABAD JÁNOS: Mi van beleírva kromoszómáinkba?	242. o. (6. sz.)
- Miként ketyeg a belső óra?	
Fiziológiai és orvostudományi Nobel-díj 2017	530. o. (12. sz.)
TRÁJER ATTILA: Az ázsiai tigrisszűnyog	171. o. (4. sz.)
VENETIANER PÁL: Örökölhetők-e a szerzett tulajdonságok?	98. o. (3. sz.)

#### Apróbb közlemények

Pneumatikus szívpumpa 181. o. (4. sz.); A fémek hatása az öröklésre 225. o. (5. sz.); Másolási hiba 226. o. (5. sz.); Gyógyítható-e az AIDS génmánipuláció segítségével? 372. o. (8. sz.)

#### Folyóiratszermék

Nem feltétlenül rossz jel a sárga bőr 47. o. (1. sz.); Vérsejtek a laborból 334. o. (7. sz.); Mennyit jelent az egészséges életmód? 431. o. (9. sz.); Újabb lépés a szívdonor sertesék felé 479. o. (10. sz.)

#### TUDOMÁNYMŰVELÉS – OKTATÁS – EGYÉB

A Hevesi Endre Díj 2017-es kitüntetettjei	285. o. (6. sz.)
Ajándékunk 500 iskolának	240. o. (5. sz.)
Arany 200	130. o. (3. sz.)
BABINSZKI EDIT – KÖBÁNYAI PÉTER – GÁSPÁR ANITA: Egy orosz nemes tudományos expedíciója	571. o. (12. sz.)
BAKONYI GÁBOR – KISS ISTVÁN: Dr. Székely Pál (1924 – 2016) emlékezete	34. o. (1. sz.)
Beck Mihály akadémikustól búcsúzzunk	462. o. (10. sz.)
BECK MIHÁLY: Álmélkodni és elmélkedni	464. o. (10. sz.)
BENCZE GYULA: Kvantumszobrászat	40. o. (1. sz.)
- Aki kétszer jutott fel a csúcsra. Keszthelyi Lajos 90 éves	129. o. (3. sz.)
- Veszélyben a brit tudomány?	140. o. (3. sz.)
- Rákgógyítás és terrorizmus	237. o. (5. sz.)
- Mobilitás és tudományos együttműködés	332. o. (7. sz.)
- A magyar tudomány nagy vesztesége	462. o. (10. sz.)
DOMBI MARGIT: A tudományok debreceni élményközpontja	232. o. (5. sz.)
HERCZEG JÁNOS: A Hevesi Endre Díjról szubjektíven	284. o. (6. sz.)
LENTE GÁBOR: Emlékszilánkok	463. o. (10. sz.)
MILLENNIUMI DÍJAK – 2017. A Szellemi Tulajdon Világnapja	271. o. (6. sz.)
NYERGES GYULA: A tudomány színre lép	427. o. (9. sz.)
Önzetlen segítség külhoni iskoláknak	429. o. (9. sz.)
REMETE ATTILA MÁRIÓ: Tisztelt Természet Világa!	379. o. (8. sz.)
SCHILLER RÓBERT: Arany János éve	216. o. (5. sz.)
STAAR GYULA: Hecht Annára emlékezünk	223. o. (5. sz.)

SZABÓ JENŐ: Égből pottyant bélyegek	330. o. (7. sz.)
Szólásszabadság és/vagy tudomány	92. o. (2. sz.)
Vízi E. Szilveszter az Akadémiai Aranyérem kitüntetettje	264. o. (6. sz.)
Vízi E. Szilveszterről kisbolygót neveztek el	32. o. (1. sz.)

### Apróbb közlemények

Amikor a zene színjatekká válik 179. o. (4. sz.); A jövő kockája 323. o. (7. sz.)

### Folyóiratszémék

Gyermekkori gyökerek 96. o. (2. sz.); A hunok gazdálkodóvá válása 239. o. (5. sz.)

### TUDOMÁNYTÖRTÉNET

BABINSZKI EDIT – KÖBÁNYAI PÉTER – GÁSPÁR ANITA:	
Lángoló mezők	276. o. (6. sz.)
- Mire jó a feleség, ha festő?	327. o. (7. sz.)
- Az Astrolabe, a francia Beagle	376. o. (8. sz.)
- A Magyar Királyság újralfedezése	419. o. (9. sz.)
- A Japáni szigetek cartographiája	470. o. (10. sz.)
HOLLÓSY FERENC: 50 éve halt meg Julius Robert Oppenheimer	552. o. (12. sz.)
ISÉPY ISTVÁN: Amiről a Linné-szobor mesél	374. o. (8. sz.)
- A botanika szeretetre méltó művelője	424. o. (9. sz.)
KORSÓS ZOLTÁN: Egy Arany-kép története	214. o. (5. sz.)
KRETZER BALÁZS: Miért tünnek el a grönlandi vikingek?	367. o. (8. sz.)
KUBASSEK JÁNOS: A földrajzprofesszor, akit mindenki szeretett	161. o. (4. sz.)
LANDY-GYEBNÁR MÓNIKA: Megtalálták a HMS Terror maradványait	42. o. (1. sz.)
LOVAS REZSŐ: A mindentudók árulása	146. o. (4. sz.)
REZSABEK NÁNDOR: A kolozsvári csillagvizsgáló hajnalán	91. o. (2. sz.)
SZABÓ MÁRTON: Gondolatok a természettudományos illusztrációkról	
Első rész	83. o. (2. sz.)
- Gondolatok a természettudományos illusztrációkról. Második rész	234. o. (5. sz.)
- Vadászat a múltban	380. o. (8. sz.)
SZABÓ SÁNDOR – FILAKOVSKY JÁNOS – TÓTH JÁNOS:	
Selye, a stressz, és más felfedezései	301. o. (7. sz.)
TÓSZEGI ZSUZSANNA: Irinyi János, a tudós vegyész és feltaláló	202. o. (5. sz.)

### KÖZÖTT – SCHILLER RÓBERT ROVATA

SCHILLER RÓBERT: A nap múlása 370. o. (8. sz.)

### OLVASÓNAPLÓ

CSABA GYÖRGY: Az emberi természet világa	333. o. (7. sz.)
Hamvas Béla kétsoros ember-interferencia kísérlete.	
Patkós András olvasónaplója	106. o. (3. sz.)
KÉRI ANDRÁS: A cél az út maga	
(Németh Géza: Sör jégkockával – Bevezetés más világokba)	141. o. (3. sz.)
LENTE GÁBOR: Tudományos kalandozások Beck Mihállyal	
(Silberer Vera: A kutatás kaland.	
Életút-beszélgések Beck Mihállyal, válogatott írások.)	466. o. (10. sz.)
PAP JÓZSEF SÁNDOR: Gondolatok a „Vízilónaptej”-ről	571. o. (12. sz.)

### INTERJÚK

BOTH ELŐD: „Nem tekintem a kutatás hasznosságát szégyennek”	
Beszélgetés Gombosi Tamás úr-plazmafizikussal	440. o. (10. sz.)
GÁCS JÁNOS: Hatásos kombinációk.	
Beszélgetés Hudecz Ferenc akadémikussal	311. o. (7. sz.)
KAPITÁNY KATALIN: „A növénynevelés az én igazi világom”.	
Beszélgetés Kruppa József agrármérnökkel	545. o. (12. sz.)
NÉMETH GÉZA: Ki gépen száll fölébe...	
Beszélgetés Jászai Balázs légifotóssal	390. o. (9. sz.)
SILBERER VERA: Oláh György kilencven éve.	
Beszélgetés Hargittai Istvánnal	153. o. (4. sz.)
TÓSZEGI ZSUZSANNA: Hajnali jégmadár.	
Beszélgetés Kis Dávid természetfotóssal	73. o. (2. sz.)
- A hétköznapi kérdések is elvezetnek a mélyebb megértéshez.	
Beszélgetés Gilicze Bálinttal	356. o. (8. sz.)

### ORVOSSZEMMEL – MATOS LAJOS ROVATA

Influenzaoltás szívinfarktus megelőzésére	45. o. (1. sz.)
A teázás csökkenti a kalciumlerakódást	45. o. (1. sz.)
Bőrre tapasztható kardiológiai laboratórium	93. o. (2. sz.)
Jaj, de édes!	93. o. (2. sz.)
Mammográfia a koszorúér-szűkület szűrővizsgálatára?	229. o. (5. sz.)
Matos Lajos (1935–2017) emlékére	229. o. (5. sz.)

### KÖNYVSZEMLE

BERECZKEI TAMÁS: Machiavellizmus. A megtevesztés pszichológiája	
(Typotex Kiadó, Budapest, 2016) Szili István	192. o. (4. sz.)
CSIZMADIA AKOS: Izsák Imre	
(Vega Csillagászati Egyesület, Zalaegerszeg, 2017) Rezsabek Nándor	432. o. (9. sz.)
DANIEL KOLLÁR – TIBOR KOLLÁR – JÁN LACIKA:	
Szlovákia – Családi és osztálykirándulások	
(Fordította Vércse Miklós, Cser Kiadó, Budapest) Szili István	336. o. (7. sz.)
Elveimhez híven, konokul (Lexica Kiadó, Budapest, 2016)	
Gács János	336. o. (7. sz.)
Gyógyszerekről – nem csak vegyészmérnököknek	
(Typotex Kiadó, 2016) Gács János	574. o. (12. sz.)
GYURKÓ ISTVÁN – WILHELM SÁNDOR:	
A paduc (Debrecen – Tiszafüred, 2016) Farkas Csaba	574. o. (12. sz.)
JUTTA LANGHEINEKEN: Gyomnövények –	
A gazok felismerése, felhasználása, irtása. Fordította: Tömpe Anna,	
Cser Kiadó, Budapest. Szili István	384. o. (8. sz.)
KEMENDI ÁGNES: Festés növényekkel – Fonalak, textíliák	
(Kemendi Ágnes és a Cser Kiadó, Budapest, 2017) Szili István	384. o. (8. sz.)
KERÉNYI LILLA: Csillagjegyek fekete-fehéren	
(Budapest, 2016) Trupka Zoltán	192. o. (4. sz.)
KLAUS M. SCHITTENHELM: Csillagképek – Az égbolt felfedezése	
(Fordította dr. Jankovics István, Cser Kiadó, Budapest)	
Lőrincz Henrik	384. o. (8. sz.)
M. MESTER KATALIN: Somlóország II.	
Istenadta szép vidék (Magánkiadás) Szili István	144. o. (3. sz.)
MARTIN STAFFLER: Független kertek – Ötletek kertbe, teraszra, erkélyre	
(Fordította Tömpe Anna, Cser Kiadó, Budapest) Szili István	336. o. (7. sz.)
NICK THORPE: A Duna – Utazás a Fekete-tengertől a Fekete-erdőig.	
Fordította Gebula Judit (Scolar Kiadó, Budapest, 2015) Szili István	144. o. (3. sz.)
RON AHARON: Ördögi körök	
(Typotex Kiadó, Budapest, 2016) Gács János	144. o. (3. sz.)
SUSANNE NÜSSLEIN-MÜLLER: Magaságyságok –	
Gyakorlati tanácsok hónapról hónapra	
(Fordította Cser Judit, Cser Kiadó, Budapest) Szili István	336. o. (7. sz.)
VISZLÓ LEVENTE: Bodmér – Egy külön falu története;	
A Vértes Natúrpark monográfiái (Szili István)	574. o. (12. sz.)

### CÍMKÉPEINK

**Január:** Fantáziakép a Földről indított, lézerrel hajtott nanoürszondáról (Lente Gábor montázs); **Február:** Szentől szemben (Ambrus Gergely felvétele); **Március:** A mexikói Colima vulkán 2016. december 8-án (Hernando Rivera felvétele); **Április:** Fekete kökörcsin (Kalotás Zsolt felvétele); **Május:** Analcím szaponitszálakkal (Dunabogdány, Csódi-hegy, a nagyobbik kristály 1,2 cm, HOM gyűjtemény, Tóth László felvétele); **Június:** Az atracélcincér (Kalotás Zsolt felvétele); **Július:** A Galileo Galilei Planetárium éjszakai kivilágításban (Buenos Aires, Argentína); **Augusztus:** Carl von Linné bronzszobra (Kapitány Katalin felvétele); **Szeptember:** A tiszadobi Andrassy-kastély (Jászai Balázs felvétele); **Október:** A NASA Suomi NPP műholdja 2015. október 14-i felvételeiből összeállított mozaik a Föld felszínéről és felhőzetéről (NASA's Goddard Space Flight Center); **November:** Wigner Jenő (Forrás: Oak Ridge National Laboratory honlapja); **December:** Szentől szemben (Haarberg Orsolya felvétele)

### BORÍTÓLAPUNK MÁSODIK OLDALÁN

**Január:** A Velencei-tó élővilága (Kalotás Zsolt felvételei); **Február:** A Föld gyomrában (Ambrus Gergely felvétele); **Március:** A tengelic és ragadozói (Kalotás Zsolt felvételei); **Április:** A tavasz vadvirágai (Kalotás Zsolt felvételei); **Május:** Az Év állatai (Szili István akvarelljei); **Június:** A Kárpát-medence szarvasbogarái (Rahmé Nikola és Németh Tamás felvételei); **Július:** Változatos orchideavilág (Kalotás Zsolt felvételei); **Augusztus:** Válogatás Gilicze Bálint természetfotóiból; **Szeptember:** A világító tölcsérgomba és a hozzá hasonló fajok (Locsmándi Csaba felvételei); **Október:** 60 év emlékezetes üresközözei; **November:** Wigner-épületek; **December:** Év Természetfotósa 2017 pályázat. Válogatás a díjnyertes képekből (Máté Bence, Szabó Zsolt, Schiffer Ádám Dávid, Hencz Judit, Kovács Alex, Li Gábor felvételei)

## BORÍTÓLAPUNK HARMADIK OLDALÁN

**Január:** Búcsú Amerikától (Németh Géza felvételei); **Február:** Egy különös törpebolygó: a Ceres; **Március:** Nyugat-Ausztrália geológiai csodái. A Pinnacles-sivatag és a Thetis-tó élővilága (Turcsányi Gábor és Turcsányiné Siller Irán felvételei); **Április:** Tulogy János két kedvelt terete. A Székelykő mészkőbirtalma, és a Tordai-hasadék (Dvoráček Ágoston és Staar Péter felvételei); **Május:** A zeolitsoport néhány ásványa; **Június:** Illusztrációk Sir William Hamilton Campi Phlegraei (Lángoló mezők) című könyvéből; **Július:** Úrfotók bélyegen; **Augusztus:** Gilicze Bálint fotóalbumából; **Szeptember:** Magyarország a levegőből (Jászai Balázs felvételei); **Október:** Ásványok (Hollós Ferenc felvételei); **November:** Wigner-émlékek; **December:** A Nemzetközi Fizikai Diákolimpia helyszíne, Yogyakarta

## DIÁKPÁLYÁZAT-MELLÉKLET

**Január:** „Sohasem azt tanítjuk, amit tanítunk.” A középiskolai matematikatanítás reformjának történetéből  
Balogh Boglárka: Bogi és a számrendszerek  
Pintér Noémi: A Pándzsa

**Február:** „Ez a munka sohasem ér véget” Kérdések József Éva tanárnőhöz, diákpályázatunk tanári fődíjasához  
Frics Márton: Miért „öszülnek” ősszel a fák?  
Turcsán Fruzsina: Intelligens folyadékok tulajdonságainak vizsgálata  
Ódó Bianka: Vajon mekkora az ökológiai lábnyomunk?  
Kovács József – Udvardi Imre: Beszámoló a 10. Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpiáról

**Március:** Keszler Zsófia: A Monty Hall-féle paradoxon és Marilyn, az IQ-bajnok  
Váradai Róbert: Egyes Nagyenyed környéki gombák radioaktivitása  
Levél Erdélyből  
Mi lett velük? A soproni Széchenyi István Gimnázium díjnyertes diákjai emlékeznek  
A XXVI. Természet-Tudomány Diákpályázatunk díjnyertesei

**Április:** Gyémántok és gyémántcsiszolók az Akadémián  
Kapitány Szabolcs: Kiss József és a Ferenc-csatorna  
Cserepes Tamás – Ruzsa Bence – Tomolya Szabolcs: Az agyagiparos szelleme még mindig él  
Kiss Máté: Treitz Péter emlékezete születésének 150. évfordulóján  
Levél egy természetvédelmi mérnök hallgatótól

**Május:** Lekka Ákos: Egy invazív fafajunk, a mirigyes bálványfa szövettani vizsgálata  
Vad Petra – Varga Sabrina: Mi is az eugenol? Avagy a szegfűszeg hatóanyagának vizsgálatai  
Félegyházi Luca – Lengyel Sára Ágnes: Meglepetés-sztyepp a pleisztocénben: paleoökológiai vizsgálatok a Somssich-hegy 2-es lelőhely cickányai alapján  
Tóth Zoltán: Diszciplínák találkozása: a karcagi Asszonyzállási-halom földrajzi, néprajzi és régészeti kutatása

**Június:** Veréb Sándor Andor: Anker Alfonz, az állatnemesítés művésze  
Darvas Zsuzsanna: Egy magyar orvos a román függetlenségi háborúban  
Éliás János: Egy karcagi tudós tanár: Bujk Béla  
Kalotás Zsolt: Címképünk – Az atracélcincér  
Szerkesztőbizottsági tagunk, Bacsárdi László nemzetközi űrkutatási díja  
A XXVII. Természet-Tudomány Diákpályázat kiírása és versenyszabályzata

**Július:** Hártelein Károly György: Séta az íjászat fizikája körül  
Csubák Ramona: Hóvirág- és vetővirág-szövettenyésztetek és a kiindulási növények enzimintázatainak összehasonlító vizsgálata  
A TIT 46. Kalmár László Matematika Versenyének döntője  
A XXVII. Természet-Tudomány Diákpályázat kiírása és versenyszabályzata

**Augusztus:** Imre Noémi: Ikerkutatás – belevágjak?  
Péterfi Orsolya: Sic volo, azaz így akarom!  
Filipszük Péter Gusztáv – Jónás Andrea Petra: Háztartási szűrkevizet és csapadékvíz környezethatékony újrahasznosítása  
Frey Sára – Varga Márton: Modell és valóság  
A XXVII. Természet-Tudomány Diákpályázat kiírása és versenyszabályzata

**Szeptember:** Csötönyi Viktor: A Lánycsók-Marázai-patak  
Tihanyi Kata: Lovak és más négylábú állatok jármódjai és ábrázolásai  
Engel Botond – Ince Áron: Az UV-sugárzás káros hatása a növényekre  
Szöcs Boróka: A királynőnek is teljesítenie kell?  
A XXVII. Természet-Tudomány Diákpályázat kiírása és versenyszabályzata

**Október:** Molnár Kornélia: A barlang, amely nem ismer határot  
Kuncz Eszter: A gyermekkori cukorbetegség  
Zsibók Marcell: Vízszennyezés laboratóriumi vizsgálata

György Attila Tamás – Pálosi Réka: A szem evolúciójának vizsgálata bioinformatikai adatbázisok segítségével  
A XXVII. Természet-Tudomány Diákpályázat kiírása és versenyszabályzata  
TIT Kalmár László Matematikaverseny meghirdetése  
Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia

**November:** Petrity Luca: Fazekas Mihály életműve  
Bór Dorina – Kocsis Abel: Hol „tartunk”?  
Abebe Adrienn: Az emlősvese anatómiája, működésének fizikai modellezése  
Kántor Sándorné: Segner János András, a turbína atyja  
TIT Kalmár László Matematikaverseny meghirdetése

**December:** Sipos Nikolett: Főbiafrás  
Mészáros Mirtill: Poláros ÖKOskodás  
Hegedűs Norbert: A XXI. század fiataljainak életvitel  
Vankó Péter: Olimpia a vulkánok tövében. A 48. Nemzetközi Fizikai Diákolimpia, Yogyakarta  
Bálint Dóra – Trócsányi András: Kihívások, eredmények, tapasztalatok.  
Beszámoló a 14. Nemzetközi Földrajzi Diákolimpiáról

## KÜLÖNSZÁMAINK

### Simonyi Károly-émlékszám

STAAR GYULA: Évtizedek Simonyi Károlytal – 15 éve nélküle 2

### I. Válogatás Simonyi Károly folyóiratunkban megjelent írásaiból

Ti jobban féltetek... A kopernikuszi fordulat 3  
... én mégis egy könyvet írtam (GALILEI, KEPLER) 8  
Az én módszerem jobb, mint a szokásos (DESCARTES, PASCAL) 12  
... az egek és tengerek minden jelensége (HUYGENS, NEWTON) 17  
Merj tudni! A Nagy Francia Enciklopédia 22  
Emlékezés és töprengés 27

### II. Beszélgetések (Staar Gyula interjúi)

Az életet nem lehet túlélni, az életet élni kell! Simonyi Károly keresztje 32  
Aranyérem Simonyi Károlynak 37  
A magyarországi fizika kultúrtörténete. Simonyi Károly ajándéka 38  
Szándékprogramozás zserbóval. Beszélgetés Charles Simonyival, Akadémiánk külső tagjával 40  
Egyidős édesapja gyorsítójával. Beszélgetés Simonyi Tamás közlekedésszervező mérnökkel 47  
Válogatás Simonyi Tamás fényképeiből 53

### III. Emlékezések

KESZTHELYI LAJOS: Simonyi Károlyra emlékezem 54  
KOSTKA PÁL: A hazai fizikatörténet jeles emléke 57  
RADNAI GYULA: Egy műegyetemi professzor előadásai a Múzeum körúton 60  
TÉL TAMÁS: Simonyi Károly előadása. Egy hallgató emlékei 62  
VEKERDI LÁSZLÓ: Merj tudni! 63  
PAP LÁSZLÓ: A mítosz folytatódik 67  
CHARLES SIMONYI: Nagyságrendi becslés. Emlékek Édesapámról 69

### IV. Emléke tovább él

ALPÁR TIBOR – FARAGÓ SÁNDOR: A soproni Simonyi 71  
LÉVAI PÉTER: Simonyi öröksége Csillebércen 74  
DÉRI TIBOR: Névadás és hagyományápolás 78  
GALAVICSNÉ LÁZÁR MAGDOLNA:  
Névadónk, példaképünk a tudós professzor, Simonyi Károly 80  
GÓZON ÁKOS: Három vita. Rádiós emlékek Simonyi Károlyról 81

### V. Simonyi Károly munkássága előtt tisztelegve

SIKLÉR FERENC: Gyorsítók és részecskék 82  
BARNA DÁNIEL: Magyar részvétel a jövő részecskegyorsítójának fejlesztésében 86  
SZÓKEFALVI-NAGY ZOLTÁN: „Simonyi”-gyorsítóval a kulturális örökség tudományba 90  
SZEGŐ KÁROLY: A Naprendszer kutatása az RMKI/RMI-ben 93  
ZOLETNIK SÁNDOR: Simonyi Károly és a magfúziós energiatermelés álma 97

### Emlékszámunk szerzői

100

### Címképünk: Simonyi Károly (Szigeti Tamás felvétele)

Borítólapunk második és harmadik oldalán: Képek Simonyi Károly életéből  
Borítólapunk negyedik oldalán: Válogatás Simonyi Károly könyveiből (és azok sok-sok kiadásából)

# XXVI. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

## Fóbiafrász

SIPOS NIKOLETT

Dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium és Kollégium

A pszichológiai értelemben vett *fóbia* indokolatlan, néhány esetben ösztönös rettegés bizonyos tárgyaktól, személyektől, állatoktól vagy szituációktól. A fóbiás személyek tisztában vannak fóbiájukkal és annak irracionálisával, azonban nem képesek maguk mögött tudni őket, sőt szorongásuk tárgyát a valóságnál is félelemkeltőbb tulajdonságokkal ruházzák fel. Vajon mi lehet az állapot kialakulásának oka? Mi áll e kellemetlen betegség mögött, amely majdnem a Föld lakosságának 14%-át érinti?

Kétféle tudományos feltevés köthető a fóbiák kialakulásához. Egyik ilyen megmagyarázó hipotézis a *behaviorizmus*<sup>1</sup> elmélete. A viselkedést helyezi középpontba mint a környezethez való alkalmazkodás formáját. A szakirodalomban olykor inger–válasz pszichológia elnevezésként találkozhatunk vele, mivel a viselkedést ingerek és válaszok segítségével próbálják leírni. Objektív magatartásvizsgálatra törekedve megfigyeléseik során nem foglalkoznak a belső lelki folyamatokkal. Ez kevésbé elfogadottabb teória, mint a XIX–XX. században élt *Sigmund Freud* osztrák neurológus által kidolgozott *pszichodinamikus modell*.<sup>2</sup>

A pszichodinamikus modellben leírtak szerint a viselkedés mozgatórugói legfőképpen a tudatalattiban munkálkodó pszichés erők, amelyek igen erőteljes, dinamikus kapcsolatban állnak egymással, éppen ezért az ezek kölcsönhatása során kialakuló konfliktusok lehetnek a különféle lelki problémák okozói. Általánosságban ez a legelismertebb indoklás. Maga Sigmund Freud is tapasztalta, milyen fóbiával él. Nem meglepő módon irtózott a fegyverektől, és, bár kissé szokatlanul hangzik, a korban a briteknél divatosabb vált páfrányoktól szintén kirázta a hideg.<sup>3</sup>



**Szociális fóbiáról beszélünk, amikor valaki félelmet érez a társas interakciók, telefonálás, nyilvános mosdó használata során, vagy nagyobb tömeg veszi körül**

Mint minden lelki, illetve fizikai betegség esetében, a fóbiákat is mesterséges csoportokra osztjuk. A pszichológusok három kategóriába sorolják az általuk ismert fóbiákat: *szociális fóbiák*, *pánikbetegségek* és egy tágabb csoport, a *speciális fóbiák*.

Talán a legközismertebb, leggyakoribb – főleg a serdülők korosztálya közt – a szociális fóbia. Az illető félelmet érez a társas interakciók, telefonálás, nyilvános mosdó használata során, vagy akár elég az is a fóbia előidézéséhez, hogy nagyobb töme jelenlétében tartózkodjon (*antropofóbia*). Félelmének tárgya a véletlenül megtörténő kínos, figyelemfelkeltő viselkedés, ennek következtében a túlzott bizonytalanság jellemezi. Az ilyenkor fellépő tünetek azonban az egyén hiedelmével ellentétben ritkán észrevehetőek: arca elpirul, izzadni kezd, szívverése felgyorsul, hőhullámok jelentkeznek, vagy akár az ájulás szélén érezheti magát. Azonos tünetek felmerülhetnek például nyilvános beszéd tartása során egy terjedelmes közönség előtt, de a kisebb embercsoport ugyanúgy elég ahhoz, hogy nehézségeket okozzon. Ezt a

pszichológia *glosszofóbiának* nevezi. Ide tartozik még az *eritrofóbia*, az elpirulástól való félelem, vagy akár a *logofóbia*, amikor az egyén kórosan fél, hogy szereplése során dadogni kezd. Néhány esetben odáig fajulhat a folytonos szorongás, hogy az illető teljesen elzárja magát a külvilágtól, vagy drogokhoz, alkoholhoz fordul ideiglenes megoldásként, így könnyen függőség alakulhat ki.

A szociális fóbiák sokszor együtt járhatnak bizonyos pánikbetegségekkel, ez mégis különbözik más szorongásos betegségektől, hiszen – mint ahogy a neve is sugallja – hirtelen, pánikszerűen csap le a betegre, és látszólag nincs kiváltó oka. Pánikbetegek azok, akiknél a roham megismétlődik, vagy rettegnek egy újabb roham közeledtétől. A közismert *klausztrófóbia*, magyarul a bezártságtól és a korlátozottságtól való félelem mint tipikus szorongásos zavar gyakran vezet pánikrohamokhoz. Ilyen pánikbetegség lehet még ennek az alternatívája, az *agorafóbia* (a görög eredetű *agora* jelentése piac), ezek a betegek kerülnek a nyílt helyiségeket, már a pániktól és az azt követő tehetetlenségtől kialakult – a limitált környezeti viszonyok okozta – viszolygás okozza a folytonos szorongást, könnyedén saját lakásuk foglyává válhatnak. Az *akrofóbia*, más néven a tériszony, vagyis rettegés a magaslatoktól, szintén gyakran pánikrohammal járhat. Egy ilyen pánikroham általában nem tart fél óránál tovább, tudományos oka viszont a mai napig nem tisztázott.

A speciális vagy specifikus fóbiák kategóriájába tartozó betegek a tárgytól, állatoktól, természeti jelenségektől, különféle életszituációktól irtóznak. Többnyire a gyerekkorban alakulnak ki az adott dologgal kapcsolatos



**Pánikgomb, melyet egyes munkahelyeken alkalmaznak pánik esetére**

negatív élmény során. Ezen belül ve-  
gyük először a bizonyos állatokat kóro-  
san kerülők összességét, vagy ahogyan  
a pszichológia is nevezi, a *zoofóbia* be-  
tegeit. Ide tartozik a *galeofóbia* (cápa),  
*arachnofóbia* (pók), *musofóbia* (egér,  
patkány), *kinofóbia* (kutya), *vermifóbia* (fér-  
gek) vagy akár az *ailurofóbia* (macska)  
stb. Érdekes, hogy a II. világháború re-  
tegett diktátora, Hitler maga is tartott a do-  
romboló házikedvencektől. Mellette még  
azonban számos nagy történelmi személy:  
*Mussolini*, *Julius Caesar* és *Napóleon*<sup>4</sup> is  
ugyanazzal a problémával küzdött.

*Nikola Tesla*, a XIX. és XX. század  
egyik kiemelkedő fizikusa és feltalálója  
előszeretettel viselt bőrkesztyűt. Az ember  
azt hinné, hogy ezt talán csak divat  
céljából tette. Súlyos *germafóbiában*<sup>5</sup>  
szenvedett, vagyis a baktériumokkal  
való érintkezés gondolatától már-már  
fizikai rosszullét fogta el. Ritkán, de  
előfordult, hogy, amikor Tesla nem tud-  
ta elkerülni, hogy kesztyűje megbízha-  
tó védelme nélkül fogjon kezét mások-  
kal, gyorsan elnézést kért, majd rohant  
a legközelebbi mosdóba kezét mosni,  
hogy minél hamarabb megszabaduljon  
az őt támadó baktériumoktól. Naponta  
sokkal többször mosott kezet, mint egy  
átlagember. Az ékszereket sem kedvel-  
te, különösen a gyöngy fülbevalókat.  
Nála a fóbia addig fajult, hogy minden  
étkezés előtt szükségét érezte annak,  
hogy gondosan letörölgesse az összes ál-  
tala használt evőeszközt és tálat a magánál  
hordott – erre a célra szánt – 18 szalvétá-  
ja egyikével.

Természetesen nem csak az eurázsiai  
kontinens nagyjain tört ki fóbia. A XVIII.  
századi *George Washington*, az első ame-  
rikai elnök, bár rettenthetetlen emberként  
tartották számon, neki is megvolt a sa-  
ját gyenge pontja. Nagyn félt attól, hogy  
élve eltemetik, ez a *tatofóbia* jelensé-  
ge.<sup>6</sup> Manapság kissé különösnek tűnhet,  
azóban akkoriban ez a kezdetleges orvos-

tudomány hibájából olykor-olykor előfor-  
dult: hiszen még nem léteztek a mai mo-  
dern sztetoszkópok, és a fellépő rothadási  
folyamattal sem voltak tisztában az em-  
berek.<sup>7</sup> Éppen ezért Washington a halálos  
ágyán fekvő egy testőrével megfogadtat-  
ta, hogy halála után két nappal temessék  
csak el. Nem volt egyedül ezzel a fóbiával,  
*Nyikolaj Gogol*, *Frédéric Chopin*, *Hans  
Christian Andersen* és még sokan mások  
ugyanígy rettegetek az élve eltemetés gon-  
dolatától. *Gogol* írónak egyszerre elbű-  
völte és megfélemlítette ennek a valószínű-  
sége. A végrendeletében egyértelműen  
leírta, hogy amíg holtteste rothadni nem  
kezd, és szivverése nem szűnik meg, addig  
senki nem temetheti el. Állítólag évtizedek  
múltán exhumálása közben furcsa dolog-  
ra lettek figyelmesek: teste oldalt feküdt.  
Ebből arra következtettek, hogy valóra  
vált legnagyobb félelme. Mindazonáltal  
nem ez lehet a valódi magyarázata a hely-  
zetváltoztatásnak, sokkal inkább a földmoz-  
gások, illetve bizonyos kémiai folyamatok  
a testben.

Rengeteg további szokatlanabb fó-  
bia létezik. A bibliai eredetű *hexakosioi-  
hexekontahexafóbia* – félelem a 666-os  
számtól – leginkább a keresztény vallású  
emberek közt gyakori. A Biblia a Sátánnal,  
az Antikrisztussal asszociálja a számot.  
2006-ban várandós asszonyok tömege tar-  
tott attól, hogy éppen június 6-án ad éle-  
tet gyermekének, sokan elnapoltatták, vagy  
korábban beindították a szülést. Ugyancsak  
ilyen példának felhozható a volt amerikai  
elnök, *Ronald Reagan* és felesége, akik



**A bezártságérzés pánikot válthat ki**

nyaralásuk során a 666-os számú szobát a  
Bibiliára hivatkozva nem voltak hajlan-  
dók elfogadni, így a 668-ba költöztették át  
őket. További számoktól való viszolygás  
az *oktofóbia* és a *tetrafóbia*. A *fobofóbia*,  
amikor az egyén paradoxonszerűen attól  
tart, hogy maga is fóbiás lehet.

Valótlán, tréfás „fóbiák” is születtek  
az évek során különböző tévéműsorok-  
ban az emberi kreativitásnak köszönhető-  
en. A *Brainiac: Science Abuse and New  
Experiments* című brit sorozatban például  
a hosszú szavakkal kapcsolatos ellenszen-

vet ironikusan *hippopotomonsztroszre-  
szquipedaliofóbiának* keresztelték. Ugyan a  
szóösszetétel nem teljesen helyes, ironikus  
töltete miatt még is igen népszerűvé vált.

Szerencsére napjainkban léteznek mód-  
szerek a fóbiák kezelésére. A legtöbb eset-  
ben nincs szükség gyógyszerekre a gyó-  
gyuláshoz, sokkal inkább eltökéltségre,  
bátorságra. A betegnek először el kell ha-  
tároznia magát, hogy mindenképpen le  
akarja küzdeni a szorongást, majd ajánla-  
tos szakemberhez fordulnia a további lé-  
pésekhez.

A pszichoterápiás kezelés során a pszi-  
chológus célja, hogy a beteg megbarátkoz-  
zon a félelmével. Specifikus fóbiákra leg-  
többet alkalmazott, az úgynevezett *inger-  
expozíciós kezelés*, amelynek során szem-  
besítik a beteget fóbiájuk tárgyával. Ezen  
belül két főbb módszert alkalmazhatnak.  
Az egyik a *szisztematikus deszenzitizáció*,  
amely lassú, de biztos folyamat, ami-



**Az egyes állatoktól való félelem is rohamhoz vezethet**

kor a félelemkeltő ingerek láttán relaxá-  
ció veszi át a pánik helyét, például az  
*arachnofóbiás* személyek kellő rendsze-  
rűséggel hozzászokhatnak egy képen  
látható pók látványához. Az *elárasztás  
módszere* sokkal direkter, mint az  
előbb említett kezelés: a beteg szemtől  
szembe találkozik legnagyobb félelmé-  
vel, így rádöbben arra a tényre, hogy  
semmi rossz nem történik például egy  
kutya jelenléte miatt. Emellett létezik  
még a modellkövetés, amikor az illető  
szemtanúja annak, ahogy a pszicholó-  
gus kapcsolatba kerül a beteg által re-  
tegett dologgal, így csökkenhet a féle-  
lemérzete.

Ez mind azt mutatja, hogy az emberi el-  
me milyen nagymértékben befolyásolható:  
akár múltbeli apró történések is könnyedén  
hatással lehetnek az egyén lelki állapotára  
anélkül, hogy tudatában lenne annak. ♦

## Internetes hivatkozások

<sup>1</sup> Virág Irén: Tanulásméletek és tanítási-tanulási stratégiák. <http://mek.oszk.hu/14900/14953/pdf/14953.pdf> (Lekérdezés időpontja: 2016.10.21.)



- <sup>2</sup> Kuritárné Dr. Szabó Ildikó: Személyiség és pszichológiai zavarok. <http://docplayer.hu/1372566-Szemelyiseg-es-pszichologiai-zavarok-kuritarne-dr-szabo-ildiko-demagatartastudomanyi-intezet-2014-10-29.html> (Lekérdezés időpontja: 2016.10.21.)
- <sup>3</sup> Constance Sommerey: There is something about fern. <http://www.shellsandpebbles.com/2013/06/30/there-is-something-about-fern/> (Lekérdezés: 2016.10.21.)
- <sup>4</sup> Hankins: That Sinking Feline. <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2004/nov/06/weekend.justinehankins> (Lekérdezés időpontja: 2016.10.21.)
- <sup>5</sup> David J. Kent: Nikole Tesla, the germaphobe. <http://www.davidkent-writer.com/2012/06/22/nikola-tesla-the-germaphobe/> (Lekérdezés: 2016.10.21.)

- <sup>6</sup> Jacob Olesen: Fear of Being Buried Alive Phobia - Tapophobia. <http://www.fearof.net/fear-of-being-buried-alive-phobia-taphophobia/> (Lekérdezés: 2016.10.21.)
- <sup>7</sup> Richard Joltes: Premature Burial and the Modern Age. <http://criticalenquiry.org/wp/2012/10/19/premature-burial-and-the-modern-age/> (Lekérdezés: 2016.10.21.)

### Internetes források

- Dr. Dinya Zoltán: Fóbiák: A félelem börtönébe zárva. <http://www.webbeteg.hu/cikkek/psziches/416/fobiak-a-felelem-bortonebezarva> (Lekérdezés időpontja: 2016.10.21.)
- Skultéti-Szabó Katalin: Fóbia. <http://www.pszichologus1.hu/fobiak/> (Lekérdezés: 2016.10.21.)

Dr. Németh Attila: Szorongásos zavarok. [http://semmelweis.hu/pszichiatria/files/2013/02/szorongasos\\_zavarok\\_na\\_2009.pdf](http://semmelweis.hu/pszichiatria/files/2013/02/szorongasos_zavarok_na_2009.pdf) (Lekérdezés: 2016.10.21.)

### Irodalom

- [4] Carl Van Vechten (1996): The Tiger in the House. In: USA, New York: Dover Publications, INC. 61. oldal
- [6] Joe Rhatigan (2011): Bizarre History: Strange Happenings, Stupid Misconceptions, Distorted Facts and Uncommon Events. In: Watertown: Charlesbridge Publishing p. 35.
- Comer R.J. (2005): A lélek betegségei. In: Budapest: Osiris Kiadó pp. 149–189.

## Poláros ÖKOskodás

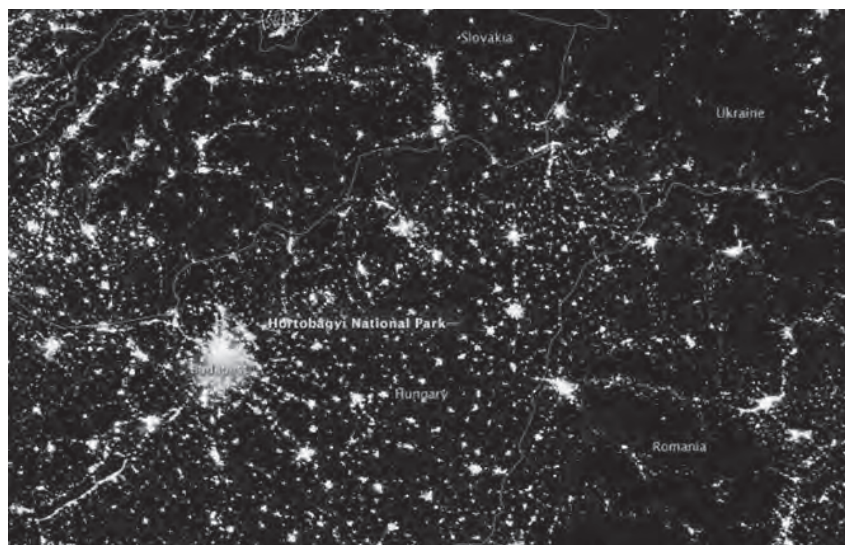
MÉSZÁROS MIRTILL

Dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium és Kollégium

A környezetvédelem szerencsére egyre nagyobb hangsúlyt kap mind globális értelemben, mind a hétköznapjaink részeként. Viszont nem csupán kémiai és biológiai anyagokkal teszünk kárt a természetben: a mesterséges fények is életveszélyesek lehetnek az élővilág, különösen a rovarok és a madarak számára.

Sokszor nem is sejtjük, milyen csapdákat állítunk az állatvilág elé, öntudatlanul. A fényszennyezés, mint ökológiai probléma, korántsem olyan kézzelfogható, mint az óriási szemétkupacok az út szélén, vagy akár a nagyvárosi szmog. Ebből adódóan mi, laikusok nem vagyunk kellőképpen tudában annak, hogy mit is jelent ez pontosan, és milyen következmények helyezhetők kilátásba.

A fényszennyezésnek több típusa ismert. Biztosan mindenki tapasztalta már, hogy éjszaka városban belül aligha, vagy egyáltalán nem látunk csillagokat; ilyenkor csillagászati fényszennyezésről beszélünk, mely főként a világegyetem kutatását hátráltatja nagy mértékben. Azzal, hogy utcáink, műemlékeink és hidaink fénypompába öltöznek minden éjjel, a szemünket ugyan gyönyörködteti, de a csillagászok mellett az egész ökoszisztémát sem érinti kedvezően ez a 'mesterséges nappal'. Az ökológiai fényszennyezésnek köszönhető, hogy számos rovar- és éjjeli aktív madárfaj bioritmusa felborul, romlanak a repülési és tájékozódási képességei, illetve szaporodási és túlélési esélyei is.



Vajon tényleg annyira gyönyörű, mint első ránézésre?

(Forrás: [www.urvilag.hu](http://www.urvilag.hu))

Az ökológiai fényszennyezés viszonylag új keletű formája a poláros fényszennyezés, ami az emberi tevékenység közlekedési, ipari és mezőgazdasági vívmányainak globális méretű következménye.

Mit jelent pontosan a polarizált fény fogalma? A fény elektromágneses sugárzás, mely transzverzális hullámokból áll. A polarizált fény valamennyi hullámában az elektromos térerősségvektor rezgési síkja a fény terjedési irányára merőleges, ellipszis mentén mozog.

**Mi a köze ennek a vízirovarokhoz?**

Mi, emberek, nem vagyunk képesek a fény polarizációs sajátosságait észlelni. Azonban számos állatfaj, ahogy több mint 300 vízirovarfaj szemében is ultraibolyaérzékeny fotoreceptorok találhatóak függőlegesen és vízszintesen rendezett membráncsővecskékkel, melyek segítségével az állat képes meghatározni a polarizáció irányát és mértékét. A víztükrő, mely ideális és biztonságos élő- és szaporodóhelyet jelent polarotaktikus ro-

varunk számára, természetes körülmények között egyedülként, a fényt vízszintesen poláris szögben veri vissza, így a rovar víznek tekint minden vízszintesen poláris foltot. Minél simább egy felület, annál polárossabb a visszavert fény. Továbbá minél polárossabb a visszavert fény, annál jobban vonzza az adott rovar. Ez az oka annak, hogy az erősen és vízszintesen poláros mesterséges tükrözőfelületeket (mint az aszfalt, a napelemek, a fekete/piros autók, a kőolaj, a fekete sárkövek, a fekete fóliák vagy a sötét üveg) ezen rovarok egyfajta „szupervíznek” látják, hiszen polaritásuk nagyobb, mint magáé a vízé. Ezért a mesterséges felületet választják élő- és szaporodóhely gyanánt, ami sajnos sok egyed életébe kerül.

Horváth Gábor, az ELTE Környezet- optika Laboratóriumának alapítója és csapata kiemelkedő eredményeket ért el a témában. Kutatásaihoz a csapat képalkotó polarimetriát alkalmazott, amely segít a polarizációmérésben, így megmutatja nekünk, mire támaszkodnak a rovarok vízkeresésnél. Az A) jelzésű képen természetes vízfelületet látunk, míg a B) felvételen fekete műanyag fóliát. A képalkotó polarimetria segítségével készített felvételeken tisztán látszik, hogy a fényes, sötét fólia polarizációfoka nagyobb, mint a biztonságos jelentő vízé. Ezért ebben a példában tömegesen a fóliára petéznének, ahol minden bizonnyal kiszáradnak, petéik nagy ré-

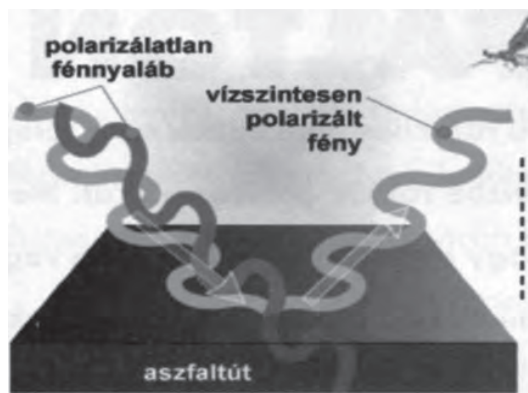
sze pedig elpusztul, az egész populáció veszélybe kerül. Ezért nevezhetjük az ilyen felületeket ökológiai csapdáknak.

Az első jelentős poláros fényszennyezés okozta öko-katasztrófa 1998-ban történt, amikor a tavaszi rajzás idején különös jelenségre lettek figyelmesek a hegyi patakok mentén futó utakon közlekedők. A kérészek tömegesen rakták le a 6000–9000 petét tartalmazó petecsomóikat az aszfaltra. Természetesen az eredmény tömeges rovarpusztulás lett, amivel a tápláléklánc rendje is felborult: a kérészlárvák a folyóban élő halak, mint a márna, a pisztráng és a kecsge legfontosabb táplálékforrásai. Akkoriban sokan nem tudták, mi lehet a jelenség magyarázata, ekkor kezdődtek a kutatások, melyek a polarizált fény és a rovarok kapcsolatára világítottak rá. Ezen a kísérletek alkalmával tesztfelületeket hasonlítottak egymáshoz: fényes fekete polietilén fóliát, fényes fehér polietilén fóliát, fényes alumínium fóliát, kevésbé fényes fekete ruhaanyagot, matt fekete ruhaanyagot és matt fehér ruhaanyagot. Az eredmény egyértelműen kimutatta, hogy a fekete fényes felület rendelkezik a legerősebb vonzóerővel, de csakis akkor, ha helyzetük vízszintes volt.

A következő meglepetés a szitakötők megjelenése volt a kiskunhalasi református ötemetőben.

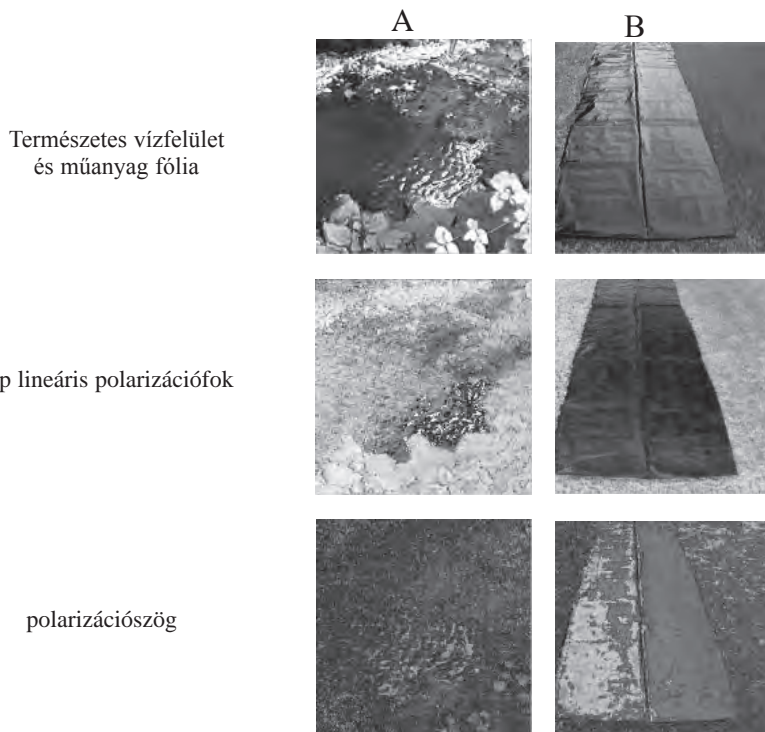
A kutatók sejtették, hogy szintén a polarizált fény vonzotta őket a helyszínre, mert a vízközeli helyeken jellemző viselkedésmódokat mutattak: ülőágon való időzés, zsákmányszerzés, táplálkozás, szitakötők megtámadása, párzási repülés, felületérintés. A korábban említett választásos kísérleteket elvégezve bizonyították, hogy a szitakötők is rendelkeznek pozitív polarotaxissal, ezért a fekete, fényesre csiszolt márvány vonzza őket, míg a fehér, függőleges helyzetű vagy matt típusú nem.

Szintén gyakran megfigyelhetünk vízbogarakat és vízpoloskákat fekete vagy piros gépkocsik motorházatetején. A jelenség magyarázata teljes mértékben megegyezik az



Megtévesztő aszfalt

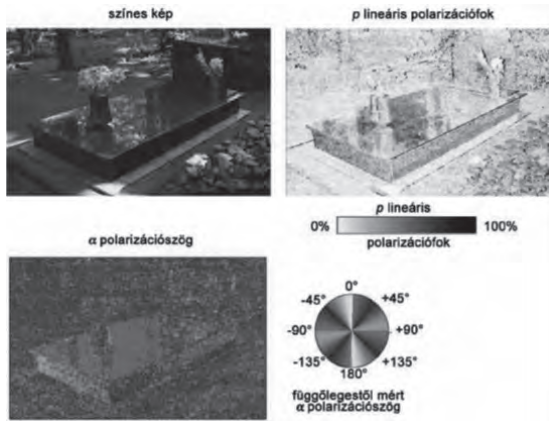
**Illusztráció Malik Péter, Horváth Gábor, Kriska György, Bruce Robertson: Poláros fényszennyezés című publikációjából**



előző kettő példájával. Az egyedek ez esetben is kiszáradnak, elpusztulnak. A helyzet azonban a gépkocsitulajdonosok számára sem kedvező, hiszen a lerakott petecsomók olyan savakat termelnek, melyek megmarják az autó karosszériáját. Bizonyított, hogy a koszos autó kevésbé polarizálja a fényt, így ökológiailag „tisztább”.

A pozitív polarotaxis nemcsak nappal, hanem néhány esetben az éjszaka folyamán is félrevezeti az állatot. A Balaton partján az utcai közvilágítás megvilágítja az aszfaltot, ami így magához vonzza az ott élő óriás csiborokat. Ebben az esetben a polarotaxis és a fototaxis együttesen érvényesül, hiszen az éjszaka aktív csibor a fény miatt a lámpához repül, majd az aszfalt polárossága is ott tartja bizonyos ideig.

Az eddig bemutatott vízszintesen poláros felületek „csupán” a rovarok életét fenyegetik. A következő anyag, amire kitérnék, még súlyosabb ökológiai károkat okoz az állatvilágban: ez az olaj. A kőolajfinomítás melléktermékeként keletkező pakurátavakat, a kőolajtavakat és a nyílt olajtárolókat a rovarok vízfelszínnek érzékelik, beleszállnak a sűrű anyagba és megfulladnak. Erre hazánkban is találhatunk példát: a Pestszentlőrinc és Pestszentimre határán közel 50 évig létező pakurató valóságos bogártemető volt; rajzás idején felszínén több százezer rovartetem úszott. A velük táplálkozó madarak és dene-

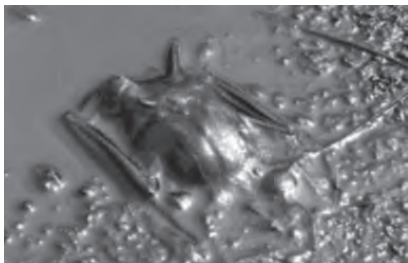


### Sírkövek a szitakötők szemszögéből

vérek élelemszerzés közben szintén a tó áldozataivá váltak, a ragacos anyag miatt repülési képességeiket elvesztették, ők is belefutottak.

A szomorú jelenség azonban egy innovatív ötletet adott a Környezetoptikai Labor kutatóinak. A hagyományos, régi bögölycsapdák fehér színűek voltak, ami a bizonyított kísérleti eredmények alapján semmiképp sem lehet hatásos. Kísérlet gyanánt olajszerű folyadékot öntöttek egy fekete tálcába és az új, polarizációalapon működő bögölycsapda hatásosságát mérték össze a hagyományos módszerével. Az ötlet szabadalomná nőtte ki magát.

Létezik már úgynevezett napelemes bögölykasza is, mely a napelem felületének von-



### Denevértetem a budapesti pakuratóban

zóerejét használja fel. Érdekes kérdés, hogy a divatos és környezetbarát napelem hány rovar pusztulását okozza. Ilyen megközelítésből már nem is tűnik annyira környezetbarátnak.

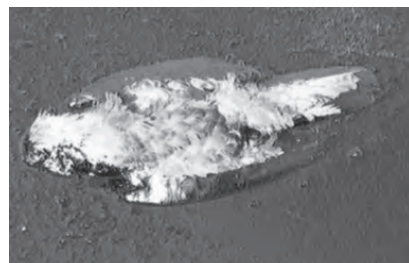
A nőstény bögölyök petéik érlelése céljából emlősök vérért szívják, ez nagy mértékben fertőzésveszélyes és fájdalmas az „áldozat” számára, amely legtöbbször ló vagy szarvasmarha. Megfigyelték, hogy általában a sötétebb állatokon több a csípés, mint a világosokon. Vajon ennek is köze van a bögölyök polarizációérzékenységéhez? A válasz felderítése érdekében kutatócsoport érdekes kísérletre vállalkozott a szokolyai lovastanyán: több előzetes kísérletet követően lómodelleket állítottak fel a helyszínen: fehéret, barnát, feketét és kíváncsiságból egy zebracsíkosat. A modelleket ragacos anyaggal vonták be, és a kísérlet végén megszámlálták, melyik

modell hány bögölyt „ejtett fogságba”. Az eredmény nem meglepő: a fekete kimagaslóan nyert, de sokat fogott meg a barna is, míg a fehér igencsak lemaradt. Arra viszont senki nem számított, hogy a zebracsíkos mintázat kifejezetten taszítja a vérszívó rovarokat, így feltehetőleg szelektív és evolúciós előny az állat számára. Ez megmagyarázza a nagy kérdést az állat különleges bundájával kapcsolatban.

Németország lovas szakemberei kihasználva a megállapítást, előszeretettel festetik zebracsíkosra kedvenceiket, de kapni már kifejezetten

zebracsíkos lóruhát is a piacon.

A szomorú események részletezése után szeretnék egy hazai sikerre is kitérni, mely bizonyítja, hogy odafigyeléssel és kreativitással megelőzhetőek ezek a katasztrófák. 2013-ban 40 év elteltével visszatért a Dunában a dunavirág, igen szép számú, sokmillió tömegrajzással, mely hóésés képéhez hasonlítható leginkább. A dunavirágok éjszaka, a part mentén rajzanak, így veszélyt jelentenek számukra a Dunát átívelő kivilágított hidak. Természetes körülmények között nem repülnek a partra, azonban a fototaxis a fényhez vonzza őket, a lámpák megvilágítják az aszfaltot (akárcsak a balatoni csiborok esetében), ami vízszintesen polárosan tükrözi vissza fényt. Ez szupernormális ingerként hat a rovarra, így a fénycsapdába eső rovarcsóva nőstényei a hidra hullanak és elpusztulnak petecsomóikkal együtt. A csapda tehát a "hagyományos" és a poláros fényszennyezés kombinációjának eredménye, mely az embert is negatívan érinti:



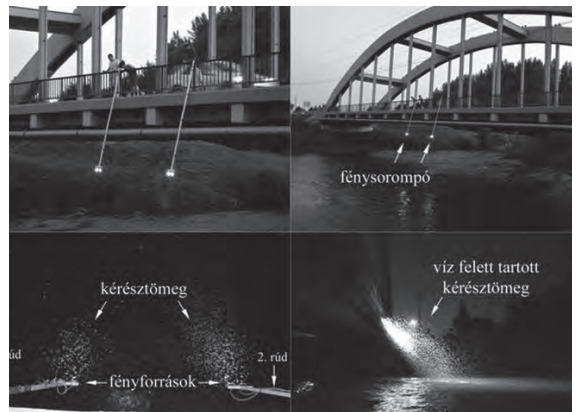
### Bagolytetem a budapesti pakuratóban

az utak csúszóssá válnak és patkányok is megjelenhetnek a helyszínen. A kutatók azonban megakadályozták a sokmillió rovarpusztulást. Először kézi lámpákkal tar-

tották a víz felett a rovarokat, majd fénysorompót terveztek és szereltek fel a Tildy Zoltán hídra. A fénysorompó a híd előtt tartotta a kérészeket, így a peték biztonságos környezetbe, a vízbe hullottak.

### Milyen intézkedések lennének célszerűek a poláros fényszennyezés csökkentése érdekében?

A természetvédelmi vizes területek csak világos gépjárművel való látogathatóságának bevezetése nagy lépés lenne a környezettudatosság irányába, azonban nem igazán látom reálisnak működőképességét. A fekete fólia helyettesítése fehérrel a mezőgazdaságban már megvalósíthatóbbnak tűnik, és rengeteg rovaréletet mentene meg. Épületek tervezésekor érdemes lenne figyelni a fényes és sötét burkoló- és üveg-



### A fénysorompó működésének illusztrálása

felületek alkalmazásának visszaszorítására; ehelyett középszürke, matt felületek előnyben részesítése lenne célszerű. Ha otthonainkban fehér függönyöket használunk, már tettünk egy lépést a természet megőrzése felé.

A polarizált fény a természetben segíti az állatok többek között a tájékozódásban és a szaporodási hely kiválasztásában. Mint sok más esetben, itt is az ember zavarja meg a természet rendjét, akaratlanul is. Úgy gondolom, ha megszüntetni nem is tudjuk, de megfelelő tájékoztatással és a társadalom figyelmének felkeltésével jelentős eredmények születhetnek a poláros fényszennyezés visszaszorításában. \*

*Az írás szerzője diákpályázatunkon a Biofizika kategóriában az Élet és Tudomány különdíjában részesült.*

### Irodalom

Malik Péter, Horváth Gábor, Kriska György, Bruce Robertson (2008): Poláros fényszennyezés, Fizikai Szemle 2008/11 379-386

Kriska György, Horváth Gábor (2008): Fényszennyező hidak a Dunán, *Élet és Tudomány* 2008/20 621-623  
 Trupka Zoltán (2013): A polarizált fénytől a bögölycspadág, interjú Horváth Gáborral, *Élet és Tudomány* 2013/20 620-621  
 Rab O., Kriska Gy., Horváth G., Andrikovics S. (1998): Kérészek az aszfalton, *Élet és Tudomány* 1998/35 1107-1109  
 Horváth G., Kriska Gy. (2000): Miért petéznek a kérészek száraz aszfalutakra?, *Hidrológiai Közönlöny* 2000/5 357-359  
 Gál J., Horváth G. (1998): A vízi rovarok vízkeresése, *Élet és Tudomány* 1998/28 884-885  
 -Kriska Gy., Malik P., Horváth G., Csabai Z., Boda P. (2006): A „legzöldebb autó fehér és piszkos, *Élet és Tudomány* 2006/26 812-814

Horváth G., Csabai Z., Boda P., Bernáth B. (2002): A vízirovarok „poláris napórája”, *Élet és Tudomány* 2002/40 497-499  
 Egri Á., Horváth G., Kriska Gy., Farkas R., Akkeson S. (2010): Miért csíkos a zebra?, *Természettudományi Közönlöny* 141/11 499-502  
 Blahó M., Egri Á., Horváth G., Barta A., Antoni Gy., Kriska Gy. (2013): Hogyan fogható nap-elemmel a bögöly 1. rész, 2013/5 145-149  
 Horváth G., Blahó M., Száz D., Barta A., Farkas R., Gyurkovszky M. (2014): Bögölycspada poláros fényel 1.rész, *Természettudományi Közönlöny* 145/3 115-119  
 Malik P., Horváth G., Kriska Gy., Wildermuth H. (2008): Polarizáló sírkövek, *Élet és Tudomány* 2008/44 1385-1388  
 Szedenics G., Horváth G., Kriska Gy. (1998): A

pakurató madártemetője, *Élet és Tudomány* 1998/8 244-245  
 Horváth G., Zeil J. (1996): Állatcspadák, avagy egy olajtőcsa vizuális ökológiája, *Természettudományi Közönlöny* 127/3 114-119  
 Kriska Gy., Kiss T., Horváth G. (2006): Továbbra is pusztít a pakura, *Élet és Tudomány* 2006/29 916-918  
 Kriska Gy., Szedenics G., Horváth G., Bernáth B. (2001): A budapesti pakurató, mint vízirovar cspada, *Hidrológiai Közönlöny* 81/5-6 401-402  
 Kriska Gy., Szedenics G., Horváth G., Bernáth B. (2001): A budapesti pakurató, mint madár cspada, *Hidrológiai Közönlöny* 81/5-6 319-321  
 Kriska Gy., Horváth G. (2013): Újra virágzott a Duna, *TermészetBÚVÁR* 2013/5 32-34

## A XXI. század fiataljainak életvitele

HEGEDŰS NORBERT

Gimnázium, Tornalja, Szlovákia

A kor nagy kérdése az, milyenek is a XXI. század fiataljai. Többségben vannak azok az emberek, akik a kor fiataljainak a tizenéveseket tartják, és egy kalap alá veszik az összeset. De vajon milyenek is ők? Milyenek valójában a XXI. század fiataljai?

Azok a kor fiataljai, akik naphosszat az okos telefonjaikat, táblagépeiket bújják? Akik egy virtuális világban élnek, és azt hiszik, hogy a tanáruk sötét erővel küzdő hobbit? Akik naphosszat fekszenek, és csak a televíziót bámulják? Vagy, akik napi négy órát alszanak, gyorsétteremben esznek csupa zsíros és egészségtelen ételt? Igen, így lehet jellemezni őket, ezek a kor fiataljai. Rengetegen arról sem tudnak, hogy okos telefonok, vagy virtuális világ létezik; ők pedig életük legszebb és legemlékezetesebb éveiket így élik meg? Sajnos igen.

Vegyük csak szép sorjában az említett dolgokat.

### Az elektronikai eszközök túlzott használata és a virtuális világ

Asus, Apple, Sony, Nokia, Samsung – egyiknek ez, másiknak meg az. Az egyiknek ennyiért, a másiknak meg ennyiért. Megéri ez nekik? Szerintük igen. Arra nem is gondolnak, hogy mit tesz ez velük.

– Kommunikációs zavarok: mivel az előrehaladott virtuális világban próbálnak meg élni, gyakran különböző rövidítéseket használnak, amelyeket később már a köznap életben is használni kezdenek, például noob, vki, vmi, lol, ööö.

– Hibás kommunikáció: az online közösségi oldalakon nem figyelnek oda a helyesírásra, ebből az következik, hogy ha az

iskolában fogalmazást kell írniuk, akkor valószínűleg ugyanazokat a hibákat fogják elkövetni, mint az online beszélgetésekben.

– Súlyos esetben skizofrénia: ebben az esetben a beteg továbbra is a virtuális világban „marad”, és hallucináció léphet fel, valamint memóriazavar, és nem képes feldolgozni a külvilágból érkező információkat.

### Égészségtelen táplálkozás

Hamburger, hot dog, sült krumpli és még számos más gyorséttermi étel. Ezek alkot-



ják étrendjüket. Zsírban, cukorban és sóban gazdagok, de vajon egészségesek-e? Nem.

Túlzott fogyasztásuk obezitást – elhízást, szív- és érrendszeri megbetegedést (magas vérnyomást, szívrohamot, szívinfarktust) okozhat.

*Obezitás* az elhízás kóros változata, amikor a beteg állandóan enne. Ezeknél az em-

bereknél 99%-ban az obezitás túlnó rajtuk, és valamely szervük leállása következtében beállhat a halál. Kiváltó okai lehetnek pszichikai megbetegedések; genetikai információval örökölt rossz DNS; a testmozgás hiánya. Elhízottnak számít az a személy, akinek a testtömeg-indexe (BMI) több mint 30 kg/m<sup>2</sup>. Az obezitással együtt járnak a szív- és érrendszeri megbetegedések, a magas vérnyomás, ill. a cukorbetegség.

A szív- és érrendszeri megbetegedések egyenes arányban növekednek a test tömegével. A folyamatok végeredményeként szívelégtelenség alakulhat ki.

Magas vérnyomás kialakulásának okai: a megnövekedett vérmennyiség, a nagyobb nátriumbevitel, a hormonok többletermelése stb. Fontos, hogy súlyos következményeivel rontja az elhízott állapotát, így például agyvérzéses bénulásokkal, szívelégtelenséggel vagy koszorúér-elmészesedéssel.

Cukorbetegség: túlzott kalóriabevitellel a hasnyálmirigy hormonja (inzulin) egyre nagyobb mennyiségben fog termelődni. A kalóriabevitel korlátozása nélkül az inzulin tartalék kiürül, és kialakul a cukorbetegség. Időben észrevéve diétával visszafordítható. Ellenkező esetben az inzulin mesterséges bevitel szükséges.

A *bulímia* hasonló, mint az obezitás, csak ez annyiban tér el, hogy a beteg nem várja meg, amíg a gyomrában a tápanyag megemésztődik, hanem hánytatja magát. Túlzott hánytatás következménye lehet a vér káliumszintjének esése is, ami szívritmuszavart idézhet elő. Pszichikai betegség, vagyis legfőképpen az egyed idegállapotától függ.

Az *anorexia* a kóros soványság változata, amikor is a beteg a tükörbe nézve mindig egy dagadt vízilovat lát, és megpróbálja azt lefogyasztani. Legtöbbször csupán vizet, esetleg vattát fogyasztanak. Az állandó soványságra vágyás miatt a beteg egyre éhesebb lesz, és emiatt az idegállapota nagyon megromlik.

### Alváshiány

Éjszakai bárók, diszkók az éjszakázók törzshelye. Hajnalig tartó virtuális játékok. Olykor akár hajnali órákig tartó kimaradások. Másnap persze, amikor hét órák fel kell kelni, akkor minden bajuk van. Igaz, erről egyedül nemcsak ők tehetnek, hanem a társaság is, amelyben mozognak, de legfőképpen a szülők.

Mihez is vezethet ez? Krónikus alváshiányhoz, amikor is az egyén akár mikor és akárhol elalszik. Akár még a tanítási órákon vagy fürdés közben, illetve számos más, nem a „legkellemebb” helyen is.



Megromlik idegállapota, agresszió lép fel, emiatt másokkal gyakran érdektelen vitákba keveredik, amelyeknek akár komoly következményei is lehetnek.

### Mozgáshiány

A fiatalok sokszor egész nap a szobában ülnek, videójátékokat játszanak, a televíziót bá-



mulják órákig, és néha annyira befeledkeznek ezekben, hogy még azt sem veszik észre, hogy mikor van nappal és mikor éjszaka. Ennek eredménye: izületi megbetegedések, felfekvés, ernyednek az izmok.

### A XXI. század valódi fiataljai

Szerencsére van a fiataloknak egy olyan része is, akik megpróbálnak helyes élet-



vitelt választani, ami megnyilvánulhat a táplálkozásban, kellő mennyiségű mozgásban vagy éppen elegendő alvásban. Leginkább ők felelnek meg a XXI. század fiatalságának. Életük nagyobb részét tanulással töltik, s megpróbálnak jövőjükre tekintve minél jobb eredményeket elérni.



### Életvitelük

*Táplálkozás terén* igyekeznek odafigyelni a megfelelő és elegendő táplálék bevitelére. Nem járnak gyorséttermekbe, és nem fogyasztanak készételeket. Igyekeznek csak házi készített egészséges ételeket fogyasztani. Étrendjükbe próbálnak minél több zöldséget és gyümölcsöt beiktatni, ezáltal is csökkentik kalóriabevitelüket, és növelik a vitaminok (A, B, C, B<sub>2</sub> stb.), a fehérjék (protein), vala-

mint a rostok bevitelét. Mivel a rohanó világban nem mindig van idejük enni, ezért alkalomadtán házi készített gyümölcssturmixot (smoothie) esznek. Rengeteg tejet és tejterméket fogyasztanak csontjaik stabil állapotának megőrzése érdekében, illetve a kalcium (Ca) és magnézium (Mg) pótlására. Természetesen nem feledkeznek el a szükséges folyadékpótlásról sem. Persze a jó otthoni süteményeket és tortákat sem vetik meg, de tudják, hogy utána kemény munka következik.

*Súlyuk és testalkatuk megőrzése* érdekében edzőtermekbe járnak, vagy egyszerűen kimennek a legnagyobb edzőterembe, a természetbe: sétálnak, kocognak, futnak. Már nemcsak a testépítők körében, hanem a fiatalok körében is gyakori az edzőte-



rembe járás. Itt legtöbbször testük felső részét erősítik gyakorlatok vagy súlyok segítségével. A váll-, alkar-, felkar- és mellizmaikat súlyzókkal, hasizmukat pedig felülésekkel erősítik. Elterjedt közöttük a lapos, illetve kockásra kigyúrt has is. Természetesen, akiknek nincs pénze edzőterembe járni, azok leginkább a természetben sportolnak, legyen szó keréipározásról, görkorcsolyázásról vagy éppen csak hosszabb sétáról. Ha már szóba került a séta, akkor nem hagyhatom ki azt sem, hogy a legtöbbjük iskolába is gyalog jár, hiába van a családnak autója.

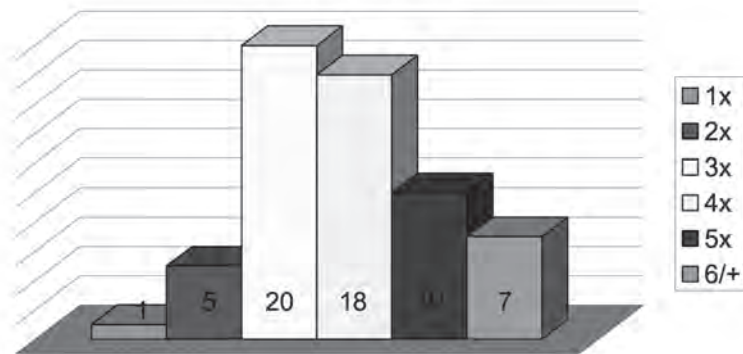
*Alvási igényük* naponta nyolc-kilenc óra, ez azt jelenti, hogy ha hat órák fel akarnak kelni, akkor legalább kilenc órák le kell fekdüniük. Ők ezt be is tartják esetenként egy kis hétvégi kihágással.

Természetesen a *virtuális világról* sem feledkezzünk el. Mivel nagyon sokat tanulnak, rengeteget mozognak, és barátikkal járnak közös programokra, így nem fecsérelik idejüket okos telefonokkal és táblagépekkel. A virtuális világot kapcsolatteremtésre használják külföldi barátokkal, rokonokkal, továbbá tanulásra, és új információk szerzésére.

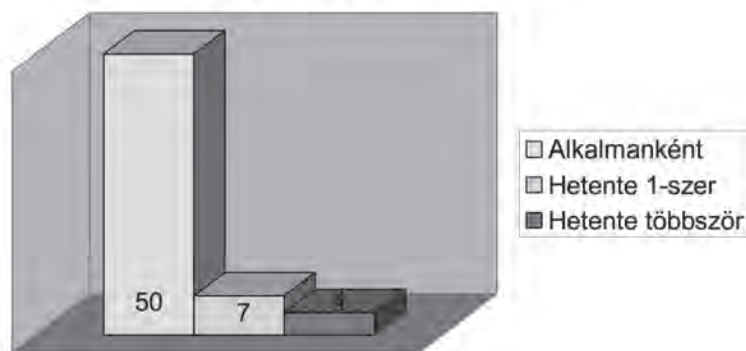
### A diákmunkához készített kérdőív kiértékelése

Ahhoz, hogy az információk, amiket fel-tüntettem, hitelesek legyenek, kitölttetünk az iskolában egy általam készített

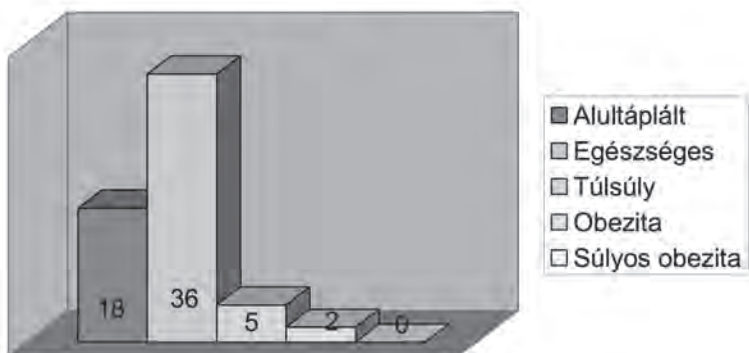
### NAPI ÉTKEZÉS



### ALKOHOLFOGYASZTÁS



### BMI



kérdőívet, aminek eredményei nagyban megfeleltek az általam leírtaknak. A kérdőívet 61-en töltötték ki, melyben többek között táplálkozási és sportolási szokásaikra, illetve mindennapos életvitelükre kérdeztem rá.

Válaszaik alapján 33%-uk legfeljebb háromszor, míg 17%-uk legfeljebb ötször étkezik egy nap, amikor is étkezésük során csak 10%-uk fogyaszt 500 grammnál több tejet és tejterméket. Heti gyümölcs- és zöldség-fogyasztásban az arány azonos, 20%-uk fogyaszt kevesebb, mint 200 grammot, illetve 20%-uk fogyaszt több mint 2 kilogrammot.

Ennek eredménye talán az is, hogy 30%-uk alultáplált, illetve 11,5%-uk túlsúlyos, az egészségesek százaléka 58,5%.

A sportmájú kérdésnél 33%-uk labdajátékot, 31%-uk testépítést, 20%-uk pedig kerékpározást választott, sajnálatos módon 7%-uk egyáltalán nem sportol. 25%-uk jár edzőterembe, ill. 46%-uk jár gyalog iskolába.

Alvásban is egész valós számot mutattak, mindössze 20%-uk fekszik le éjfél után, illetve 28%-uk kel fel reggel hét óránál később.

Éjszakai kimaradozásnál 53%-uk választotta a „soha” lehetőséget, az alkoholfogyasztásnál pedig 82%-uk válaszolta azt, hogy csak alkalmanként iszik.

Szerintem nem merész dolog kimondani azt, hogy az általam végzett kutatás bebizonyította a valóságot, és azt is, hogy a fiatalok tényleg két csoportra oszthatók.

Remélem, hogy a kor fiatalságának két csoportját sikerült jól bemutatnom. Ezáltal is szeretném felnyitni mások szemét, hogy a fiatalságra nagyon oda kell figyelni, nem lehet őket magukra hagyni. Elég nekik egy jó szó, egy támogató szülő, egy szívbeli jó barát vagy egy odaadó tanár. Bízbanak és higgyenek a jövőben, hiszen a jövő a mai fiatalságtól függ. ☐

## Kedves Pályázók!

2017. október 31-i határidővel lezárult a XXVII. Természet-Tudomány Diák-pályázatra készült pályamunkák benyújtási időszaka. A Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat diák-cikkpályázatán indulhatott bármely középfokú iskolában 2017-ben tanuló vagy végző diák, határainkon belülről és túlról.

Felhívásunkra idén 44 pályamű érkezett szerkesztőségünkbe:

Az *Önálló kutatások, elméleti összegzések* kategóriában 29 írás;

A *Természet-tudományos múltunk felkutatása*, illetve az *Orvostudományi különdíj* kategóriában 6-6 írás;

*Matematikai különdíj* kategóriában 2 írás;

A *Kultúra egysége különdíj* kategóriában 1 írás.

A pályamunkák befogadásáról legkésőbb 2017. december 10-éig szerkesztőségünk minden pályázót e-mailen értesít. Kérjük, hogy aki határidőre elküldte pályamunkáját, s esetleg mégsem kap visszajelzést annak befogadásáról, vegye fel a kapcsolatot munkatársainkkal: [termvil@titnet.hu](mailto:termvil@titnet.hu) címen.

A pályázatok bírálati munkálatai elkezdődtek, a zsűrik által díjazásra jelölt pályamunkák alkotóit a 2018. márciusi díjátadó pontos időpontjáról, helyszínről később értesítjük.

Köszönjük minden pályázónknak és felkészítő tanárainknak, hogy pályamunkájukkal megtisztelték felhívásunkat!

GÓZON ÁKOS

# Magyar fiatalok a diákolimpiákon

*Mellékletünkben a nemzetközi fizikai, földrajzi diákolimpiákon elért magyar eredményekről számolunk be*

48. NEMZETKÖZI FIZIKAI DIÁKOLIMPIA, YOGYAKARTA, 2017. JÚLIUS 16–24.

## Olimpia a vulkánok tövében

Az idei fizika diákolimpia olyan városban volt, amelynek közelében az elmúlt években robbanásos vulkánkitörés, erős földrengés és cunami is volt. A verseny ideje alatt szerencsére nem tört ki a város felett magasodó Merapi, és nem volt földrengés sem (cunami pedig eleve nem veszélyeztette minket harminc kilométerre a tengertől), de ezenkívül szinte minden baj megtörtént, ami egy versenyt elronthat. Már korábban lehetett sejteni, hogy a 2017-es rendezéssel gondok lesznek: az elmúlt évek sorozatos visszalépései után az idei versenyre sok évvel ezelőtt jelentkező Moldováról is gondolni lehetett, hogy nem lesz képes megrendezni a versenyt. A visszalépéssel azonban az utolsó pillanatig vártak, így nem volt könnyű új rendezőt találni. Az elmúlt évekhez hasonlóan, most is egy ázsiai ország lett a „beugró”: a korábban a 2021-es versenyre bejelentkező Indonézia vállalta, hogy négy évvel hamarabb is szívesen házigazda lesz.

Indonéziában már volt fizika olimpia: 2002-ben Balin volt a verseny, amely – az akkori résztvevők szerint – sikeresen megrendezett esemény volt. A verseny fő rendezője 2011–2012 fordulóján egy teljesen új versennyel jelentkezett: a World Physics Olympiad (WoPhO) elsősorban abban különbözött a szokásos fizika diákolimpiáktól (IPhO), hogy a diákok nem egy ország csapatának tagjaiként, hanem egyénileg szerehettek indulási jogosultságot a versenyre, tanári kíséret nélkül, a szervezők költségén utaztak oda, és a feladatokat angolul kapták meg. A másik fontos különbség, hogy a feladatok megalkotására pályázatot írtak ki, és a szervezőbizottság a beérkező javaslatokból választotta ki a versenyen kitűzött feladatokat. Az első WoPhO Lombok szigetén zajlott, úgy tudom, szintén sikeresen. A 2012 szilveszterén megrendezett második versenyen egy mérési feladat kitűzőjeként volt szerencsém részt venni, így annak részleteibe már jobban beleláttam. A verseny többszöri helyszínváltoztatás után végül Tangerangban, Dzsakarta egyik előváro-

sában rendezték meg. A mérési eszközök legyártására sok pénzt és energiát fordítottak, de néhány filléres spórolással (rossz minőségű, olcsó banándugókkal) majdnem tönkretették a mérést. A megoldások javítására és értékelésére pedig kevés idő maradt, ami né-



**A Borobudur rengeteg szobrának egyike a kőharangokkal**

mi bizonytalanságot okozhatott a végső sorrendben. Ezzel együtt a verseny alapvetően rendben lezajlott. A harmadik versenyt még meghirdették, de közvetlenül előtte lemondták, és azóta nem is került több ilyen verseny megrendezésre.

A legtöbb olimpia rendezése óta azonban az akkori szervezőket, a csapat korábbi vezetőit leváltották. (A részletekről semmit nem tudok, de ebben esetleg szerepe lehet az Indonéziában a kínai származásúakkal szemben meglévő ellenszenvnek is. Az indonéz történelemben nem ritkák a kínaiak elleni erőszakos fellépések. Akit érdekelnék a részletek, érdemes rákattintani a „Chinese Indonesians” Wikipédia cikkre.) Lehet, hogy ennek is szerepe van abban,

hogy az idei verseny megszervezése és lebonyolítása meghaladta a szervezők képességeit. Az egyik vészjósló jel az volt, hogy a verseny helyszíne a verseny előtti évben többször is változott: az előzetesen meghirdetett dzsakartai helyszín először – nagy örömmre – Balira változott, amit már részletesen bemutattak a honlapon. Aztán egy váratlan közlemény szerint a helyszín újra megváltozott: így került az olimpia végül a Jáva szigetén található Yogyakarta-ba, az ország egyik kulturális és oktatási központjába. (Ebből a „kulturális és oktatási központ” jellegéből nem sokat láttunk ottlétünk alatt: az egész város inkább egy hatalmasra nőtt falu, véges-végig alacsony házakkal, kis üzletekkel, utcai árusokkal, rengeteg motorbiciklivel, nagy forgalommal, ahol rajtunk kívül kevesen próbáltak gyalog közlekedni.)

Az információk ezután is lassan és elmentmondásosan érkeztek (a szálláshelyről például a honlap három különböző helyén más-más információ volt), de végül, mire a regisztrációra és a repülőjegyek megvásárlására került sor, többé-kevésbé tisztázódott minden. Bár a honlap továbbra se volt informatív, a szervezőktől emailben választ lehetett kapni a legtöbb kérdésre. A következő nehezen átlátható bonyodalom a részvételi díj átutalása után következett. Kiderült, hogy a több ezer dolláros átutalásból 22 dollár elveszett a több bankon át vezető úton – feltehetően valahol Indonéziában. A rendezők nem voltak elég nagyvonalúak ahhoz, hogy ezt a tizedszázalékos veszteséget elviseljék, így nagy fejtörést okozva a magyar minisztériumnak, hogy hogyan lehet egy ekkora összeget készpénzben kiadni úgy, hogy esetleg külön nyugtát se kapnak majd róla.

Végül valahogy ez is megoldódott, és elérkezett az indulás napja. Az öt diákból, két csapatvezetőből és egy megfigyelőből álló csapat Amszterdamban, Kuala Lumpurban és Dzsakartán keresztül repült Yogyakarta-ba. Az út hosszúságán kívül külön izgalmat okozott, hogy senki nem tudta megmondani, hogy a feladott csomagjaink



**A csapat (balról jobbra): Nagy Botond, Németh Balázs, Tompa Tamás Lajos, Kovács Péter Tamás és Marozsák Tóbiás**

közvetlenül a végállomásig mennek, vagy Dzsakartában a meglehetősen rövid átszállási idő alatt először fel kell-e vennünk, majd az országba belépve, a másik terminálra átjutva újra fel kell-e adni őket. A légitársaság az előzetes megkereséskor nem tudott választ adni: majd kérdezzük meg a reptéren. A reptéren a csomag felvételekor olyan cédulát ragasztottak a bőröndökre, amelyeken Yogyakarta volt a végállomás, de a kérdéssemre azt közölték, fogalmuk nincs, meddig megy a csomag, mert még soha nem volt ilyen viszonylatban utasuk. Amszterdamban se tudtak válaszolni: kérdezzük majd meg Dzsakartában. Így is tettünk, megkérdeztük: a válasz az eldöntendő kérdésre egy „Yes, Sir!” volt. Az indonéz udvariasság, úgy tűnik, nem engedi meg azt, hogy a megkérdezett bevallja, hogy nem érti a kérdést vagy nem tudja a választ. Ehelyett válaszol valamit – amivel viszont semmivel se voltunk előrébb. Végül úgy döntöttünk, hogy egy darabig várunk a csomagkiadó szalagnál. Sok időnk nem volt, mert még át kellett jutnunk egy másik terminálra. Szerencsére egy idő után megjelent az egyik csomagunk, majd szépen sorban a többi is. Újabb kérdések a másik terminál eléréséről – kiírva nem nagyon volt semmi: végül egy kicsi, zsúfolt busszal átjutottunk a belföldi terminálra, ahol a csomagjainkat is újra feladhattuk, és még épp elértük a gépünket.

Jó harminc óraja voltunk úton, amikor este kilenckor, koromsötét éjszakában (az egyenlítő közelében egész évben egyforma hosszúak a napok: délután hatkor már teljesen sötét van) megérkeztünk a kicsi yogyakartai reptérre. A repülőtől gyalog sétáltunk be a fogadóépületbe, ahol a csomagok felvétele után a rendezők vártak minket. Nem örültünk, amikor mondták, hogy egy kicsit vámi kell, mert a buszok dugóba kerültek. Ennyi utazás, egy repülőgépen töltött éjszaka után az ember csak egy dolgra vágyik: hogy végre lefeküdhessen aludni. (Ráadásul másnap délután a csapatvezetőknek kezdődik a feladatok meg-

beszélése és fordítása, ami általában egész éjjel tart. Így különösen fontos volt, hogy előtte rendesen aludjunk.) A kérdésre, hogy mennyit kell várni, megint nem kaptunk őszinte választ: mindig újabb 15–20 percet mondtak. Nem merték egyből bevallani – nyilván ismét a furcsa indonéz udvariasság miatt –, hogy egyelőre nincsen busz, órákat kell még várni. (Pedig az utazási adatokat hónapokkal előtte meg kellett adni, pontosan tudták, mikor hány ember érkezik.) Aztán a diákokat elvitték, de mi tovább vártunk. Végig nagyon ked-

vesek és udvariasak voltak, de semmit nem csináltak, hogy végre eljussunk a szállodánkba. Indonéz pénzünk még nem volt (este már zárva voltak a pénzváltók), helyismeretünk se, így nem tudtunk egyből taxiba ülni. Nekem közel három óra várakozás után fogyott el a türelmem, ekkor már kicsit ingerülten jegyeztem meg, hogy sokadszor hitegetnek újabb húsz perc várakozással. Ekkor egyből szereztek egy taxit, és éjfél körül végre megérkeztünk a szálláshelyünkre. (Utóbb kiderült, hogy az olaszok türelme hamarabb elfogyott, és így őket hamarabb taxiba ültették. Úgy tűnik, itt sajnos csak így lehet eredményt elérni, udvariassal kérdésekkel nem.)

Másnap a megnyitó ünnepség után kora délután ültünk le a szálloda konferenciatermében, hogy megismerjük a mérési feladatokat. Ebben az évben a csapatot *Tasnádi Tamás* (BME Matematikai Intézet) és *Vankó Péter* (BME Fizikai Intézet) vezette, *Szász Krisztián* (BME Fizikai Intézet) pedig ismét megfigyelőként segítette a munkát. A diákokat ekkorra már elkülönítették tőlünk, a csalástól való félelem miatt elvették a mobiljaikat, a számítógépeiket, de még a fényképezőgépeiket is – nálunk pedig lekapcsolták az internetet, nehogy valami információt kiszivárogtassunk. (Egyébként teljesen értelmetlenül: a szobákban volt internet. Aki nagyon csalni akart, az így is tudott. Viszont a fordítás közben nem lehetett utánanézni egy-egy kifejezésnek vagy hiányzó információnak. Ide vezet a bizalmatlanság: a becsléseket bünteti, az esetlegesen csalni akarók ellen pedig hatástalan.) A feladatok fordítá-

sához ebben az évben is a tavaly bevezetett online fordítót kellett használni. Csak ami Svájcban hibátlanul működött, az itt nehezebben indult el. Két vagy három óráig tartott, amíg az IT-csapat segítségével sikerült mindenkinek csatlakoznia a helyi hálózatra. További csalódást okozott, hogy országonként csak két belépési nevet kaptunk, így a megfigyelő nem tudott belépni és függetlenül dolgozni. A fordító hasonlított az előző évre, de sok jó lehetőség hiányzott: például az ábrák feliratait nem lehetett lefordítani. (Azt nem tudom, hogy lényegében a tavalyi rendszert vették-e át, csak kevésbé ügyesen használták, vagy pedig valamilyen okból inkább saját rendszert fejlesztettek.)

Az egyik mérési feladatban sóoldat diffúzióját kellett tanulmányozni a változó koncentrációjú, és így változó törésmutatójú oldaton áthaladó lézertfény eltérülése alapján. (A mérés megvan az ELTE fizikus laborjában, de sajnos a csapat tagjai nem mérték. Igaz, korábban volt olyan, hogy szinte ugyanaz a mérés volt a magyar válogatóversenyen, mint az olimpián, mégsem segített sokat, mert a mérésben nem az elméleti ötletek, hanem a konkrét eszköz használata jelenti a fő nehézséget.) A másik mérésben két erős mágnes által létrehozott csapdába



**Dzsiptúra a Merapi oldalába. A dzsipen a csapatvezetők: hátul Tasnádi Tamás és Szász Krisztián, elől Vankó Péter**

helyezett grafitdarab (ceruzabél) egyensúlyát és mozgását kellett tanulmányozni. Ezt az elrendezést állítólag indonéz fizikusok fedezték fel, és érzékeny szeizmográfokhoz lehet használni. (Aki ott volt a második



WoPhO-n, annak ez is ismerős volt, mert ott négy éve szinte pontosan ugyanezt a mérési feladatot tűzte ki indonéz szerzője. Természetesen nagyon nehéz a 48. olimpián olyan feladatot kitalálni, ami még soha sehol nem fordult elő, de ez az egyezés így is kínos volt. Szerencsére csak kevesen voltak ott mindkét versenyen.) A feladatok szövegén sokat kellett javítani, sokára lett végleges angol verzió, és így – bár már közben elkezdtünk fordítani – csak hajnalra lettünk kész a fordítással. A lefordított fájlokat pdf-ben kellett feltölteni a rendszerbe, a nyomtatás eredményét a szokásuktól eltérően nem láthattuk, nem ellenőrizhettük. Volt már ilyen: 2012-ben Észtországból Tallinnban fordítottunk, és Tartuban (ahol a verseny volt) nyomtatták a feladatlapokat. Ott ez tökéletesen működött. Itt viszont – mint később kiderült – ez nagy hiba volt!

Szokás szerint egy-két óra alvás után indultunk kirándulni. Ezen a délelőttön volt a rendezők által szervezett egyetlen érdekes program: a IX. században épült gyönyörű Borobudur templomot néztük meg, amely megépülésekor a déli féltéke legnagyobb épülete volt, és ma is a világ legnagyobb buddhista temploma. Most az UNESCO világörökség része, de közben közel ezer évig, részben vulkáni hamuval befedve, ismeretlenül rejtőzött az őserdőben. A hatalmas, vulkáni kőzetből épült, piramisszerű épület alul négyszögletes, felül kerek (kifejezve a Föld és az Ég közötti átmenetet), és a faragások mellett számtalan harang alakú sztúpa díszíti. Az épületre fel lehet menni (erre szerencsére elég sok időt is kaptunk, és a tömeg se volt elviselhetetlen), ami igazán nagy élmény volt. A délutáni városnézés váratlanul elmaradt, aminek ekkor még nem tudtuk az okát. Számunkra másnap derült csak ki, hogy a diákokat kora reggel felkeltették, reggel nyolcra a verseny helyszínére vitték, majd – a már ismerős módon – folyamatosan áttarták őket: először csak egy-, majd kétórás csúszást jelentettek be, aztán délutánra halasztották a versenyt (de a versenyzők továbbra is a teremben várakoztak), majd végül koradélután, amikor már többen rosszul lettek az izgalomtól és a fáradtságtól, másnapra halasztották a versenyt. Ilyen eddig soha nem történt az olimpiák történetében – de ez még csak a bajok kezdete volt.

Másnap kora reggel nekikezdünk az elméleti feladatok megvitatásának. (A diákok pedig az aznapra ígért egész napos kirándulás helyett az előző napi mérési feladatok megoldásának.) Az első elméleti feladat galaxisokról és a sötét anyagról szólt. A sötét anyag olyan anyagfajta, amely semmilyen elektromágneses sugárzást nem bocsát ki és nem nyel el, jelenlétére csak más anyagokra kifejtett gravitációs hatásából következtethetünk. A feladatban a sötét anyag jelenlétére, mennyiségére, eloszlására kellett következtetni galaxishalmazokon, galaxisokon

adat nincs, ha ez is rossz, akkor már nincs mit csinálni (és persze sok idő elmegy ezzel). A tartalékfeladat az elsőhöz hasonlóan kozmológiai volt: a táguló Univerzummal foglalkozott. És valóban rossz volt: ahogy később az egyik felszólaló egy megjegyzésre, miszerint a feladatban hibás fizika van, szellemesen úgy válaszolt, hogy ez nincs így, mert a feladatban egyáltalán nincs fizika. Ehelyett hosszadalmas számítási feladatokat kellett végezni többé-kevésbé megalapozatlan összefüggések alapján. A feladatok teljes magyar szövege és

angol megoldása megtalálható a Magyar Fizika Diákolimpiai Szakkörök honlapján (<http://iphos.elte.hu/iphos.php>).

A fordítással – jól szervezett munkának köszönhetően – kora hajnalra kész lettünk (így is közel 20 órát dolgoztunk vele!), és elmentünk aludni. Másnap reggel cseh, horvát és szlovén csapatvezetőkkel közösen elmentünk egy „vulkántúrára”. A városból autóval mentünk fel a kö-



**A Merapi 2010-es kitörésekor betemetett falu helyén lévő kis múzeumban a XXI. század tárgyainak maradványai**

illetve csillagokon belül, leegyszerűsített elméleti modellek alapján. A feladatban egy középiskolások számára ismeretlen tétel, a viriáltétel felhasználásával lehetett következtetni a galaxishalmaz tömegére, amely nagyobb, mint a galaxishalmaz „látható” tömege: ez utal a sötét anyag jelenlétére.

A második feladat témáját a helyszín adta: földrengés, vulkánkitörés, cunami. A feladat első része a vulkán kúrtójában a forró magma és befolyó esővíz keveredésének hatására kialakuló piroklasztikus árral foglalkozott. A piroklasztikus ár forró kőzetdarabokból és gázból áll, amely a vulkánból kb. 700 km/h sebességgel függőlegesen kiáramlik (akár 22 km magasságot is elérve), majd saját súlya alatt összeroskadva lezuhan a felszínre. Ilyen robbanás temetett be nagy területet a város mellett magasodó Merapi 2010-es kitörésekor. A feladat második része a földrengések észlelésével volt kapcsolatos: földrengéshullámok terjedését kellett tanulmányozni. A konkrét példáért itt se kellett messze menni: a 2006-os yogyakartai földrengés adatait kellett elemezni. A feladat harmadik része a szintén 2006-os jávai cunami felől foglalkozott, a cunami hullám terjedését kellett vizsgálni. A feladatnak nagyon érdekes és a helyhez illő volt a témája, de sajnos nem volt kellően kidolgozva.

A harmadik feladatot olyan rossznak ítélte a csapatvezetőkből álló testület, hogy leszavazta azt, és kérte a tartalékfeladatot bemutatását. Ez kockázatos lépés, mert nem lehet visszakozni, és több tartalékfel-

adatokkal szembe, a második feladatban is szereplő Merapi beépült déli lejtőjére, ahol dzsipekbe ültünk át, és azokkal mentünk tovább a vadabb terepen. Természetesen (sajnos!) nem a csúcsra, csak a vulkán meredekebb lábához (körülbelül 1200 m-es magassággig), amit a második feladatban is szereplő 2010-es robbanásos kitörés több tíz méter vastagon forró hamuval borított be. Először megnéztük az egyik betemetett falu maradványait: szomorú látvány, amolyan XXI. századi Pompeji, elolvadt monitorokkal, CD-kel és varrógépekkel. Kicsit feljebb szép rálátásunk volt a szabályos kúp alakú vulkánra (amit a tíz km-re lévő városból a párák miatt csak az elutazásunk napján láttunk újra).

Aznapra a szervezők semmi programot nem kínáltak, így délután a luxemburgi csapatvezetőkkel közösen elmentünk Yogyakarta másik híres műemlékéhez, a szintén UNESCO világörökség részét képező, és szintén a IX. században épült Prambanan templomegyütteshez. (Ekkorra már tudtuk, hogy itt nagyobb távolságra csak taxival lehet eljutni, ami viszont megfizethető. Korábbi ittlétem alapján már az se lepett meg, hogy a látóvalók és a szolgáltatók „kettős árazásúak”: a külföldi állampolgároknak külön bejárat van sokszoros belépővel.) Prambananban egy nagy, sík, füves területen több, külön-külön is hatalmas és több épületből álló hindu templom áll. A 2010-es (szintén a második feladatban szereplő) földrengés komoly ká-

rokot okozott, a felújítás most is folyik (és még sokáig fog tartani), de az épületek így is lenyűgözők. Ennek a templomnak is hasonló volt a sorsa, mint Borobudurnak: a hatalmas együttlést felépítő kultúra néhány száz év



**Prambanan templomépületeinek falát végig kőfaragások díszítik**

után eltűnt, az épületek eltűntek az őserdőben. Furcsa érzés volt ez a sok évszázados időbeli és még nagyobb kulturális távolság: milyen keveset értek és tudok arról, amit látok.

Este a megnyitó óta először találkoztunk a diákokkal egy közös vacsorán. Itt szembesültünk a megdöbbentő ténnyel, hogy a magyar csapat tagjai nem az általunk lefordított magyar feladatszöveget kapták meg, hanem a meglehetősen rossz minőségű (sok helyen nem egyértelmű) eredeti angol változatot. Amikor kérdezték, miért nem magyar szöveget kaptak, azt a választ kapták, hogy ez biztos a csapatvezetők döntése. Tehát megint nem merték bevallani, hogy (az újabb kétórás csúszás ellenére) nem voltak képesek kinyomtatni a feladatlapokat! (Hárman több órással később kaptak magyar szöveget is – válaszlapot akkor sem! – de ketten egyáltalán semmit. Persze mindenki ért angolul, de a gyenge minőségű idegen nyelvű szöveg mindenképp idővesztést és hátrányt okozott.) Azt hittük, ez csak minket érint, de hamar kiderült, hogy voltak, akik nálunk is rosszabbul jártak. Az esélyes dél-koreai diákok, akiknek sokkal idege-

nebb egy latin betűs szöveg, szintén angolt kaptak. Volt, aki pedig a feladatok végső módosítása előtt google-fordítóval készült orosz szöveget kapott. Mások ugyanakkor rendben megkapták a nekik szánt lefordított szöveget. Minderről a diákoktól, és aztán a többi csapatvezetőtől értesültünk. A rendezők egyszerűen el-tűntek, semmi hivatalos bejelentés nem volt arról, hogy mi történt. Az hamar nyilvánvalóvá vált, hogy ami történt, az nem *apró szervezési probléma*, hanem az egyenlő versenyhelyek súlyos sérülése.

Másnap látszólag zavar-talanul folyt tovább a rendezvény: elmentünk a nem különösebben érdekes és látványos szultáni palotába (Yogyakarta és környéke még ma is egy szultánság a köztársaságon belül), és – nagyon sok késéssel – megkap-tuk a dolgozatok másolatait. Ilyenkor a szokásos menet-rend az, hogy a szervezők és a csapatvezetők is kijavít-ják a dolgozatokat, majd egy moderációnak nevezett meg-beszélésen lehet vitatkozni a végső pontokról. Idén azon-ban nehezen felbecsülhető hátrányok érték a versenyzők egy részét, ami helyrehozha-tatlanul módosítja az ered-ményt. Ha ez egy sportver-

seny, akkor a versenyt egyértelműen törölni, érvényteleníteni kellene. Ugyanakkor ez se lett volna szerencsés megoldás, hiszen a diákok egész évben készültek a versenyre, és sokuknak ez az *egyetlen* lehetősége volt, hogy egy nemzetközi versenyen szerepeljenek. A rendezők végképp teljesen eltűntek, az irányítást az IPHO holland elnöke és ausztrál titkára vette át. Az nyilvánvalóvá vált, hogy a csapat-vezetők nagy részének az az érdeke, hogy valamilyen módon *valamilyen* eredmény mégis megszülessen. A kételyek és alternatív megoldások megfogalmazására, elmondására nem nagyon adtak lehetőséget: hamar megszavaztatták a testülettel azt a javaslatot, hogy a rendezők által kijavított dolgozatok pontszámai alapján meg-állapítják az érmeek ponthatárait, és hogy ez alapján kinek milyen érem járna, majd ezután a csapatvezetők írásban beadhat-ják az indoklással alátámasztott érveiket, hogy melyik versenyzőjüknek kérnek en-nél jobb érmet. Ezekről a kérelmekről az elnök és a főtitkár dönt (tehát az indonéz rendezők ebben se vettek egyáltalán részt). Moderáció (a pontszámok véglegesítése) pedig nem lesz.

Ezután jórészt a csapatvezetők vissza-fogottsága vagy gátlástalansága döntötte el, hogy ki milyen kérelmet adott be: so-kan automatikusan minden versenyzőjük-nek eggyel jobbat kértek (láttam beadott papírt: senki nem kapott semmit, de mind az öt versenyzőnek kérnek egy dicséret-et – azt nem tudom, hogy megkapták-e). Mi úgy döntöttünk, hogy csak olyan vál-tozásokat kérünk, amelyeket egyértelmű-en indokoltnak érzünk. A dolgozatokat mi is kijavítottuk, és láttuk, hogy a rendezők és a mi javításunk között néhol sokkal na-gyobb különbség van, mint más években. Több évtizedes gyakorlattal elég pontosan szoktunk értékelni, a moderáción általá-ban csak apróságokon kell vitatkoznunk. Ennek megfelelően csak két változtatást kértünk: egyrészt a megérdemelt arany-éremért, másrészt pedig a szerintünk kö-zel azonosan teljesítők azonos díjazásáért. (A rendezők pontozása különböző irány-ban tért el az egyes diákoknál a miénktől. Felmerült az is, hogy összekeverték dol-gozatokat. Moderáció hiányában ez nem derült ki.)

Ezek alapján nyugodt lelkiismerettel mondhatjuk, hogy a magyar versenyzők ál-tal elért eredmények valós teljesítményen alapulnak és reálisak. A többiekéről nem tu-dunk semmit: biztosan sok ország hozzánk hasonlóan járt el, de az is nagyon valószínű, hogy sokan visszaéltek a lehetőséggel. (Az aranyérmek száma mindenesetre a szo-kásosnak jó másfélszerese volt.) Emiatt az éremtáblázatot nem készítjük el (hivatalos pontszámok nincsenek, így ponttáblázat se készíthető).

### **A magyar csapat tagjai és eredményeik:**

*Tompa Tamás Lajos* (Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc, 12. osztály, felkészítő tanára: Zámorszky Ferenc) aranyérem,

*Kovács Péter Tamás* (Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg, 12. osztály, felkészítő tanárai: Juhász Tibor, Pálovics Róbert) ezüstérem,

*Marozsák Tóbiás* (Obudai Árpád Gimnázium, 11. osztály, felkészítő tanárai: Gärtner István, Mezei István) ezüstérem,

*Nagy Botond* (Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium, 12. osztály, felkészítő tanára: Pálovics Róbert) ezüstérem,

*Németh Balázs* (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, 11. osztály, felkészítő tanárai: Dvorác Cecília, Csefkő Zoltán) ezüstérem.

Másnap következett a záróünnepség. Itt jelen volt az oktatási miniszter és a város vezetői. A verseny indonéz elnöke ezért indonézül tartotta a beszédét, de a fordítást kivetítették angolul. Elmondta, hogy az egyik versenynapon volt egy kisebb csú-

szás, de ezen kívül minden hibátlanul és tervszerűen történt. Mintha egy alternatív valóság létezne! (Sajnos nem ismeretlen ez az érzés.) Ezután kiosztották a dicséreteket és az érmeket – pontszámok hiányában nem fordított eredmény sorrendben, hanem keresztnév szerint ábécésorrendben. Ezután újabb hihetetlen esemény: kihírdették a verseny abszolút győzteseit – annak ellenére, hogy erről semmilyen döntés nem született, szavazás nem volt róla, és az adott körülmények között nem is lehetett tisztességesen eldönteni. De ez nyilván benne volt a forgatókönyvben, mint ahogy a petárdák, konfettieső is ...

Az esemény végén nem tudtam megállni, és odamentem a verseny elnökéhez, elmondtam, hogy amit mondott, az nem igaz. Az indonéz udvariasság szabályai szerint kezét összerakva hajlongott, de nem mondott semmit. (A dél-koreai csapatvezető kevésbé volt visszafogott: ordított vele. Ők a rossz feladatlap ellenére kérelem nélkül is öt aranyérmet szereztek, de akár az abszolút győzelemre is esélyesek voltak.) A nap hátralévő részét ez a kettős érzés töltötte el: az öröm a szép szereplés miatt és az elkeseredettség a sok hiábavaló munka, az igazságtalanságok és a hazugság miatt.

Reméljük, hogy a következő években nem fog hasonló előfordulni, de az, ami itt történt, rámutat egy sor, évek óta meglévő problémára. Az olimpia mára túl nagy rendezvény lett, nem működhet úgy tovább, mint amikor tíz-húsz ország vett részt rajta. Nagyon gyakran nem kellő színvonalú és előkészítettségű feladatok kerülnek a közel 200 csapatvezetőből álló – tehát nagyon nagy és tehetetlen – nemzetközi testület elé. Sokszor rengeteg idő elmegy nyilvánvaló hibák javítására, és emiatt az érdemi vitára és a fordításra kevés idő marad. (A javítókulcs megvitatása és megszavazása évek óta elmarad „idő hiányában”.) A feladatok többsége egyre hosz-

szabb, és egyre kevésbé érdekes. Láthatóan nem minden ország szervezőbizottsága képes felmérni a rendezéssel járó feladatok nagyságát, a szükséges, hatékony segítő számát. Mindenképpen jó volna egy néhány tapasztaltabb csapatvezetőből álló szűkebb bizottság, amely egy héttel hamarabb megvizsgálná a rendezés tárgyi és emberi erőforrásait, megismerné és szükség esetén rendbe szedné a feladatokat. (Ez persze fel fog vetni



**Yogyakarta nem gyalogosbarát város. Mi azért sétáltunk a kismotorok sűrűjében (a képen Szász Krisztián és Tasnádi Tamás)**

bizalmi kérdéseket, amelyek már így is mérgezik a versenyt.) Ellenkező esetben bármikor előfordulhatnak az idei évhez hasonló problémák.

A másik lehetséges irány a regionális versenyek szervezése. Ázsiai olimpia már hosszú évek óta van (nagyon hasonló az olimpiához, csak a feladatok még hosszabbak, még nehezebbek). Idén először Észtországban megrendezésre került az Európai Fizikai Diákolimpia (EuPhO) is, amely sok mindenben változtatni próbál a „nagy” olimpia rossz irányzatain. Büszkék lehetünk, mert az elméleti forduló példaképe a magyar Eötvös-verseny: rövid, nehéz, gondolkodtató feladatok. A mérési feladat is hasonló stílusban készült. A feladatokat egy szűk bizottság állítja össze és véglegesíti, a fordítások a verseny előtt, kora reggel,

2–3 óra alatt készülnek el. (Emiatt nem kell elkülöníteni a diákokat, elvenni a telefonjait, egy helyen lehet lakni.) A javítást szintén a bizottság végzi, moderációra pedig a diákok maguk jelentkezhetnek. Az egész verseny rövidebb, olcsóbb, kisebb, kevesebb a formalitás, nagyobb súly van a szakmaiságon. Az idei verseny színvonalát garantálták az ész szervezők (akik öt éve kiemelkedően jó olimpiát is rendeztek), a folytatásban csak reménykedhetünk: jelenleg úgy néz ki, hogy jövőre Oroszország rendezzi meg.

Az idei EuPhO időpontja ütközött a magyar érettségivel, így csak háromfős, fiatalabbakból álló csapattal vettünk részt. Az IPHO csapatban is résztvevő *Marozsák Tóbiás* és *Németh Balázs* ezüstérmet, *Simon Dániel Gábor* (kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium, 11. osztály, felkészítő tanára: Bakk János) pedig bronzérmet szerzett.

Zárásképpen visszatérve a yogyakartai olimpiára: a harmadik olimpiáján résztvevő Tompa Tamás Lajos megérdemelten szerzett a korábbi bronz- és ezüstérme mellé egy aranyérmet is. Ő ösztől Cambridgeben folytatja tanulmányait. A másik két végzős diák ugyanabból az iskolából, a Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnáziumból érkezett. Ez számomra egyértelműen mutatja, hogy az eredményeink az általános színvonalással dacoló néhány lelkes tanárnak és néhány jó iskolának köszönhetőek. Nagy örömkünkre mindketten itthon, a BME fizika szakán kezdik el egyetemi tanulmányaikat. A két fiatalabb csapattagra pedig a jövő évi, Portugáliában megrendezésre kerülő versenyen is számíthatunk. Aki szintén szeretne Lisszabonba utazni, az vegyen részt valamelyik (vidéki vagy budapesti) elméleti szakkör és a budapesti mérési szakkör munkájában! Információ a <http://iphononlapon> és a KöMaL szeptemberi számában.

VANKÓ PÉTER

## BESZÁMOLÓ A 14. NEMZETKÖZI FÖLDRAJZI OLIMPIÁRÓL

# Kihívások, eredmények, tapasztalatok

Idén Belgrád adott otthont a 14. Nemzetközi Földrajzi Olimpiának (International Geography Olympiad), melyen a nemzeti versenyeken kiválasztott 16 és 19 év közötti középiskolások mérik össze tudásukat évente egyszer, mindig más házigazda vendéglátásában. Ahogyan

a neve is utal rá, ez a legnagyobb szabású nemzetközi földrajzverseny a világon, mely idén 41 ország részvételével zajlott. Elmondható, hogy a korábbi évek növekvő tendenciája most nem folytatódott. A versenyzőt küldő nemzetek számának növekedése megállt. Az afrikai kontinensről

például egyetlen diák sem érkezett, ugyanakkor egy lakosságszámát tekintve óriás, India itt debütált.

A magyar csapat számára biztató előjel lehetett, hogy a versenysorozat 20 évvel ezelőtti indulása óta még soha nem rendeztek ilyen közeli helyszínen olimpiát, így a



Köszöntő molinó a verseny helyszínén Belgrádban

csapat megspórolta a hosszú utazást, valamint az akklimatizációból adódó nehézségeket. Ezzel párhuzamosan azonban, a tavalyi pekingi vagy a jövő évi kanadai versenyhez képest Belgrád kevesebb földrajzi egzotikumot tartogatott csapattagjaink számára, bár a klíma helyenként a trópusokat idézte az idei nyár legmelegebb hetében. A főváros nevezetességein kívül Újvidék is szerepelt a programban, így a vendégek Szerbia két legnépesebb városával, illetve a vajdasági rurális térségekkel is megismerkedhettek a versenyhét alatt.

A versenyzők kiválasztását hosszú évek óta a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézete végzi *Trócsányi András* irányításával, aki a Társadalomföldrajzi és Urbanisztikai Tanszék vezetője, így az intézet oktatói mellett az említett egység tagjainak intenzív bevonásával folyt a munka. A hazai versenyt, felkészítést és utazást idén *Bálint Dóra* doktorandusz koordinálta, aki egyben második számú csapatvezetőként volt jelen az eseményen.

A négyfős csapat tagjainak kiválasztása a hagyományoknak megfelelően egy háromfordulós versenyen keresztül történt, mely minden elemében igyekezett leképpezni a nemzetközi versenyen felmerülő szemléletet, feladatokat, kihívásokat. A Hungeocontest ([hungeocontest.org](http://hungeocontest.org)) elnevezésű diákversen angol nyelvű és a többi hazai versennyel ellentétben kevésbé a lexikális ismeretekre, inkább a rendelkezésre álló nyers információk feldolgozására, forráselemzésekre, tervezői, döntéstámogatói munkákra épít. A színes hazai versenypaletta közepette erre azért van szükség, mert a hazai földrajzoktatás és a diákolimpia szemlélete között komoly szakadék tátong, így fontos, hogy a felkészítést megelőzően a csapattagok kiválasztása is a nemzetközi trendek jegyében teljen. Meggyőződésünk, hogy jó úton járunk, mivel a hazai verseny diákjai egyre könnyebben veszik az akadályokat, a közoktatásban dolgozó mentoraik óriási ráfordítással, de egyre inkább nemzetközileg is összehasonlítható tudást közvetítenek, angol nyelvismertük pedig sokszor megközelíti az anyanyelvi szintet.

A verseny egy játékos online, majd kiadós írásbeli fordulót követően márciusban a pécsi döntővel zárult, ahova már csak a tíz legjobb diák és felkészítője kapott meghívót az ország számos pontjáról, Soprontól Budapesten át Szegedig. A fiataloknak itt egy terepi napot követően prezentációkészítéssel, szóbeli felelettel, kép- és ábráértelmezéssel kellett megbirkózniuk, ahol nemcsak a földrajzos ismereteiket, de nyelvtudásukat is alaposan

próbára tettük. Ez azért volt fontos, mert a földrajzi világversenyt – más diákolimpiákkal ellentétben – nem anyanyelven, hanem angolul folyik. Az első négy helyezett diák a végső sorrend szerint *Ujvári Márton* (Eötvös József Gimnázium, Budapest. Felkészítő tanár: Szeiman József), *Verkmann Zsombor* (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium. Felkészítő tanár: Vízzy Zsolt), *Kliment Dávid* (Veres Pálné Gimnázium, Budapest. Felkészítő tanár: Greskovits György) és *Kovács Eszter* (Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged. Felkészítő tanár: Szöllősyné Pálfi Melinda) lett, akik így elnyerték a jogot az augusztus 2. és 8. között megrendezésre kerülő iGeo-n történő részvételre, amelyre a kijutást az Emberi Erőforrások Minisztériuma biztosította.

Természetesen, az utazást megelőzően intenzív felkészítő időszakon kellett keresztülmenniük, melyet idén kétféle típusú tréningből építettünk fel. Egy hosszabb, ám kevésbé megterhelő online feladatsorokkal és angol nyelvű oxfordi, illetve cambridge-i tankönyvekkel támogatott otthoni tanulással kezdődött a célirányos készülés, majd következett az egyhetes pécsi felkészítő tábor az egyetemen. Utóbbi rendszerint az intézet oktatói gárdája által tartott előadás-sorozatból áll, melyen idén a korábbi csapattagok visszajelzései alapján számos újítást vezettünk be. Néhány előadást megtartva, az olimpián szereplő valamennyi feladattípust szimuláltuk diákjaink számára, így mindkét oldalról konkrét visszajelzéseket kaptunk az erősségekről és hiányosságokról. A tesztek a helyszínen javítottuk és átbeszéltük, amely a diákok utólagos beszámoló alapján komoly segítséget jelentett. A hetet tehát úgy állítottuk össze, hogy a lexikális ismeretek átadása felől egy gy-

korlatiasabb megközelítés irányába toltuk el a tréninget. A felkészítés és a verseny kardinalis pontja a terepi forduló, amely jellegében a legtávolabb áll a hazai diákoktól, és ahol rendszerint a leggyengébb eredményeket sikerül elérni.

Néhány hónappal később a belgrádi eredmények is visszatükrözték a leírtaakat, hiszen a három fordulóból a terepiben (Fieldwork Exercise) kapott a legkevesebb pontszámot a magyar csapat. A diákok egyénileg versenyeztek, ugyanakkor a versenyzők eredményei, összeadott pontszámai és helyezései alapján éremtáblázat és csapatsorrend is kialakult az egyes országok között.

Az első nap került sor a háromórás írásbelire (Written Response Test), amelyen természet- és társadalomföldrajzos, valamint komplex feladatok egyenlő arányban kaptak helyet, ugyanakkor minden földrajzi témakör egy-egy esettanulmányon keresztül szerepelt (pl. közlekedésföldrajz – dél-afrikai példán keresztül). A versenyzőknek a megadott forrásokat felhasználva kellett megválaszolni a kérdéseket, melyekhez a nem angol anyanyelven tanulók szótárt is igénybe vehettek. Ezt követte a már említett terepi forduló, ahol a fiatalok egy belgrádi parkot jártak be: felmérték az objektumokat, számolásokat végeztek, közeteket ismertek fel és lejegyezték a terület biogeográfiai, morfológiai jellemzőit. A terepi forduló helyszíni része idén kizárólag természetföldrajzos elemeket tartalmazott és egyetemi szintű tudást követelt, így ez szórta meg legjobban a mezőnyt. Ezt követően a tanteremben már a megismert parkkal kapcsolatban különböző fenntarthatósági problémákkal



A kulturális est keretében Ujvári Márton a magyar konyha sajátosságairól beszél

kellett gyakorlatias módon foglalkozniuk, ezek érintették a látogatószám becslését éppúgy, mint a park megközelíthetőségére vonatkozó kihívásokat vagy akár a különböző zónákra való felosztását is. A feladat végén az adottságokat és a lehetőségeket messzemenően figyelembe véve, egy ifjúsági park megtervezésére kellett vállalkozni a diákoknak.

Az írásbeli és terepi forduló 40–40%-ot ért, majd végül a legkevesebb pontot jelentő (20%) feleletválasztós multimédiatesztel zárult a hét. A magyar csapat összesítésben az írásbelin a 11., a terepi a 15., a multimédiateszten pedig a 10. helyezést érte el, vagyis visszatükrözöttek a felkészítés során levont tapasztalatok: a legkevésbé a terepi, a legjobban pedig a magyar oktatási rendszerhez közel álló feleletválasztós típus ment. A magyar csapat két ezüst (*Verkmann Zsombor, Kliment Dávid*) és egy bronzéremmel (*Ujvári Márton*) gazdagodott az eredményhirdetés után, *Kovács Eszter* érem nélkül, ám igen tisztességes helytállással tért haza, hiszen mindössze két ponttal maradt le a bronzról, mely azt is bizonyítja, hogy rendkívül szoros és kiegyenlített volt a mezőny.

Elégedettek lehetünk-e az ideai eredménnyel? Az adottságok tükrében mindenképpen igen, hiszen a diákoknak komoly hátrányt kellett behozniuk más oktatási rendszerben tanuló társaikhoz képest. A csapat összesítésben 41 ország közül a 13. helyet szerezte meg, mely a



**A 2017. évi magyar csapat: Bálint Dóra, Kliment Dávid, Ujvári Márton, Verkmann Zsombor, Trócsányi András, Kovács Eszter**

résztevő országok számát tekintetbe véve az eddigi legjobb helyezés. Összesen 16 ország mondhatta el magáról, hogy három vagy négy érmes versenyzője volt, így közvetlenül az elit után következünk. Olyan országok szereztek közel azonos összesített pontszámot, mint az alapító tag Hollandia, a kiemelkedően célorientált oktatási rendszeréről híres és rendszerint taroló Szingapúr, a 17 ezer (!!!) diák közül válogató Ausztrália, vagy a rendszerint aranyérmetet bezsebelő Észtország. Magasan meghaladtuk a közoktatás sikerességét vizsgáló nemzetközi összehasonlításokban rendre élen végző Finnországot, vagy éppen a komoly földrajzos hagyományokkal és elitintézményekkel – és geográfus miniszterelnökkel – rendelkező Egyesült Királyságot, ennek fényében

szereplésünk akár bravúrosnak mondható. Az élen idén is a kelet-európai (lengyel, román) diákok végeztek, az ázsiai dominancia pedig némi mérséklődött.

A diákolimpia ugyanakkor nem csak a versenyzésről szól. Egyes országok véresen komolyan, míg mások kevésbé eredménycentrikusan állnak a megmérettetéshez, de az mindenképpen leszögezhető, hogy a diákok és tanáraik számára is felejtethetetlen élményeket tartogat egy ilyen világesemény. A középiskolások abban a korban találkoznak a világ minden tájáról érkező kortársaikkal, amikor gondolkodásuk még formálható, így életre szóló emlékeket és barátságokat szerezhetnek. A versenyen kívül megrendezett poszterprezentáció és kulturális est is ezt volt hivatott erősíteni, ahol a diákok megismerkedhetnek a résztvevő országok kultúrájával az ottani fiatalok látásmódján keresztül. A felkészítő tanárok esetén pedig a feladatjavítások, felügyelések és a különböző, a verseny szerkezetét és feladatait alapjaiban érintő megbeszélések (International Board Meeting) mellett egy évente megrendezett osztálytalálkozó jellege is van a versenynek, annak minden vidám kellékével együtt.

Elmondható, hogy a Nemzetközi Földrajzi Diákolimpia rendkívül összetett, és nem hasonlít a magyarországi megmérettetésekhez, ezért egy sor kihívást támaszt mind a versenyzők, mind a felkészítők elé. Egyesre több készség meglétét igényli: nem elég kizárólag a földrajzi látásmód, ha a forráselemzés, értő olvasás, egyszerű térképezési, számolási műveletek vagy esetleg a nyelvtudás hiányos. A diákok kimagasló szerepléséhez mindezek együttes megléte szükséges, egy-egy hiányzó láncszem már komoly hátrányt jelenthet. Így természetesen a felkészítésük sem építhető fel egyetlen készség, terület fejlesztése köré. Rendkívül szerteágazó, mely az adott iskolák, középiskolai tanárok és a szélesebb háttért jelentő családtagok odaadó támogatása nélkül elképzelhetetlen. A versenyzők esetén azt is tapasztaltuk, hogy valamennyi komolyabb eredményhez a diákok igen erős belső motivációja szükséges, amelyet kívülről egyik felkészítő kollégával sem



**Érmeseink: Kliment Dávid, Ujvári Márton, Verkmann Zsombor**

adhatunk meg. Jó példa erre egy, a 2015-es és 2016-os diákolimpián szereplő versenyzőnk, aki német tagozatosként első évben még kissé kilógott a csapattagok közül, de ezt követően egy év alatt magas szintre fejlesztette angol nyelvtudását, letette a felsőfokú angol nyelvvizsgát, ledolgozta hátrányát, és mindkét világeseményről éremmel térhetett haza. Ez a fajta – jó értelemben vett – fanatizmus szinte ugyanannyit nyom a latban, mint egy-egy jól megírt írásbeli, ennek kiszűrésére pedig nehéz egy földrajzverseny keretén belül vállalkozni.

A válogatóverseny szervezői ezen felül más dilemmák előtt is állnak, melyek, ahogy a közös beszélgetésekből is kiderült, sok helyen hasonlóak. A szekció folyamata kizárólag a tehetségek célirányos felkutatására és egy szűk elitből való kiválasztására irányuljon, vagy pedig a népszerűsítés, a szélesebb tömegeket vonzó, játékosabb feladatok legyenek hangsúlyosabbak? Miként lehetne a nemzetközi tapasztalatokat jobban becsatornázni és a középiskolák felé megosztani, hogy a diákok már tanórai keretek között is találkozzanak pl. terepi feladatokkal? Hogyan növelhetnénk a válogatóverseny résztvevőinek létszámát, amikor a földrajz presztízse nem éppen erős, a geográfiát hivatásszerűen választók száma a felsőoktatási mutatók szerint minden intézményben erősen visszaesően van? Az alábbi kérdésekre talán nehezen adhatók és nincsenek is kizárólagos válaszok. A verseny azonban folytatódik, 2018-ban pedig az új csapat tagjai Trócsányi András és Pirisi Gábor vezényletével Kanada (Québec) felé veszik az irányt. A diákoknak az utazáshoz már „csak” a hazai válogatóversenyen kell kiemelkedően szerepelniük. Erre, a Hungeocontest-re várjuk az érdeklődő, motivált 16 és 19 év közötti középiskolások jelentkezését mihamarabb!

BÁLINT DÓRA –  
TRÓCSÁNYI ANDRÁS



Kalmár László  
(matematikus)

# TIT Kalmár László Matematikaverseny meghirdetése



A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat 2017/2018. tanévre is meghirdeti a TIT KALMÁR LÁSZLÓ MATEMATIKAVERSENYT. Ez sorrendben a negyvenhetedik verseny, mely Magyarország legrégebbi iskolai matematika versenye.

**A verseny célja:** A matematikai tudományos ismeretek terjesztése, a matematika népszerűsítése, matematika tehetséggondozás. A matematika ismeretének és alkalmazásának hangsúlyozása a társadalomban, a gazdasági életben, az egyén személyes boldogulásában. Felkészíteni a tanulókat a matematika tantárgyi alapú továbbtanulásra és a későbbi pályaválasztásra. A tanulók problémamegoldó képességének, kreativitásának összehasonlítása 3-8. osztályosok körében, matematikai tudás mérésének lehetősége objektív eszközök segítségével. A sportszerű verseny és küzdelem népszerűsítése.

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

1. Helyi első forduló az iskolák házi verseny keretében szervezhető, melyet öntevékeny módon, a korábbi évek tapasztalataira építve, a megyei forduló rendezőivel egyeztetve javasunk lebonyolítani. A forduló feladatait a helyi tanárok állítják össze. Helyi, házi verseny megszervezé-

se nem feltétele a megyei/területi döntőn való részvételnek. Időpontja: 2018. január hónap.

2. Megyei/területi döntő, melyeket a verseny szervezői helyben valósítanak meg. Az Egyesületek versenyszervezési szándékát kérjük, hogy 2018. január 19-ig /péntekig/ jelezzék a [titlap@telc.hu](mailto:titlap@telc.hu) mail címen. A megyei döntő lebonyolításáról a szervezőkkel /TIT Egyesület, Alapítvány/ írásos megállapodást kötünk.

**Versenyzők számára a megyei döntőre történő jelentkezés határideje: 2018. március 9.**

Megyei döntő időpontja: **2018. március 24. /szombat/ délelőtt 10 óra.**

A megyei döntő nevezési díja Magyarországon egységesen **1.200.- Ft**, melyet a verseny szervezője közvetlenül szed be a résztvevőktől és abból a helyi forduló lebonyolításának és az elkészült feladatok kijavításának költségeit fedezi. A helyi javítás után a versenyzők dolgozatát kérjük továbbítani a versenyközponthoz, ahol azok egy megadott pontszám felett újra javításra kerülnek.

3. Országos döntő, melyet a versenyközpont szervez Budapesten, ahová évfolyamonként a legtöbb pontot elért, legjobb teljesítményt nyújtó versenyzőket hívjuk be.

A vidékről érkező versenyzőknek a szállás és étkezés díjmentes, a kísérők számára önköltséges.

**Időpontja: 2018. május 25-26.** /péntek délután és szombat délelőtt/ két feladatfordulóval, melynek eredményét összesítő alakul ki a végleges sorrend.

A verseny nyerteseit tárgyjutalommal és oklevéllel díjazzuk.

**Általános tudnivalók:** A 3-4. osztályosok versenyfeladatának megoldására 60 perc, az 5-8. évfolyamosok számára 90 perc áll rendelkezésre.

A verseny során az alábbi segédeszközök használhatóak: körző, vonalzó, íróeszközök. Elektronikus segédeszközök és külső segítség igénybevétele egyik fordulóban sem engedélyezett.

A versenyre való felkészülést a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat folyóirataiban – *Élet és Tudomány* hetilap, *Természet Világa* havilap – megjelenő írásai és honlapjai segítik. A versenyről folyamatosan informáljuk az érdeklődőket a [www.titk.almarlaszloamatikaverseny.hu](http://www.titk.almarlaszloamatikaverseny.hu) portálon.

A XLVII. TIT KALMÁR LÁSZLÓ MATEMATIKAVERSENNYEL kapcsolatban további információ kérhető a [titlap@telc.hu](mailto:titlap@telc.hu) címen és a fenti címen, telefonszámon.

Eredményes versenyzést és sikeres lebonyolítást kívánunk.

Bojárskyné Piróth Eszter  
igazgató

Az NTP-TMV-17-0114 sz. projektet az Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatja.



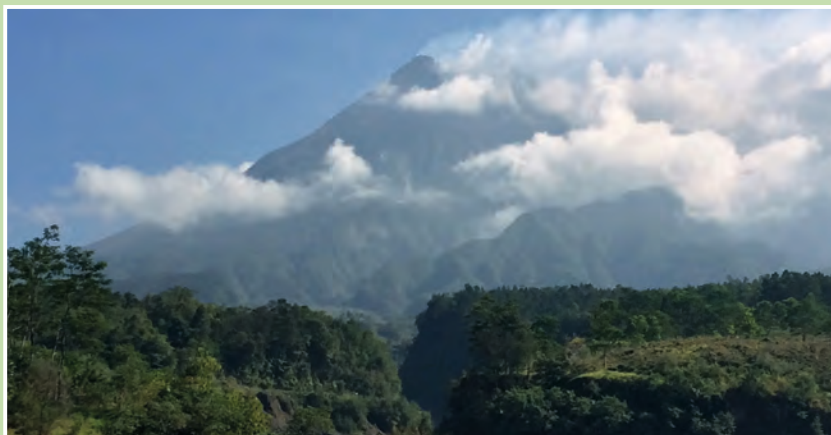
# A Nemzetközi Fizikai Diákolimpia helyszíne, Yogyakarta



A Yogyakarta közelében álló Borobudur a világ legnagyobb buddhista temploma. A IX. században épült, majd sokáig feledésbe merült. Ma az UNESCO világörökség része. Rengeteg a kőharang és kőszobor



A Yogyakarta szélén hatalmas területen elterülő hindu templomegyüttes, a Prambanan szintén a IX. században épült (az UNESCO világörökség része)



A Merapi Indonézia sok aktív vulkánjának egyike. Közel 3000 méteres kúpja közvetlenül Yogyakarta mellett emelkedik




A város inkább egy hatalmas falu benyomását kelti. A kis folyó partján álló házak a tipikus városkép részei



A Malioboro, a város fő sétálóutcája rengeteg tüzlettel, piaccal, bazárral és tömeggel

*Vankó Péter felvételei*

# A Természet Világa különszámai

A különszámok ára az utolsó kettő kivételével egységesen 500 Ft. Korlátozott számban megrendelhetők a Kiadónknál, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál (1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16. Telefon: 327 8965, fax: 327 8969, e-mail: titlap@telc.hu). A -tel megjelölt számaink már csak könyvtárakban hozzáférhetők.



Evolúció (1995) 




Természetvédelem (1995) 




World of Nature (1995)




Változások a légkörben és az éghajlatban (1996) 



A biológiai sokféleség (1996) 



Időjárás és előrejelzés (1998) 



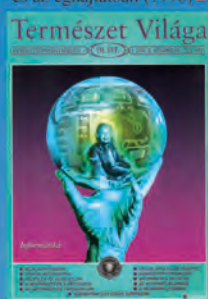
Geológia (1998)



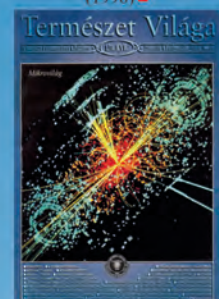
Matematika (1998) 




Orvostudomány (2000)



Informatika (2000)



Mikrovilág (2000) 



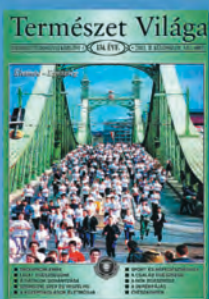
A magyarországi fizika kultúrtörténete (2001, 2002)



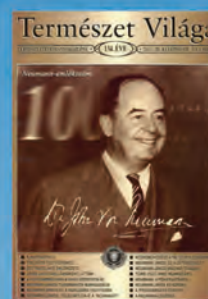
A természet múzeuma (2002)



Bolyai-emlékszám (2003)



Életmód-Egészség (2003)



Neumann-emlékszám (2003)



Együtt (2004)



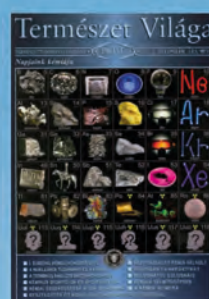
Kémia (2005)



Idegtudomány (2006)



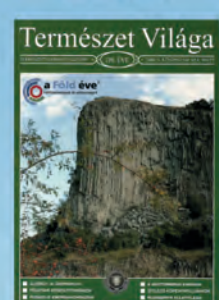
A fizika százada (2006)



Napjaink kémiája (2007)



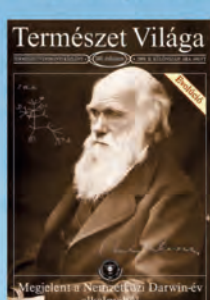
Földközvetben a világűr (2008)



A Föld éve (2008)



Feltárul a Vilégegyetem (2009)



A Darwin-év (2009)



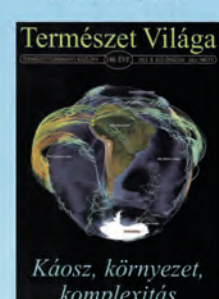
Emberközvetben a fizika (2011)



Vízben, borban kémia (2011)



Mikrovilág - 2012



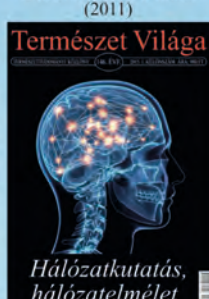
Káosz, környezet, komplexitás (2013)



A Kalmár-verseny feladatai (2014)



A fény nemzetközi éve (2015)



Hálózatok kutatás, hálózatelmélet (2015)



Ember és környezet kapcsolata (2016) Ara: 980Ft



Simonyi Károly-emlékszám (2016) Ara: 980Ft

