

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY -

144. évf. 6. sz.

- 2013. JÚNIUS

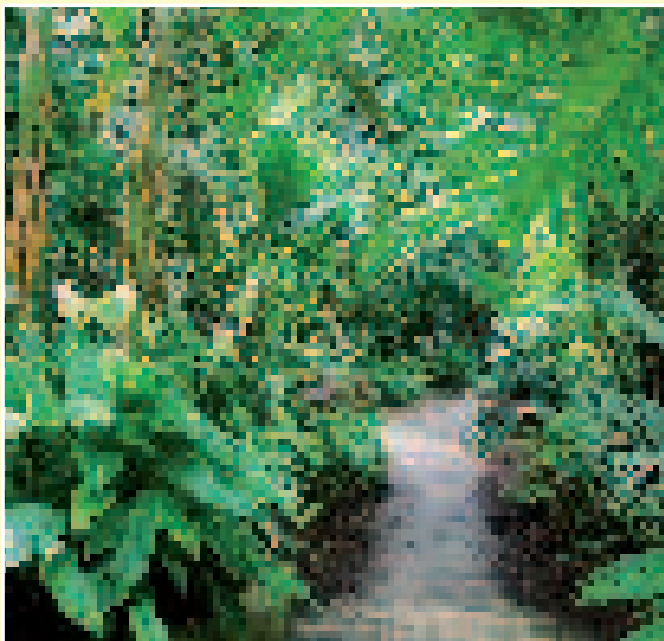
ÁRA: 650 Ft

Előfizetőknek: 540 Ft



- EXOBOLYGÓ-ELDORÁDÓ
- EGYRE JOBB VÉDŐOLTÁSOK
- FÉNYSARKÍTÁS ÉS ZEBRACSIK
- MILLENNIUMI DÍJ A TERMÉSZET VILÁGA SZERKESZTŐSÉGÉNEK
- REPÜLJ BUDDHÁVAL!
- NEMZETI BOTANIKUS KERT
- VISSZA A DEPRESSZIÓBÓL

Nemzeti Botanikus Kert, Vácrátót



Részlet a Pálmaházból



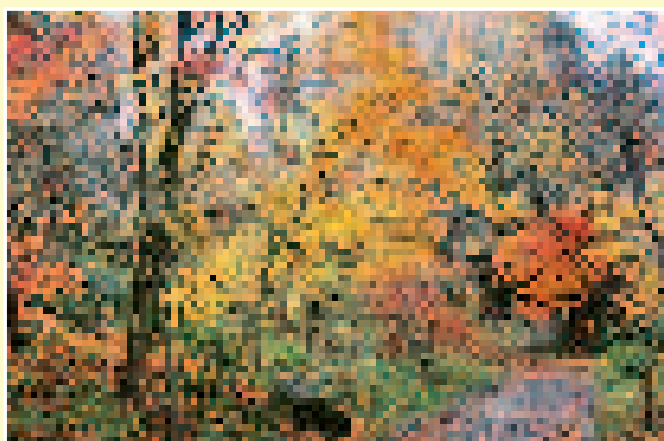
A gótikus műrom egy szigeten bújik meg



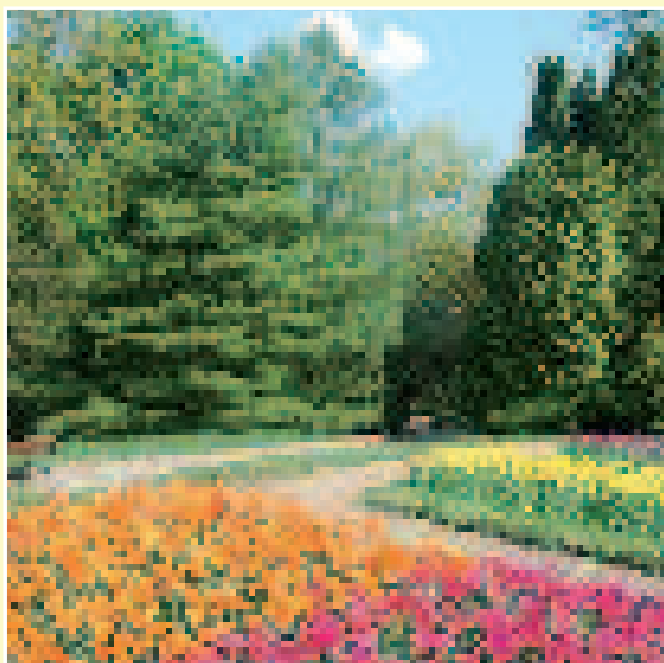
A Bunge-végzetfa (*Clerodendrum bungei*) színes terméságazata



Az 1840-es években ültetett platánfák közül több még jó egészségnek örvend



Juharok szín pompája a kelet-ázsiai gyűjteményben



Tavasszal sok tízezer hagymás virág színesíti a kertet

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
144. ÉVFOLYAMA



2013. 6. sz. JÚNIUS

Magyar Örökség-díjas és
Milleniumi-díjas folyóirat

Megjelenik
az Országos Tudományos Kutatási
Alapprogramok (OTKA, PUB-I 106 681),
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala,
az OTP Bank, valamint a Nemzeti
Kulturális Alap támogatásával.
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Főszerkesztő:
STAAR GYULA
Szerkesztőség:

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

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomtatás:
Infopress Group Hungary Zrt.

Felelős vezető:
Lakatos Imre
vezérigazgató

INDEX 25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8995

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

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

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

TARTALOM

Szabó M. Gyula-Szabó Róbert: Exobolygó-eldorádó.....	244
Millenniumi Díj a Természet Világa szerkesztőségének.....	248
Fénysarkítástól a zebracsikokig. Horváth Gáborral beszélget Kapitány Katalin	249
Kósa Géza: Nemzeti Botanikus Kert, Vácrátót.....	253
Duda Ernő: Egyre jobb védőoltások.....	257
<i>E számunk szerzői</i>	260
Németh Géza: Repülj Buddhával! Nepál.....	261
Folyadéktükrös távcsövek (Both Előd összeállítása).....	266
Horváth Tünde: 5500 éves település a Balaton partján. Második rész.....	267
Kocsis Zsuzsa-Haracska Lajos-Szüts Dávid-Kovács Mihály: DNS-hibajavítás amegkettőződés során.....	271
<i>HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSEGEK</i>	274
Dosztály Katinka-Borsós Tibor-Gyöngyösi Zénó-Péter Norbert-Kristóf Gergely-Weidinger Tamás-Salma Imre: Krétapor a levegőben. Az aeroszol forrásai, tulajdonságai és nyelői egy egyetemi előadóteremben.....	277
Vissza a depresszióból. Hajszán Tiborral beszélget Farkas Csaba	280
Fábián Tibor: Az információs hálózat születése. Ötödik rész.....	282
Simon Tamás: Hogyan kell felfuttatni egy bozont?.....	284
Oláh-Gál Róbert: Száz éve hunyt el König Gyula.....	285
Pátkai Zsolt: 2012 telének időjárása.....	287
<i>FOLYÓIRATOK</i>	289

Címképünk: A katmandui Durbar tér (Németh Géza felvétele)

Borítólapunk második oldalán: A vácrátóti Nemzeti Botanikus Kert (Kósa Géza felvételei)

Borítólapunk harmadik oldalán: Nepáli pillanatképek (Németh Géza felvételei)

Mellékletünk: A XXII. Természet-Tudomány Diák pályázat cikkei (Kovács Miklós, Tempfli Dóra, Nickl Eszter és Szalay Zsófia írása) Mi lett velük? Nagyenyedi díjnyertes diákok emlékeznek. A XXIII. Természet-Tudomány Diák pályázat pályázati felhívása

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

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

Főszerkesztő: STAAR GYULA

Szerkesztők:

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

Tördelés: LewArt Design

Titkárságvezető:
LUKÁCS ANNAMÁRIA



SZABÓ M. GYULA – SZABÓ RÓBERT

Exobolygó-eldorádó

A ttól a felismerésétől kezdve, hogy a csillagok a Naphoz hasonló égitestek, a csillagászat kiemelkedő kérdései közé tartozott a Nap és a csillagok összehasonlító vizsgálata; tekintetbe véve kialakulásukat, fejlődésüket ugyanúgy, mint közvetlen környezetüket: a naprendszerek kialakulását, szerkezetét és fejlődését. A legújabb megfigyelési technikáknak köszönhetően a távoli naprendszerek vizsgálata éppen azért válhatott a csillagászat egyik húzóágazatává, mert természete szerint interdiszciplináris: módszerei és eredményei oda-vissza áramlanak az asztrofizika és a Naprendszerrel foglalkozó tudományok – az összehasonlító planetológia, a kis égitestek és az asztrobiológia területei – között. Kiemelendő a tudományterület ismeretterjesztő potenciálja is, mert eredményei szemléletesek, és társadalmi megítélése szerint emberközpontú.

E távoli naprendszerek kialakulásakor a protoplanetáris korongból hasonlóan alakulhattak ki a bolygók és a bolygóvá összeállni nem tudó planetézimálok, kis égitestek, ahogyan az a Naprendszer esetében is lezajlott. Ennek megfelelően a távoli naprendszerekben is megtalálhatjuk a különböző tömegű bolygókat, a kisbolygóöveget, üstökösöket és a bolygóközi port is.

Ma a távoli naprendszereket az exobolygók és exobolygó-rendszerek képviselik számunkra, mivel a legnagyobb tömegű és méretű komponensek – a bolygók – megfigyelése a legegyszerűbb. A két legsikeresebb módszer a rádiálissebesség-mérés és a bolygóátvonulások (tranzitok) megfigyelése. Rádiálissebesség-méréskor a rendszer közös tömegközéppontja körül keringő csillag látóirányú mozgását észleljük (a színképvonalak Doppler-eltolódása miatt), és ebből következtethetünk a kísérő jelenlétére (1. ábra). A bolygók és a naprendszerek megismerése szempontjából különösen fontos csoportot alkotnak azok a bolygók, amelyeket – a ritka és kedvező geometriából adódóan – periodikusan elvonulni látunk csillaguk korongja előtt (tranzit) (2. ábra). A fényességcsökkenés nagyjából a bolygó- és a csillagkorong méretarányával jellemezhető: tehát nagyobb bolygók esetében 1–2 százalékos fényességváltozás kimutatására van lehetőség, míg egy Föld-méretű bolygónak egy Naphoz hasonló csillag előtt való átvonulása mindössze 0,01% intenzitáscsök-

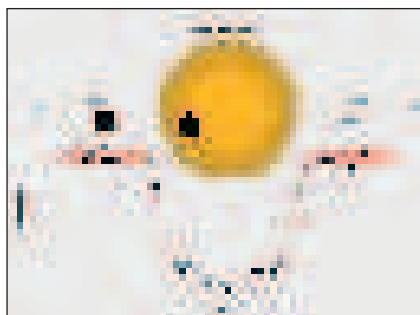


1. ábra. A bolygó és a csillag egymás körüli keringése miatt a csillag látóirányú sebességvektorában periodikus jel detektálható, amely szoros összefüggésben áll a csillag színképvonalainak elmozdulásával. Ha a csillag közeledik felénk, a vonalak a rövidebb (kék), míg ha távolodik tőlünk, a hosszabb (vörös) hullámhosszak felé tolódnak el

kenést eredményez. A fényességcsökkenés mértékéből meghatározható a bolygó mérete, a közös tömegközéppont körül keringő csillag rádiálissebesség-változásaiból pedig a bolygó tömege is.

Jelenleg már csaknem kilencszáz, más csillag körül keringő bolygót ismerünk, ezek harmadát találták tranzitmódszerrel.

2. ábra. A csillaga előtt elhaladó bolygó csökkenti a csillag látszó fényességét, amelyet időben ábrázolva jellegzetes fénygörbét kapunk



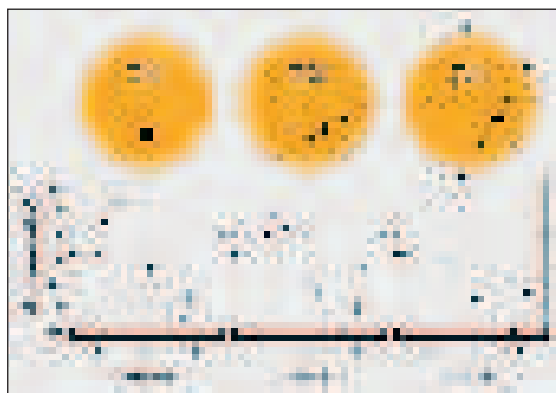
Az ilyen bolygók többsége a Jupiterhez hasonló gázóriás. Túlnyomó többségük saját Naprendszerünkben ismeretlen ún. „forró” típusú (a definíció egyelőre még kissé bizonytalan, általában a 0,05 csillagászati egységnek kisebb sugarú pályán keringő bolygókat sorolják ide, de egyéb konvenció is lehetséges). Ha meg tudjuk figyelni egy forró exobolygó eltűnését a csillag mögött is (másodlagos tranzit), meghatározhatjuk a bolygó saját luminozitását, amely a hőmérséklet és az albedó (fényvisszaverő képesség) kiszámítását teszi lehetővé.

Spektroszkópiai megfigyelésekkel a bolygó pályájának a csillag forgástengelyéhez mért szögét is meg lehet határozni. A mérés elve, hogy az átvonuló bolygó a tranzit során a csillag különböző rádiális sebességgel mozgó részeit takarja ki, ami az átlagos rádiális sebesség jellegzetes torzulását okozza (Rossiter–McLaughlin-effektus, 3. ábra). A megfigyelések arra utalnak, hogy a forró jupiterek jelentős része (nagyjából harmada) a csillag egyenlítőjéhez nagy szögben hajló pályán kering, és nem ritka a csillag forgásával ellentétes

irányú keringés sem. Ez rendkívül meglepő, és egyelőre nem is sikerült megnyugtatóan magyarázni. Különös, bár statisztikailag egyelőre csak valószínű feltételezés, hogy a magasabb felszíni hőmérsékletű csillagok hajlamosak nagy inklinációjú pályán keringő forró jupiterekre „tartani”, míg a Naphoz hasonló vagy hűvösebb csillagok nem igazán. A jelenség talán bimodális bolygókeletkezéssel, vagy egzotikus, árapályerők által irányított későbbi pályafejlődéssel magyarázható.

Bolygóbelső és -léggörök

A tömeg és sűrűség ismeretében információhoz juthatunk a belső szerkezetet illetően, szerencsés esetben pedig – spektroszkópiai mérések segítségével – a felsőléggör legfontosabb alkotóelemeit is meg lehet határozni. Az ismert exobolygók atmoszférájában eddig metánt (pl. WASP-12b, HD 189733b), szén-monoxidot, szén-dioxidot (pl. GJ 436b), vízgőzt, titán-oxidot, vanádium-oxidot, nátrium- és káliumionokat (pl. HD 209458b) azonosítottak. E megfigyelések alapján az ismert exobolygók a Naprendszer óriásbolygóira hasonlíthatnak, egy másik csoportjuk pedig felépítés szempontjából átmenetet jelenthet a bolygók és az ún. barna törpe csillagok között.



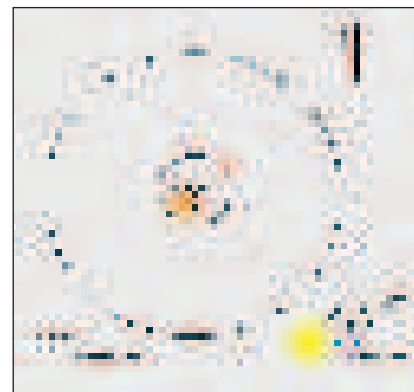
3. ábra. A Rossiter–McLaughlin-effektus görbéje különböző ferdeségű bolygópályák esetében (Gaudi és Winn, 2007) (λ a bolygó pályasíkjának normálisa és a csillag forgástengelye által bezárt szög; b a bolygó impakt paramétere, amely azt adja meg, hogy a bolygó a csillag középpontjától milyen távolságban halad el, centrális tranzit esetén értéke 0, a csillag peremén való áthaladáskor pedig 1

Az exobolygók légkörének mélységi vizsgálata egyelőre csak modellekkel történő összehasonlítás révén lehetséges (kis módosításokkal a csillaglégkörökre vonatkozó modelleket lehet alkalmazni), és a megfigyelt szinkép illesztésével tárható föl a belső szerkezet néhány jellemző vonása. E modellekben feltétlenül figyelembe kell

venni az erős külső megvilágítást, valamint – az óriásbolygók esetében – a bolygó lassú, milliárd éves időskálán zajló összehúzódását is (ami belső hőtermelés forrása). Fontos eltérés a csillagokhoz képest, hogy a bolygónak lehet szilárd magja, ám ennek tömege egyelőre nem meghatározható, így szintén illesztendő paraméter. Ha megfelelő pontossággal ismerjük az anyacsillag luminozitását és életkorát, akkor egy körülötte keringő óriásbolygó belső szerkezetének modellezése lényegében két paraméterre (a szilárd mag tömegének és az össztömeg meghatározására) egyszerűsödik. Kisebb bolygók (azaz kevésbé kiterjedt légkör) esetében más paraméterekre lehet szükség: itt a bolygó vas- és kőzetartalma, jégtartalma és légkörének tömege lép fel modellparaméterként (a szóhasználat kissé leegyszerűsített, ugyanis az exoplanetológiában minden illékony, szerves vagy szervesetlen, nem gáz halmazállapotú anyag neve jég, akkor is, ha az anyag történetesen cseppfolyós).

A forró gázóriásokat a légköri megfigyelések szerint két nagy csoportra osztják. A hűvösebb, nagyjából 1000–1500 K hőmérsékletű forró jupiterek alkotják az ún. pL csoportot: ezeknél jelentős radiális konvekció alakul ki, és a felsőléggörüket sűrű felhők alkotják (az albedójuk nagy, hasonlóan a Jupiteréhez és a Szaturnuszéhoz). A másik, ún. pM csoport tagjainak felsőléggörében sztratoszféra, azaz hőmérsékleti inverzió alakul ki, amely megállítja a konvekciót (ilyen planétát a Naprendszerben nem ismerünk). Ebbe a csoportba a 2000 K-nél magasabb effektív hőmérsékletű bolygók tartoznak, amelyek leginkább az M típusú törpecsillagokra hasonlítanak (innen az elnevezés). Ezen bolygók esetében nincs felhőképződés, a légkör jó közelítéssel abszolút fekete test, és az atmoszférában mélyebbre „látunk”. A csillag közelsége miatt e bolygók légköre is viharos, de ebben az esetben a sztratoszférában inkább a felszínnel párhuzamos irányú szelek jellemzőek. Néhány exobolygó „vegyes” képet mutat: a csillag felé eső oldalon forróbb (itt a légkör a pM csoportra jellemző), az éjszakai oldalon pedig hűvösebb, nagyobb albedójú terület alakul ki. Ezekben az esetekben a forró folt gyakran kissé eltérő irányba esik, mint amerre a csillag látszik a bolygó felől – ezen aszimmetriák oka egyelőre tisztázatlan.

Néhány forró jupiter légköre folyamatosan párolog: a csillagszél és a sugárnyomás elfűjjük a bolygó nagy besugárzástól jelentősen kitágult lazán kötött felsőléggörét. Az ilyen bolygók körül jelentős méretű, ritka gázokból és plazmából álló felhő alakul ki, amelyet például a hidrogén Lyman-alfa vonalán végzett megfigyelésekkel mutathatunk ki. A HD



4. ábra. A Kepler-16 rendszer méretarányos elrendezése

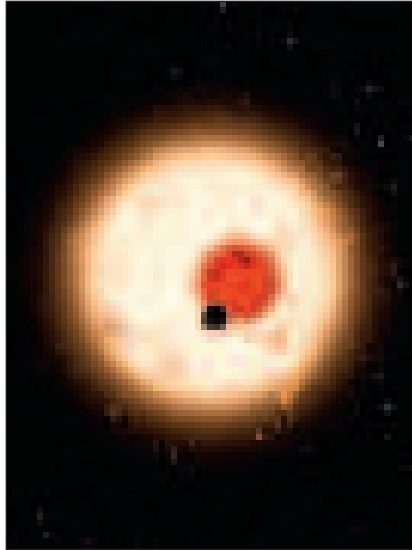
209458b bolygó esetében a tranzit mélysége Lyman-alfa hullámhosszán (1216 Å) a rendszerből jövő teljes intenzitás 0,12 része, vagyis a bolygó körül kialakult hidrogénfelhő olyan mértékben kiterjedt, hogy a csillag fényének 12%-át elnyeli! (Pontosabban a Lyman-alfa hullámhosszán kisugárzott energia 12%-a a felhő hidrogénanyagának ionizálására fordítódik.) Ennél a rendszernél teljes elnyelést feltételezve is kiterjedtebb felhőt kapunk, mint a csillag méretének harmada!

A Kepler-forradalom a bolygókutatásban

A NASA 2009 tavasza óta működő Kepler-űrtávcsőve nagyon pontos és folyamatos fényességmérései révén a megerősített fedési bolygók száma eddig mintegy százötvenre növekedett, ám összesen 2730 hivatalos bolygójelöltet jelentett be a Kepler tudóscsapata. Mások még további száz bolygójelöltet találtak a megfigyelési adatokban, amelyekről egyesével állapították meg, hogy milyen valószínűséggel lehetnek tényleges bolygók (vagy nagyobb tömegű égitestek, pl. háttérben lévő fedési kettőscsillagok előtérscillagokkal összeolvadó fényváltozása). A bolygójelöltek várhatóan nagy száma mellett az is figyelemre méltó, hogy e rendszerek nagyjából fele több bolygót is tartalmaz, és ismerünk hármas, négyes, ötös, sőt hatos fedési rendszereket is! Ez a mennyiség már statisztikai megfontolásoknak is teret enged.



Fontos megfigyelés, hogy a többes rendszerek jellemzően sűrűn vannak bolygókkal övezve. Ez azt jelenti, hogy újabb bolygót nem lehet a rendszerbe tenni, mert akkor a gravitációs pályaháborgások a bolygókat szétszórják. Hasonló sors várna a rendszerre akkor is, ha valamelyik bolygó jelentősen elvándorolna a pályájáról. (Hasonló dinamikai



5. ábra. A Kepler-16 művészi elképzelése (forrás:NASA/JPL-Caltech/R. Hurt)

tulajdonsága egyébként a mi Naprendszerünknek is van.) Ez alapján a kutatók arra gondolnak, hogy a bolygók jellemzően nem vándorolnak nagy távolságokat a naprendszerek fejlődése közben sem. Mivel néhány évvel ezelőtt több jelenséget is jelentős bolygómigrációval magyaráztak, az új megfigyelések tükrében e magyarázatokat szintén revidálni kell. A Kepler-bolygók eloszlásának másik fontos tanulsága, hogy többes rendszerekben csak a jupiterénél kisebb tömegű neptunuszokat találtak. Ezek alapján fölvethető, hogy a bolygókeletkezés többféle utat követhet: vagy forró jupiter (és esetleg további jupiterek) jönnek létre egy rendszerben, kisebb tömegű bolygók nélkül; vagy kisebb tömegű bolygók is keletkeznek, de akkor a csillaghoz közeli jupiter kialakulása igen valószínűtlen. Ez a megfigyelés jelentősen árnyalja a korábbi bolygókeletkezési képet, amely még nagy tömegű bolygók gyors keletkezésével számolt egy első fázisban, és megjósolta a kisebb tömegű bolygók keletkezését is ugyanezekben a rendszerekben egy későbbi fázisban - lényegében ez az a konfiguráció, amelyre nem találunk példát a Kepler bolygójelöltjei között.

Amikor a sci-fi valóra válik

Emlékeztet a *Csillagok háborúja* című film egyik jelenete, amelyben a főhős a távoli Tatoonie bolygón kémleli a látóhatárt, ahol éppen két nap készül lenyugodni. Elsőként a Kepler-úrtávcsővel sikerült ilyen planétát találni: a Kepler-16 nevű rendszerben egy 0,69 (narancsszínű) és egy 0,20 naptömegű (vörös) törpecsillag elnyúlt pályán, 41 nap alatt végez egy keringést a közös tömegközéppont körül (4. ábra). Ezenkívül egy Szaturnusz méretű gázbolygó is a rendszerhez tartozik, amely 229 nap alatt kerüli meg a csillagokat (5. ábra). A véletlennek köszönhetően a két törpecsillag kölcsönösen elfedi egymást, s a bolygó is átvonul mindkét csillag korongja előtt a Földről nézve. A rendszer mérési adataiban így összesen négyféle, periodikusan ismétlődő fényességcsökkenés található. A csillagfedésekben időbeli csúszkálást találtak, amit a Kepler-16b jelű planéta gravitációs hatása okoz, így a mérésekből megbecsülhető annak tömege, ami a Jupiternél kisebbnek adódott. Sűrűsége $0,96 \text{ g/cm}^3$, összetételét tekintve fele részben hidrogénből és héliumból, fele részben nehezebb elemekből állhat, felszíni hőmérséklete -100 és $-70 \text{ }^\circ\text{C}$ közötti. A 200 fényévre lévő Kepler-16 geometriája arra utal, hogy a bolygó a rendszer korai történetében, a csillagpárt övező anyagkorongban keletkezhetett. A science fiction és a tudomány szimbiózisát jelző felfedezésben kollégánk, Fűrész Gábor (Center for Astrophysics, Boston) végezte a spektroszkópiai megerősítő méréseket az arizonai Fred Lawrence Whipple Observatóriumban.

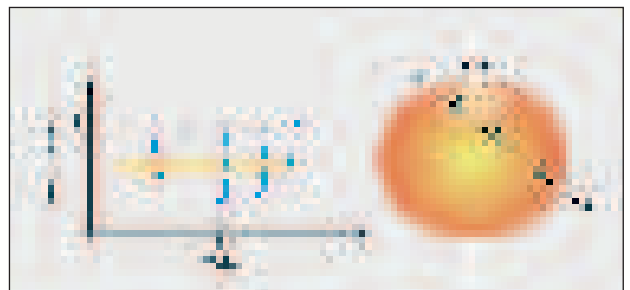
Az áttörést jelentő felfedezés után maradt azonban egy égető kérdés: mennyire gyakoriak a kettőscsillagok körül keringő bolygók? Lehet, hogy egy egyedülálló rendszert sikerült találni, amelyhez hasonlókat felfedezni még a legjobb műszerekkel is reménytelen? A válasz a Kepler-adatokban rejlett: a fedéseket mutató kettőscsillagok között további két hasonló csillagpárt találtak bolygóval (Kepler-34b és Kepler-35b), ami arra utal, hogy ezek a rendszerek gyakoriak: statisztikai becslések szerint akár több millió is lehet belőlük Galaxisunkban. A két utóbbi rendszer egyébként nagyon hasonló a Kepler-16b-hez: mindhárom bolygó

Szaturnusz méretű. A Kepler-34b 29 nap alatt kerüli meg a Naphoz tömegben és méretben hasonlító csillagokból álló párost, míg a harmadik kettőscsillaghoz tartozó bolygónak 131 napra van szüksége ugyanehhez. A központi égitestek itt 0,80 és 0,89 naptömegűek. A két utóbbi planéta egyébként a legtöbb ismert exobolygóhoz képest meglepően messze van a Naptól: 4900 és 5400 fényévre kellene elhelyezni a távolságukat jelképező képzeletbeli kilométerkövet.

Magyar kutatások

A Csillagászati Intézet kutatói számos exobolygós vizsgálatot végeznek, befejezésül ezekből válogattunk egy csokorra valót. Az alább felsorolt kutatásokhoz képest is teljesen új horizontot nyitott az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium által beszerzett spektrográf, amelyel a bolygók radiális sebesség-módszeren alapuló vizsgálata is lehetséges (a szombathelyi, vagy a piszkás-tetői megfigyelőbázisról). Az új műszerrel kapott eredményekről várhatóan egy későbbi írásban számolunk be.

A gyorsan forgó csillagok alakja a centrifugális erő miatt ellapul, az egyenlítő távolabb, a pólusok közelebb kerülnek a csillag magjához. Így a csillag pólusvidékei magasabb hőmérsékletűek lesznek, mint az egyenlítő. Ha egy ilyen csillag előtt ferde pályán halad el egy bolygó, akkor a rendszer fénygörbéje jellegze-



6. ábra. A KOI-13 aszimmetrikus fedési görbéjének kialakulása a gyorsan forgó csillag egyenetlen fényességeloszlásának a következménye

tes torzulást mutat, hiszen az átvonulás megfelelő részén, ahol a forróbb terület előtt tartózkodik a bolygó, a kikapart fény több, így az átvonulás fénygörbéjében egy lokális minimum keletkezik. Ha ilyen fénygörbetorzulást látunk, abból egyszerűen következtethetünk a csillag gyors forgására és a bolygó ferde pályájára – az utóbbi konklúzió a bolygókeletkezési és -vándorlási folyamatok nagyon fontos, ám eddig még nem pontosan tisztázott szerepű nyomjelzője.

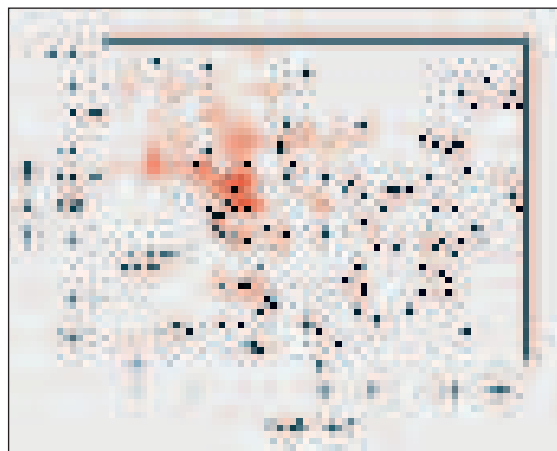
Ezt a jelenséget elméleti megfontolások alapján 2009-ben jósolta meg J. W. Barnes, ám mostanáig nem sikerült megfigyelni. Az első ilyen típusú rendszer azonosítása szintén magyar kutatócsoportunk eredménye. A detektálás a Kepler-űrtávcső nyilvános adatainak átmérésén alapul, amelyet egy németországi távcsővel készített, nagy felbontású szinképpel (Holger Lehmann, Thüringiai Csillagvizsgáló, Németország), valamint a legnagyobb magyar távcső, a piszkés-tetői 1 méteres RCC nagy szögfelbontású megfigyeléseivel egészítettünk ki.

A KOI-13.01 nevű égitestet (KOI: Kepler Object of Interest) a Kepler-űrtávcső által talált bolygójelöltek között jelentették be 2011 februárjában. Kutatócsoportunk Szabó M. Gyula és Szabó Róbert vezetésével először a fénygörbe aszimmetriájára lett figyelmes (6. ábra), majd később kiderítettük, hogy egy száz éve ismert, szoros, kissé eltérő fényességű kettőscsillag egyik tagja körül kering a kíséző. Egy tranzit nagy szögfelbontású megfigyelésével, valamint a Kepler-adatok „trükkös” újrarendezésével kiderült, hogy a kíséző a kettős fényesebb csillaga körül kering. Egy olyan rendszert kell elképzelnünk, amelyben két gyorsan forgó, kissé lapult, forró, nagyméretű csillag kering egymástól nagyságrendileg ezerszeres Nap-Föld távolságban; a fényesebb csillag körül pedig nagy inklinációjú (ferde) pályán kering a bolygójelölt kíséző, mégpedig a csillag sugarának mindössze hatszoros(!) távolságában.

További Kepler-fotometria alapján a KOI-13 újabb egzotikumaira is fény derült. A fotometriai adatsorban megfigyelhető egy 25,4 órás jel is, amelyet a csillag forgásával lehet a legvalószínűbben magyarázni. Ez a periódus pontosan 5:3 arányban áll a bolygó keringésével. A csillag forgása és a bolygó keringése valamilyen rezonáns (kis egész számok hányadosával jellemezhető) arány mellett összehangolódott, lényegében az ilyen rendszerek prototípusa lehet a KOI-13. A KOI-13 még egy szempontból egyedi rendszer: a tranzit időtartamainak fokozatos növekedése is megfigyelhető az adatsorban. Ezt azzal lehet magyarázni, hogy a kíséző pályája a csillag forgása következtében lassan elfordul, így a csillagból elfedett húr hossza változik. Hatvan-száz év múlva a KOI-13 többé nem lesz fedési rendszer, mert a bolygó pályája kifordul a látóirányból...

Szabó M. Gyula és Kiss L. László tranzitos exobolygók eloszlását elemezve meglepő jelenségre hívta fel a figyelmet: három napnál rövidebb keringési periódusú, Jupiternél kisebb tömegű bolygót alig ismerünk, annak ellenére, hogy a forró

jupiterek „csak úgy hemzsegnék” ezen a tartományon. A tranzitos exobolygók tömegét a keringési periódus függvényében ábrázolva egy jól körülhatárolt üres tartomány, a „kis Jupiter-sivatag” (sub-Jupiter desert; az elnevezés Jupiternél kisebb tömegű forró jupiterek és Neptunusz-nál nagyobb méretű forró neptunuszokat takarja) rajzolódik ki, amely éles ellenétben áll a három napnál hosszabb periódusok esetén megfigyelt eloszlással, és külön magyarázatot igényel. A jelenségre korábbi vizsgálatok is utaltak, de mostanra gyűlt össze annyi megfigyelés, amelyek alapján egzakt statisztikai módszerekkel kijelenthető, hogy a „lyuk” magában az eloszlásban van benne, és nem



7. ábra. A kis Jupiter-sivatag a tranzitos bolygók (vörös pontok) és a radiálissebesség-módszerrel detektált bolygók (szürke pontok) eloszlásában

a véletlen adateloszlás tréfájának áldozatai vagyunk (7. ábra). Ráadásul a bolygók eloszlása a csillagok körül erősen sűrűségfüggő is. Lényegében úgy tűnik, hogy a kisebb sűrűségű és kisebb tömegű exobolygókat kitalítja a csillag közeléből egy olyan folyamat, amely nem hat a kicsit nagyobb sűrűségű forró jupiterekre és a nagy sűrűségű, de kis tömegű szuperföldekre sem.

Létezik egy egyre inkább elterjedő, bonyolultabb bolygókeletkezési modell, amely az eloszlást megmagyarázza – és fordítva, az eloszlás a modellt megerősítheti. A lényeges lépés, hogy a kis jupiterek már a bolygókeletkezési korai szakaszában, a protoplanetáris korong evaporációjának időszakában kitalítja a korong árapályhatása (pontosabban a korong belső peremének árapálycsapdázása, amely ekkor kifelé vándorol) a csillagok közvetlen közeléből, miközben a nagy tömegű bolygókra ez a folyamat nem hat.

A távoli bolygók holdjainak felfedezése különösen izgalmas lenne, hiszen saját Naprendszerünkben is számos példát

látunk arra, hogy milyen egzotikus világok rejtkezhetnek egy-egy bolygó körül. A Jupiter Io nevű holdján aktív vulkáni tevékenység figyelhető meg, egyes holdak felszíne alatt vízből, vagy metánból álló „óceánok” léte feltételezhető. Földünk Holdja első ránézésre nem ennyire különleges, de nagyon fontos szerepe van bolygónk forgástengelyének stabilizálásában, így az élet kialakulásában és fennmaradásában is.

Budapesti csoportunk – a Szegei Tudományegyetem csillagász csoportjával (Szatmáry Károly) együtt – exoholdak detektálásának lehetőségét is vizsgálta. Ötletünk a már említett tranzitmódszerre épül, és lényegében a kísézőnek a bolygó

fénygörbéjében jelentkező, kitért fénytöbbletén alapul. A bolygóátvonulások során felvett fénygörbékben annál nagyobb arányú a fényességcsökkenés (és annál jobban vizsgálható rajtuk a holdak hatása), minél nagyobb a fedést okozó planéta. A feltételek alapján úgy tűnik, hogy a Szaturnuszhoz hasonló, alacsony átlagsűrűségű óriásbolygók kísézőinek kimutatására nyíltat először esély. Célzott megfigyelési kampányokkal, amelyek a jövő űrkutatásának lehetséges fejlődési irányai, akár a Holdhoz hasonló, vagy kisebb szatelliták felfedezésére is lehetőség nyílik. Egy ilyen felfedezésnek asztrofizikai fontosságán túl asztrobiológiai potenciálja miatt is óriási jelentősége lenne. ☾

A magyar kutatócsoportot az OTKA K-83790, a MAG Zrt. HUMAN MB08C 81013 és az MTA Lendület pályázata támogatja.

Irodalom

- Gaudi B. S., Winn J. N., *Astrophysical Journal* **655**, 550, 2007
 Szabó M. Gy., Szabó R., Benkő J. és mtsai, *Astrophysical Journal Letters* **736**, L4, 2011
 Szabó M. Gy., Pál A., Derekas A. és mtsai, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **421**, 122, 2012
 Doyle L. R., Carter J. A., Fabrycky, D. C és mtsai, *Science* **333**, 1602, 2011
 Szabó M. Gy., Kiss L. L., *Astrophysical Journal* **727**, 44, 2011
 Magyar Kepler-csoport honlapja: <http://www.konkoly.hu/KIK>

Millenniumi Díj a Természet Világa szerkesztőségének

A szellemi tulajdon világnapja ünnepségén, 2013. április 26-án, a Budapest Music Centerben átadták a 2013. évi Millenniumi Díjakat. A díjat a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala – akkori nevén a Magyar Szabadalmi Hivatal – elnöke alapította a magyar millennium évében a szellemi tulajdon védelmében fontos szerepet játszó intézmények elismerésére.

*A Millenniumi Díj kitüntetettjei
2013-ban*

**Bartók Archívum (MTA Zenetudományi Intézet)
ELTE Környezetoptikai Laboratórium
Szabadtéri Néprajzi Múzeum – Szentendrei Skanzen
TIT Természet Világa (Természettudományi Közlöny)
szerkesztősége**

A díjazottak rövid méltatása

Bartók Archívum (MTA Zenetudományi Intézet)

Az intézmény feladata Bartók Béla zeneszerzői és tudományos hagyatékának gondozása, életművének kutatása, a nemzetközi Bartók-kutatás szervezése. Az Archívum a zeneszerző Magyarországon hagyott kézírataira, könyv- és kottatárára épül. Itt található a kompozíciók második legnagyobb autográf-gyűjteménye, Bartók népzene-kutatói munkájának hatalmas forrásanyaga, a zeneszerző könyv- és kottatárának, levelezésének, egyéb gyűjteményeinek jelentős része. A világ legnagyobb, egyesített dokumentumgyűjteményét birtokló műhely elhivatottan gondozza a Documenta Bartokiana sorozatot, Bartók instruktív kiadásainak kötetfolyamát, valamint a kritikai összkiadás hatalmas vállalkozását.

ELTE Környezetoptikai Laboratórium

A biofizikai vizsgálatokat végző kutatóműhely szép példája a tudományterületeken és országokon átívelő, nemzetközi színvonalú kutatásnak, a szinergikus hatások kiaknázásának. Irányításával közös kutatási és fejlesztési feladatok megoldásán az alkalmazott kutatási eredmények és olyan, egyre bővülő számú találmányok létrehozásában dolgoznak együtt a fizikusok, biológusok és meteorológusok, mint a felhőalap-távolság mérésére szolgáló eljárás és berendezés. A poláros fényszennyezés csökkentésére irányuló mintázat, tárgy és eljárás ugyancsak jelentős hatású innováció lehet.

Szabadtéri Néprajzi Múzeum – Szentendrei Skanzen

Az intézmény alapításának célja, hogy bemutassa a magyar nyelvterület népi építészetét, lakáskultúráját, gazdálkodását és életmódját eredeti, áttelepített épületekkel, hiteles tárgyakkal, régi településformák keretében, a XVIII. század közepétől a XX. század első feléig tartó időszakban. Az eredetileg tervezett kilenc tájegység a tervek szerint



Az ünnepségen jelen lévő Természet Világa-csapat

a határainkon kívüli magyarság életmódját bemutató tájegységgel, a X-XV. századi Magyarország falusi építészetének bemutatásával, és a XX. századi falu építményeit, életmód-típusait bemutató kiállítási egységgel bővül. Az értékmentő, megőrző, felmutató funkciók kimagasló kutatási publikációs és kulturális továbbörökítő munkássággal párosulnak, inspiráló módon egyesítve az épített és a szellemi örökséget.

TIT Természet Világa (Természettudományi Közlöny) szerkesztősége

A világ egyik legrégebb tudományos ismeretterjesztő folyóirata 1869-ben jött létre a természettudományos kultúra ápolására. A lap közérthetően tájékoztat a természettudományok és a technika legújabb eredményeiről, bemutatja a tudományt művelő embert. A szerkesztőség különös gondot fordít arra, hogy az érdeklődő fiatalok figyelmét a műszaki és a természettudományok felé irányítsa; pályázatokkal kisebb-nagyobb alkotómunka elvégzésére ösztönözze. A Természet Világa 1991 óta egy 16 oldalas *tudományos diáklapot* „működte”, melyet tehetséges *középiskolások* írnak. Ez egyedülálló Európában. E cikkpályázat abban különbözik minden más tehetségkutató versenytől, hogy itt a diákok a tudásukról érthetően, szép magyarsággal adnak számot.

*

Bendzel Miklós, a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala elnöke köszöntő beszédében többek között az alábbiakat mondta:

„Ünnepünk állandó mozzanata, hogy a Millenniumi Díjunk kitüntetettjeinek mi műhelyeket választunk. Állami ünnepeinken többnyire a kreativitás letéteményeseit, az egyéneket tüntetik ki. Ez a műhelyek esetében sincs másként, de sokkal nehezebb egy szellemi műhelyt létrehozni, életben tartani, mint magunkat presszionálni. Az önös érdek, ott a láng megmutatása, az önkifejezési kényszer hajt minket. Ugyanezt egy közösségben arányosan, hatékonyan és morálisan fenntartani, ez művészet.



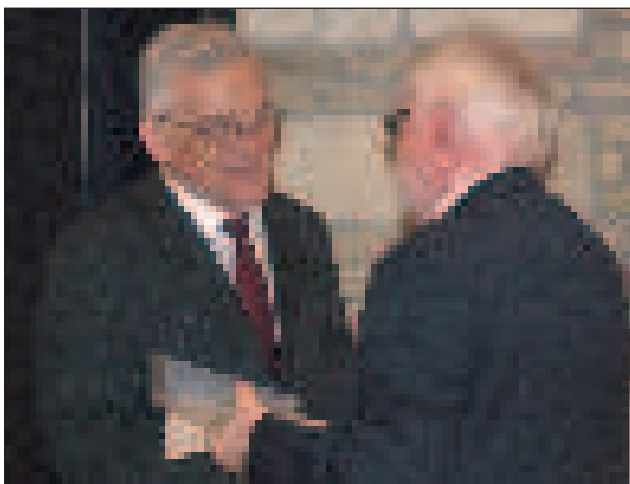
Alapítónk és a díj

Világnapi főhajtásunk négy kiválasztott intézményt illet, melyeket a kultúra és a tudásgazdaság kebeléből válogattuk. Szemünkben a kultúra a technológiai, a természettudományos és a mérnöki innovációnak is az alapja. A kultúra tesz bennünket identitással felruházottá. Örökség, életmódban testet ölt érték, ezek fontos fogalmak a mai kitüntetettek laudációiban...

A 144. évfolyamát jó közérzetben és szellemi frissességben építőmunkával megülő Természet Világát Szily Kálmán irányításával 1869-ben alapították a Királyi Magyar Természettudományi Társulat és az alatta. A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat folyóirata, higgyék meg, egy modernkori Gesta Hungarorum. A magyarországi természettudományos kutatások Gesta Hungarorum. Késői Kézai Simonok írják ezt a fantasztikus periodikafolyamot, és sokat tesznek azért, hogy a Természet Világa nagy kisugárzású, nemzetközi becsű műhely lehessen. Mindezt szerény körülmények között teszik...

A mai világban, melyben megmaradni sem könnyű, beváltak egy fantasztikus küldetés. A Természet Világa már 22 éve Európa egyik unikális diákpályázatát valósítja meg, a fiatalok írásainak gyűjteményes kötetének kiadásával pedig, szép szavukkal, a Tehetség ösvényeit mutatják meg. Munkájuk igazi hazafias cselekedet, komoly honvár, melyet azokból az ismeretekből építenek, amelyek nélkül nem lehet megkapaszkodni a nemzetközi tudásközpontokban olyanoknak, akik többre, jobbra vágyanak."

A díjunk átvétele



Fénysarkítástól a zebracsíkokig

Beszélgetés Horváth Gáborral

– *A Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala az Eötvös Loránd Tudományegyetem Biológiai Fizika Tanszékén működő, általad 2008-ban alapított Környezetoptika Laboratóriumnak az ott folyó eredményes kutatómunka elismeréseként Millenniumi Díjat adományozott. Honnan jött az ötlet, hogy környezetoptikával kellene foglalkozni? Más kutatóműhelyekben nem folytak ilyen irányú kutatások? És mi volt a helyzet külföldön? Milyen kérdésekre keresték elsősorban a válaszokat?*

– Egyetemista koromtól érdekel az optika. Az ELTE fizikus szakára is azért jelentkeztem, hogy olyan látványos természeti jelenségekkel foglalkozhassak, mint a szivárvány. Aztán, amikor egy érdekes cikket olvastam az ELTE Fizika Könyvtárában a Naturwissenschaften folyóiratban Rudolf Schwind regensburgi professzor tollából, egy vízipoloska, a Notonecta glauca szemének optikájáról és fénypolarizáció-érzékelésen alapuló vízdetekciójáról, beleszerelmesedtem a biooptikai témákba. Fölvettem a kapcsolatot a Regensburgi Egyetem Állattani Intézetében dolgozó Schwind professzorral, aki a Tübingeni Egyetem Biokibernetika Tanszékét vezető, magyar származású Varjú Dezső biofizikus professzorhoz irányított. Mindkettőjünkkel aktív szakmai kapcsolat alakult ki, s lényegében tőlük, Németországból hoztam haza a biooptikai, környezetoptikai kutatási témáimat.

Az állatok szemének és vizuális környezetének optikáját, polarizáció-látását rajtunk kívül nem kutatják módszeresen itthon, külföldön azonban sokan foglalkoznak hasonló vizsgálatokkal. Eredményeink iránt igen nagy az érdeklődés, ezt tükrözi a hazai és nemzetközi médiavisszhang is. Örülök, hogy Regensburgból és Tübingenből hazahoztam, és itthon is végzem e kutatásokat. Az intenzív nemzetközi kapcsolathálózatomnak és a világhálóznak köszönhetően nem látom különösebb kárát annak, hogy csak néhány magyar kutató foglalkozik még a miénkhez hasonló témákkal.

– *A polarizációról, az állatok polarizáció-látásáról mit illene tudnunk? Tanítanak erről valamit az iskolákban?*

– Fénypolarizációról még az egyetemi fizikus oktatásban is csak igen kevés szó esik, pedig ha jobban meggondoljuk, a fény transzverzális, azaz poláros elektromágneses hullám, s igazán csak vektoroptikával lehet kimerítően tárgyalni. A fénytan oktatása legtöbbször skalároptikára korlátozódik, amikor a fényt polarizálatlannak tekintik, és csak hullámhosszfüggő intenzitása a lényeges. A közép- és általános iskolában pedig még mostohábbban kezelik a fénysarkítást, azaz -polarizációt. A biológia órák egyikén meg szokták említeni, hogy a házi méhek érzékelik az égboltfény polarizációját, és az alapján is képesek tájékozódni, s részben ennek fölfedezéséért kapott orvosi Nobel-díjat Karl von Frisch etológus. Számos magyar ismeretterjesztő cikket és rengeteg angol szakcikket írtunk minderről, és a Springer által 2004-ben kiadott monográfia témája is ez, amit Varjú Dezső professzorral készítettem. A könyv második, teljesen újja írt kiadása 2014 elején

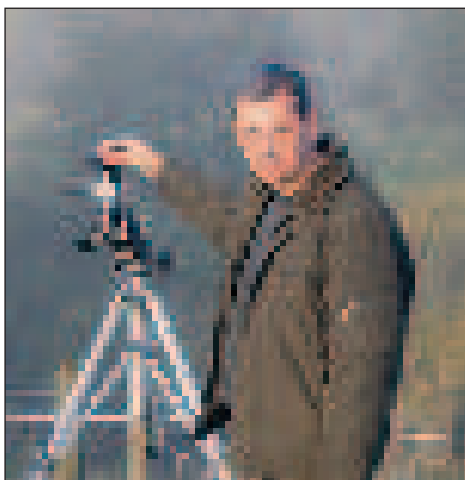
várható. A fény polarizációjában olyan hasznos információk rejlenek, melyekhez máshogyan nem lehetne hozzáférni. Ezért érdemes a polarizációt érzékelniük az állatoknak és például tájékozódásra, vízdetekcióra vagy a táplálék és fajtárs fölismerésére használniuk. Mi emberek polarimetriával mérjük a fény polarizációt, és a belőle nyert információkat különféle tudományos vagy technikai alkalmazásokban használjuk fel, például felhődetekcióra vagy az anyagi összetétel (mint fémes vagy nem-fémes, víz vagy jég) távérzékelésére.



**Az Északi-sarkon a svéd Oden jégtörőhajó előtt
2005. szeptember 12-én**

– *Az elmúlt öt év során változott valamit a fő kutatási irány?*
– Nem igazán. Továbbra is két fő témánk van. Az egyik az abiotikus, a biológiai vonatkozások nélküli légköroptikai, égbolt-polarimetriai vizsgálatokkal foglalkozik; többek között a szivárvány, a ködív, a tiszta, a ködös vagy felhős ég polarizációs mintázatait mérjük. A másik irány biooptikai, az állatok optikai környezetét és polarizáció-látását kutatjuk, elsősorban a poláros fényszennyezést és a rovarok polarizáció-érzékelését. Persze, van néha e kettő közötti átmeneti kutatási témánk is. Említhetem például a teljes napfogyatkozásokkor mért égbolt-polarizációs mintázatokat. Ezek kezdetben csak önmagukban érdekeltek minket, olyan méréseket akartunk elvégezni, amit azelőtt még senki, és csupán elméleti jóslatok voltak a témában. Később aztán kiderült, hogy mindennek némi biológiai jelentősége is van, hiszen az égbolt teljes napfogyatkozáskor kialakuló, a normálistól jelentősen eltérő polarizációs mintázata az oka annak, hogy az égboltfény polarizációja alapján tájékozódó méhek miért tévednek el és pusztulnak el egy napfogyatkozás röpké néhány perce alatt. Hasonló átmeneti példa az égbolt erdőtüzek füstje miatti rendellenes polarizációs mintázata, amit Alaszkában mértem a Beringia 2005 sarkkutató expedíción, s ami magyarázatot adott arra a kanadai biológusok által megfigyelt jelenségre, hogy az erdőtüzek szezonjában miért tévednek el egyes vándorló rovarok. De van olyan tudományos kutatási témánk is az optika és a növény-élettan határterületéről, ami azt vizsgálja, hogy napsütésben az eső vagy a locsolás után a növények leveleire tapadt vízcseppek beégetik-e a levélszövetet az összegyűjtött napsugárzás hatására.

Képkalkotó polarimetriai mérés közben



– *És mi lett az eredmény? Kiég a levél?*

– Az Egri Ádám doktoranduszommal végzett vizsgálataink szerint, ha a levélfelszín sima, szörtelen, akkor nem, függetlenül attól, hogy mennyire nedvesítő, vagyis milyen alakú vízcseppek alakulnak ki rajta. Ha azonban a levelet víztaszító szőrök borítják, akkor a rajtuk ülő vízcsepp fókuszirtóhatása éppen a levélfelszínre eshet, kiegészítve a levélszövetet.

– *Eredményeiteket számos helyen publikáltatok már itthon és külföldön egyaránt, melyek sajtóvisszhangja igen jó volt.*

– Először angolul közöljük az eredményeinket nemzetközileg jegyzett folyóiratokban, utána közérthető stílusú ismeretterjesztő cikkeket írunk róluk. Ezek többnyire az Élet és Tudományban, a Természet Világában és a Fizikai Szemlében jelennek meg. A cikkeink által kiváltott hazai és nemzetközi médiavisszhangot folyamatosan követjük, gyűjtjük, és laborunk honlapján rendszeresen dokumentáljuk. Tudományos hivatkozásaink mellett e pozitív sajtóvisszhangokat is fontosnak tartjuk, mert jól mutatják, hogy jó úton haladunk, eredményeink sokakat érdekelnek, és gyakran még gyakorlati alkalmazásuk is van. A Nature, Science, New Scientist, Discovery stb. tudományos folyóiratokban az eredményeinkről megjelenő recenziókon túl, talán a legbüszkébb arra vagyok, hogy a BBC által készített, és a Bristol Televízióban sugárzott Natural Curiosities című sorozat zebrákról szóló epizódjában Sir David Attenborough bevette azt az eredményünket, hogy a zebracsíkok megvédene a vérszívó nőstény bögölyök támadásától. Ehhez még képeket is vásárolt tőlem, melyeket a terepkísérletünk szokolyai helyszínén készítettem a rovarragaccsal be kent, fehér, barna, fekete és zebracsíkos lómakettekéről.

– *Milyen eszközökkel mérték? És mennyire műszerigényesek a vizsgálataitok?*

– A különféle rovarok, például tegzesek, kérészek, szkarabeuszok szemének lineáris és cirkuláris fénypolarizációra való érzékenységét a terepen befogott nagyszámú (sok száz) rovarral végzzük a laborban, saját készítésű választásos teszt dobozokban, melyekben legalább két eltérő optikai inger közül kell a rovaroknak választaniuk. A laboratóriumi pszichofizikai méréseink, melyekben az égbolt-polarimetriku viking-navigáció egyes lépéseinek hibafüggvényét mérjük számos teszthalanyon, meglehetősen műszerigényesek. E berendezéseket, mérőeszközöket magunk gyártjuk a vizsgálatok egyedisége miatt. Polarizációs felhődetektorainkat és bögölycsapdáinkat szintén, az ELTE Fizikai Intézetének Mechanikai Műhelye és az Estrato Kutató és Fejlesztő Kft. segítségével építjük. Ez utóbbit két tanítványom, Barta András és Suhai Bence alapította évekkkel ezelőtt. A laboratóriumi pszichofizikai és a terepi képkalkotó polarimetriai méréseink kiértékeléséhez és az eredmények megjelenítéséhez természetesen számos asztali számítógépet használunk a laborban. Másokkal összehasonlítva, közepesen műszerigényesek a vizsgálataink.

– *Kutatásaitok nem csak laboratóriumhoz kötöttek, hiszen fontos szerepet játszanak bennük a terepi munkák is.*

– Vizsgálataink fele a terepen történik. Egyrészt különféle expedíciókon veszünk részt a tunéziai sivatagtól az Északi-sarkon át az Atlanti-óceánig, Dél-Afrikáig, ahová azért hívtak, hívnak meg bennünket, hogy a hordozható képkalkotó polarimétereinkkel mérjük az égbolt és az optikai környezet polarizációs mintázatait. Ezek mind fontos szerepet játszanak a légköroptikában és az állatok térbeli tájékozódásában. A poláros fény-

szennyezés vizsgálata ugyancsak terephez kötött. Egyrésztől a különböző vízirovarcsoportok (pl. sziatikotók, kérészek, tegzesek, vízibogarak, vízipoloskák) vízszintesen polarizált fényhez való vonzódását terepkísérletekben mutatjuk ki. Másrésztől az erősen és vízszintesen poláros fényt visszaverő, s ezáltal a polarotaktikus rovarokat vonzó és így azokat veszélyeztető, poláros fényszennyező mesterséges felületek polarizációs mintázatait is a terepen mérjük képkalkotó polariméterrel. Polarizációs bögölycspadánk hatékonyságának tesztelése is a terepen történik, mint ahogyan terepkísérletekben igazoltuk a zebracsíkok és a tarka kultakaró bögölyök elleni vizuális védelmét is.

– *Kooperáltak más intézményekkel a vizsgálatok során?*

– Számos magyar kutatócsoporttal dolgozunk együtt, például az MTA Wigner Természettudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézetének fizikusaival, az MTA Növényvédelmi Intézet Agrártudományi Kutatóközpontjának entomológusaival, a Magyar Természettudományi Múzeum Állattárának biológusaival, a Pécsi Egyetem hidrobiológusaival. Több külföldi (Bréma, Hamburg, Lipcse, Lund, Oulu, New York, Chicago, Edinburgh, Zürich, Girona) kutatóval állunk sok éves szakmai kapcsolatban. Már többször előfordult, hogy külföldi kutatók kimondottan azért látogatták meg a laborunkat, hogy eltanulják tőlünk a képkalkotó polarimetriai módszerünket vagy valamelyik terepkísérletünk metodikáját. Legutóbb például a zebrásbögölyös vizsgálatainkét, amit Afrikában tervez használni egy amerikai kutató, aki a zebracsíkok kialakulásának okait vizsgálja.

– *Elmagyaráznád pár szóval, hogy mi is ez a képkalkotó polarimetriai módszer?*

– Ha az optikai környezetünkről három eltérő átterestési irányú lineáris polárszűrőn és egy cirkuláris polárszűrőn át készítünk színes fényképfelvételt, és e négy képet számítógépes programmal kiértékeljük, megkapjuk a környezetből jövő fény intenzitását, polarizációirányát, valamint lineáris és cirkuláris polarizációfokát a spektrum vörös, zöld és kék tartományában a kép minden pontjában. Ezen optikai adatokat színekkel ábrázolva, a környezet kétdimenziós polarizációs mintázatait hozunk, hasonlóan egy hőkamera hamisszínes mintázatahoz, amelyen a hőmérséklet-eloszlás látható. A képkalkotó polarimetriával mért polarizációs mintázatokból fontos információk olvashatók ki. Megtudhatjuk például, hogy mit látnak a polarizációra érzékeny szemű állatok, s így bizonyos viselkedési elemeiket megérthetjük.

– *Milyen forrásokból sikerül támogatást szerezni a kutatómunkához?*

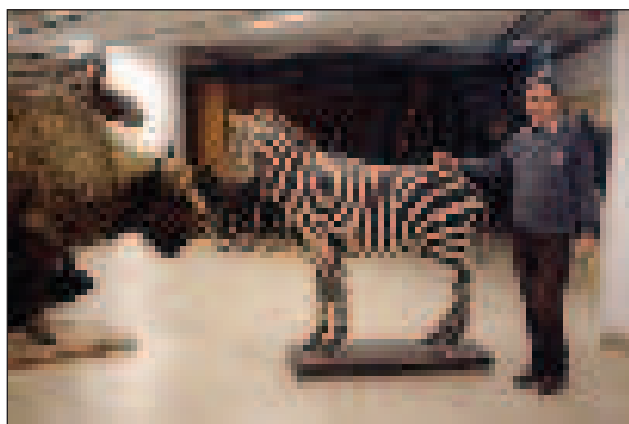
– Többnyire az OTKA-ra támaszkodunk. Legújabb nyertes OTKA-pályázatunk témájának a címe: Égbolt-polarimetria a felhők felismerésére és a polarimetrikus viking-navigációnak kedvező meteorológiai viszonyok vizsgálatára. Külföldi forrásaink között említésre érdemes a német Humboldt Alapítvány nagy értékű műszertámogatása, vagy az Európai Unió közel 1 millió Euro összegű EuFP7-es kutatásfejlesztési támogatása, aminek segítségével egy kilenc tagú nemzetközi konzorciumban három év alatt kifejlesztettük az új polarizációs bögölycspadánk néhány prototípusát. Kisebb összegű, de fontos forrásnak számítanak külföldi kutatópartnerünk saját anyagi forrásai, melyek részben vagy egészben fedezik egyes kutatási programunk költségeit. Igen fontosak az ugyancsak külföldiek által finanszírozott expedíciók, melyeken ingyen vehetünk részt, cserébe a szakértelmünkért és képkalkotó polarimetriai méréseinkért. Végül megemlítem a legkülönbözőbb ösztöndíjakat (Eötvös, Széchenyi, Bolyai, Magyary, Humboldt), melyek egyrészt a hazai vagy külföldi megélhetést biztosítják, másrészt gyakran szerényebb dologi kiadásokat, eszközbeszerzéseket is lehetővé tesznek.

– *Az OTKA-tól már kétszer elnyerted, először 2009 januárjában, majd 2012 októberében a hónap kutatója címet. Mekkora presztízse van ennek az elismerésnek a kutatók és a hallgatók körében?*

– Igazából bizonytalan vagyok ebben a kérdésben, mert kevés a visszajelzés. Én mindenesetre büszke vagyok rá! Az viszont biztos, hogy csak az igazán fontos, a nagyközönség számára is fölfoghatóan érdekesítő és fontosnak tűnő kutatási témák téma-vezetői szoktak az OTKA-hónap kutatóivá lenni. Ennek a menedzselésében elvülhetetlen érdemei vannak Silberer Vera fizikus-kémikus végzettségű tudományos újságírónak.

– *A kutatómunkáknak mi a haszna, jelentősége?*

– Eredményeink egy része gazdasági jelentőségű. Például az új bögölycspadánk és a felhődetektoraink majdani gyártóinak jó üzlet lehet az általunk föltalált és kikísérletezett hatékony prototípusok gyártása és terjesztése. A poláros fényszennyezés általunk kitalált kiküszöbölési módjának környezetvédelmi jelentősége van, amennyiben védi a polarotaktikus (vagyis a vízszintesen poláros fényhez vonzó) vízirovarok populációit a kipusztulástól. Bögölycspadánk alkalmazói, főleg a ló- és szarvasmarhatartók szintén gazdasági hasznot húznak abból, hogy ha csökken a haszonállatok bögölyök általi zaklatása, miáltal a lovak nem dobják le lovasaikat, a szarvasmarhák pedig nem fognak le, mert nyugodtan tudnak legelni a napsütötte legelőken a bögölyszezonban is. Márpedig a jó húsból élő marhák több húst és tejet adnak gazdáiknak. Bögölycspadánk fontos közegészségügyi jelentősége, hogy csökkentik a nőstény bögölyök vérszívása által terjesztett kórokozók keltette fertőzéseket, például a száj- és körömfájást, a tularémiát, a kolerát, az anthraxot vagy a Lyme-kórt. A vikingeknek még nem volt mágneses iránytűjük, így megválaszolható kérdés, hogy ködös vagy felhős időben hogyan tájékozódtak a tenger-



Csíkvastagságmérés a Magyar Természettudományi Múzeum egyik kitömött zebraján

ren. Ezen évszázados rejtély megoldása tipikus példája az alapvető kulturális történelmi jelentőségének. Hasonlóan kulturális történelmi, köznapis fontosságú az a már említett tévhit, hogy nyáron, déli napsütésben azért nem szabad locsolni, mert a növényekre tapadt vízcseppek által fókuszált napfény égési sérüléseket okoz a leveleken. De említhetem egyik doktoranduszom, Farkas Alexandra kedvenc léggömbök kutatási témájának, a halojelenségek kulturális történelmi vonatkozásait is.

– *Az oktatás és a kutatás mellett doktoranduszképzés is folyik nálatok. A PhD-hallgatók a már folyó kutatásokba kapcsolódnak be, vagy merőben más, új kutatási témán dolgoznak?*

– Általában fölvezolom nekik a laborban folyó kutatási témákat és perspektívákat, amelyekből választva, bekapcsolódnak egy vagy több kutatásba. Gyakran tudományos diákkörössé válnak, majd diplomandusszá. Mire megérnek egy doktori ösztöndíj pályázatra és jelentkeznek rá, majd elnyernek egy nappali tagozatos doktori ösztöndíjat, már szinte teljesítik is a doktori fokozat azon minimális követelményét, hogy társszerzők legyenek legalább

két, nemzetközi referált szakfolyóiratban megjelent tudományos közleményben, melyek közül legalább az egyikben első szerzők. E fáradtság időszak alatt persze változhatnak a kutatási témák. Célszerű párhuzamosan több, különböző projektben is szerepet vállalniuk, mert a tűzben tartott több vas valamelyikéből biztosan kiváló kard kovácsolódik, mely szablya a doktori fokozat megszerzését jelenti.

– *A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat és a Doktoranduszok Országos Szövetsége által közös szervezésben meghirdetett cikkpályázaton, a Természet Világa kategóriában az idén éppen Farkas Alexandra „A viking kaland és a középkori éghajlat-ingadozások összefüggései, avagy miért tűntek el nyomtalanul a vikingek Grönlandról?” című írásával nyert első díjat.*

– Alexandra, hozzám hasonlóan, grafomán, termékeny tudományos ismeretterjesztő. Korábban a tanítványaimmal és kollégáimmal együtt én is többször indultam cikkpályázaton (Természet Világa, Fizikai Szemle, Mathematical Biosciences, Arthropod Structure and Development). Ezt a hagyományt folytatja Alexandra a díjával, ami nem az egyetlen elismerése, mert ugyancsak ő és egy másik doktoranduszom, Blahó Miklós nyert I. helyezést idén az ELTE hallgatói innovációs ötletpályázatán a „Planetáriumi előadások a csillagos égen túl: Prezentárium” című pályaművükkel, aminek másik témavezetője Bernáth Balázs kollégám, ex-doktoranduszom.



A Környezetoptika Laboratórium egyik logója egy fémfényű szkarabeusz bogarat ábrázol olyan cirkuláris polárszűrőn át fényképezve, ami csak a balra (bal oldalt), illetve jobbra (jobb oldalt) cirkulárisan poláros fényt engedi át

– *Hányan dolgoztok a Környezetoptika Laboratóriumban?*

– Rajtam kívül három doktorandusz, két diplomandusz és két doktorált kutató, továbbá szoros, mindennapos együttműködésben állunk három tapasztalt kutatóval. Ha mindezt összeadom, a labor létszáma tizenegy, velem együtt.

– *Ha jól tudom, kutatásaitokból szabadalmak is születtek már.*

– Eddig hat magyar szabadalmi bejelentést tettünk és dolgozunk a hetedikén. Több szabadalmaztatott polarizációs rovarcsapdánk (különösen bögölycsapdánk) van. Nemrég történt meg a polarizációs felhődetektorunk nemzetközi szabadalmi kiterjesztése. A poláros fényszennyezés csökkentésére, illetve kiküszöbölésére van egy módszerünk, amit a zebráktól lestünk el. Legújabb bejelentésünk egy ergonomikusabb fallabdaütő-fogantyúval kapcsola-



A 2013. évi Millenniumi Díjjal kitüntetett intézmények képviselői között

tos, amit Fenyvesi Nóra diákom talált föl.

– *Milyen terveitek vannak rövidebb és hosszabb távon? A régi kutatási projekteken dolgoztok tovább, vagy vannak teljesen új ötletek is?*

– Rövid távon a legfőbb célom a német Springer Verlag által kiadandó „Polarized Light and Polarization Vision in Animal Sciences” című monográfia megírása és szerkesztése. E szakkönyv huszonhat fejezetét tíz magyar és tizenhét külföldi társszerzőmmel együtt írom. Közép távon legfőbb tervem a korábban említett vikinges-felhődetektoros OTKA-pályázat témavezetése, ami 2016. augusztus végéig ad munkát. Hosszú távú terveim közül a legjelentősebb egy angol nyelvű könyv írása a vikingek tengeri navigációjával kapcsolatos rejtélyek megfejtéséről.

– *Lehet környezetoptikai kutatásokkal világmegváltó eredményeket elérni, melyet a tudomány Nobel-díjjal jutalmaz, vagy egyszerűen csak a hétköznapi életünket tesz könnyebbé majd?*

– Eredményeink Nobel-díjra ugyan nem esélyesek, de a hazai és nemzetközi tudományos szakkörökben és közmédiában rendszeresen kiváltott kedvező visszajelzések azt mutatják, hogy érdemes e témákkal foglalkoznunk. Átlagban minden harmadik cikkünket a legnívósabb folyóiratok méltatják, recenzálják, hivatkozzák, köztük a Nature, a Science és a New Scientist. Környezetoptikai eredményeink egy része tényleg megkönnyíti a hétköznapi életünket: a bögölycsapdák a hasonállatok tartóinak életét segítik. A polarizációs felhődetektoraink a meteorológusok munkájában hasznosak. A poláros fényszennyezést kiküszöbölő fehér rácsmintázatunk megakadályozza, hogy a nap- és aszfaltutakról visszaverődő poláros fény megtevéssze és odavonzza e rovarokat, így gátolva meg a lerakott és kiszáradó peték által képviselt utódnemzedék pusztulását. A fallabdaütő ergonomikus fogantyúja pedig a fallabda sport szerelmeseinek egyre bővülő köre számára teszi kényelmesebbé e sportszer használatát. De nem lebecsülendő a viking-navigáció különböző tudományágak képviselőit is érdeklő kultúrtörténeti rejtélyének megfejtése sem, vagy azon legújabb eredményünk, hogy az ősberek a barlangfestményeiken és sziklavéseteiken sokkal pontosabban ábrázolták a négy lábú zsákmányállataik járását, mint a modern kori művészek (Leonardo da Vinci vagy Albrecht Dürer) vagy a természettudományi múzeumok állatpreparátorai. E „holdvilágnyalogató”, *l’art pour l’art* eredmények nem gyakorlati, hanem kultúrtörténeti jelentőségűek, színésítve, gazdagítva a világról és környezetünkről kialakult képünket, fölfogásunkat.

Az interjút készítette:
KAPITÁNY KATALIN

KÓSA GÉZA

Nemzeti Botanikus Kert, Vácrátót

„Egy nemzet közművelődési fokmérője lehet a botanikus kert, amely gyakorlatti célokat nem szolgál és éppen ezért egy nép ily irányban hozott áldozatkészsége sokat mond, közművelődési fejlettségének színvonalára nézve pedig alighanem mindent elárul.”

Richter Aladár (1905)

A vácrátóti Nemzeti Botanikus Kert abban a szerencsés helyzetben van, hogy változatos és hányatott múltja ellenére sem került arra a sorsra, mint számtalan magyar történelmi kert, vagyis nem pusztult el teljesen, vagy vált kertnek már nehezen nevezhető gazos dzsumbujjá. Köszönheti ezt szerencséjének is, de elsősorban kiváló hazafi utolsó tulajdonosainak és mindenkor igen tehetséges kertészeinek. Az utóbbiaknak azért volt nagy szerepük, mert kevés annyira alkalmatlan hely van széles e hazánkban, a Kárpát-medencében gyűjteményes kert alapítására, mint Vácrátót határa. Miért mondhatjuk ezt? Érdemes egy kicsit számba venni a kert természeti és történelmi viszonyait.

Vácrátót a Duna és Tisza közt húzódó hatalmas kiterjedésű, többé-kevésbé folyamatos homokvidék legészakibb pere-

mén, a Verezegyházi-medence és a Gödölápály találkozásánál fekszik. Az enyhén hullámos felszínen mezőgazdasági táblák, kiskertek, nadrágszíjparcellák váltakoznak homokpusztákkal, nedves rétekkel, ültetett akác- és fenyőerdőkkel. A dombok verőfényes lejtőin még fellelhetők a hajdani szőlők, gyümölcsösök nyomai és az erdők maradványai is.

Az eredeti természetes vegetációt nagyban meghatározták az éghajlati, a talaj és a vízrajzi viszonyok. Nagyrészt folyami eredetű, erősen meszes homok borítja a területet, ami a jégkorszak után jórészt futóhomokká alakult át, a buckák ugyan már megkötődtek a növények segítségével, de a kopárabb, nyitottabb helyeken a homok mozgása napjainkig tart. Nagy területeket borít humuszos, barna mezősegi jellegű homok és rozsdabarna erdőtalajok marad-

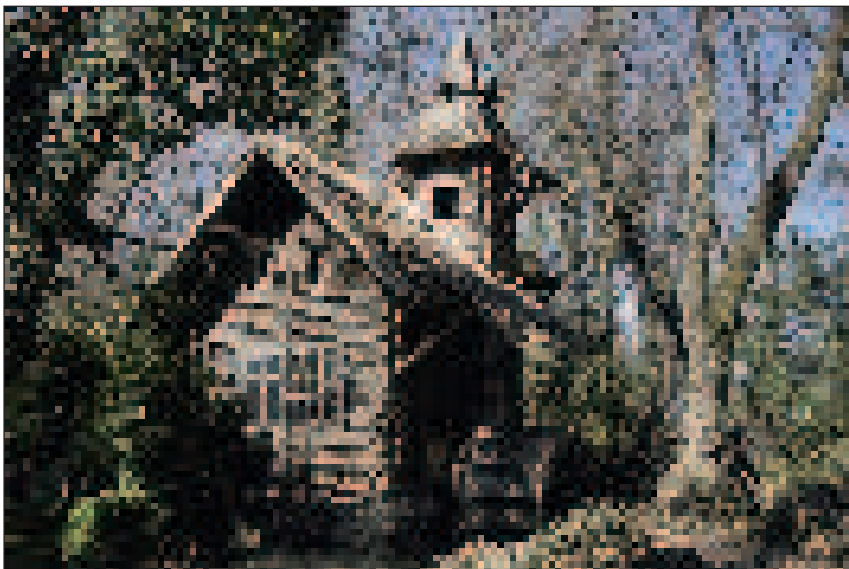
ványa, a patakok mentén pedig lápképződésre kedvező feltételek alakultak ki.

A terület a Börzsöny és a Dunazug-hegység esőárnyékában fekszik, így a csapadék mennyisége (400 mm, de némely évben csak 280 mm körül) az Alföld szárazabb területeivel azonos. Mint más homokvidékeken, itt is nagy a nappali-éjjeli hőingadozás. Gyakran jelentkezik súlyos aszály. A Dunába szelődő Sződ-Rákos-, Hartyáni- és Tece-patakok völgye fagyzugos, sokszor megáll itt a köd.

Összefoglalva: szerkezetszegény, igen meszes homoktalaj, fagyzugos völgyfevés, esőárnyék jellemzi a vidéket. Ebből következően a kert területén hajdanában alig-alig záródó, száraz csenkeszes, legfeljebb juhlegelőnek alkalmas homokpusztagyep volt az eredeti növénytársulás. Csak a kerten átsiető patak mentén alakulhattak ki füzesek és keményfaliget-foltok. Az eredeti vegetáció természetközeli állapotban közvetlen a kert mögött rövid sétával elérhető és megtekinthető egy helyi és egy országos védettségű természetvédelmi területen.

Rátót a középkori Magyar Királyság szívében feküdt, közel az ország igen fontos szerepet játszó településeihez, Esztergomhoz, Visegrádhoz, Váchoz, Budához. A falu egy igen fontos történelmi útvonal mentén fekszik. Itt lovagolt seregei élén Géza és László herceg a Salamon elleni döntő mogyoródi csatába, itt utazott Mátyás király Visegrádról Erdélybe, akár éppen szülővárosába, Kolozsvárra, és erre vezette a váci táborba hadait Bocskai István, itt igyekezett a híres gödöllői beszédét elmondani a méltóságos fejedelem Rákóczi Ferenc. A tragikus évszázadok alatt a Török Birodalom végvidékévé vált a környék. Pusztulás és harcok, majd ismét pusztulás és harcok. Az oszmán hódítók kiűzése után az Újszerzeményi Bizottság kénye és felekezeti hovatartozás alapján szabta át Magyarország birtokrendszerét.

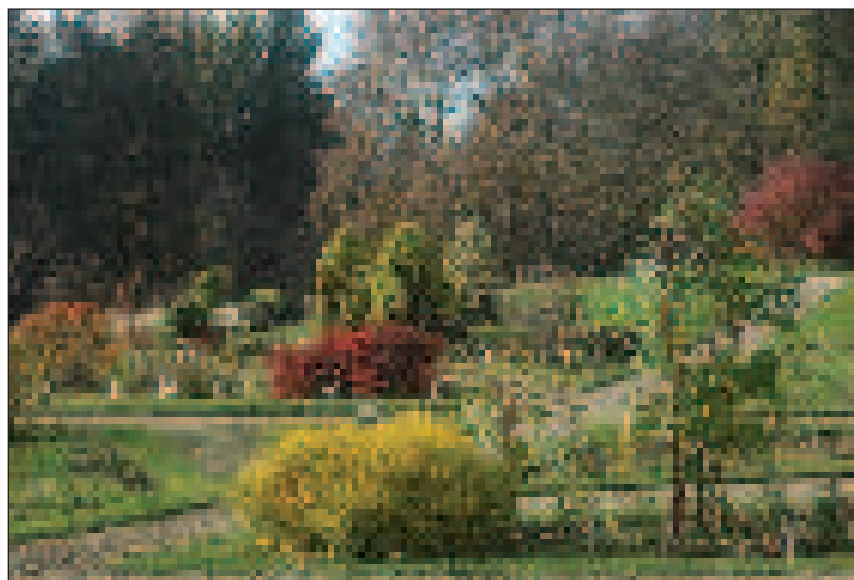
A vízimalom a XIX. századi romantikus kertek jellegzetes eleme



Így a XVIII. században visszatértek üres falujukba és újranevesítették azt a hódoltság idején Felső-Magyarországra húzódott hajdani birtokosok, a Géczy- és Mágocsy-család tagjai. Nekik köszönhető a kert létesítése. A történet szempontjából érdekes, hogy *Korabinszky Mátyas* 1786-ban már két udvarházzal emlékezik meg a faluban, az 1780-as évek elején készült katonai térképen pedig már feltételezhetően egy kert vagy major elkerített része látszik. Az első biztos adat a kertről 1827-ből való. A *Nákó* grófok, majd a bécsi *Skót Bencések* birtokolták néhány évtizedig a XIX. század közepén a rátóti uradalmat, ez időben az 1842-es katonai térképen már jól

met és hazai szakembereket (pl.: *Jámbor Vilmost* a József főhercegnek is dolgozó, híres kerttervezőt) hívta meg az akkor még átlagos kastélyparknak számító rátóti kert rekonstrukciójához.

Óriási költségekkel létrejött a kor stílusának megfelelő romantikus tájképi kert a mai kiterjedésében. Ennek stíluslemeit (tagolt felszín, tőrendszer, mesterséges víz-esés, műrom, dísz-vízimalom, tágas tisztások, nagy nyiladékok szélükön különleges színű vagy alakú fákkal, barlang stb.) mindmáig láthatjuk. A század végére már hódított az új kertstílus, az ún. dendrológiai kert, amely minél több egzótát felvonultat, de esztétikus kialakítású élőnövény-gyűjtemény volt.



A növényrendszertani gyűjtemény részlete (A szerző felvételei)

kirajzolódik a mai kert alakja, sőt a benne kacskaringózó, azóta változatlan utak is. Majd 1871-ben *Vigyázó Sándor* vásárolta meg, s ez döntő esemény volt a kert története szempontjából.

A Vigyázó család egyik őse (akkor még *Bochternek* hívták) 1671-ben kapott Pápan királyi ármálist. A nemesi rendhez való tartozást ügyesen kihasználva, a család tehetséges tagjainak sora töltött be fontosabb megyei hivatalokat és növelte egyre a birtokokat. A Rátótot megvásárló *Vigyázó Sándor* az ország legelső virilistája volt a század végén, vagyis a legtöbb adót fizető polgár, ami akkoriban nem volt szégyen. Kiváló, széles látókörű, szigorú erkölcsű, nagyszerű hazafi volt, s nem ő volt az egyetlen főrendi társai között. Vagyonát jelentősen növelte felesége, *Podmaniczky Zsuzsanna* hozománya is. A nagyműveltségű Sándor gróf nagyon szerette a természetet is, fiatal korában végiglátogatta Nyugat-Európa számos jelentős parkját, és az 1870-es évektől a legjobb szudétáné-

mény volt. Ez a gyűjtemény szolgáltatta a jó alapot a mai botanikus kertnek.

A tragédiákkal terhes sorsú Vigyázó-család két utolsó férfinak, Sándor és fia, Ferenc, roppant vagyonát, kastélyait, városi palotáit, sok-sok ezer kataszteri hold földjét (beleértve a számos ösnyomtatványt tartalmazó 5000 kötetes könyvtárat, a műtárgy-, szőnyeg-, ezüstgyűjteményt és a rátóti birtokot a kerttel is) végrendeletileg a Magyar Tudományos Akadémiának ajándékozta. Ferenc halálával (1928) elkezdődött az elkeseredett pereskedés az oldalági örökösök és az Akadémia között a vagyonért, amely az illetekek miatti szűk becsléssel is meghaladta a 25 millió (!) új pengőt. Az évekig tartó huzavonában az értékes kert egyre pusztult, végül a *Debreczeny*-család tulajdonába került, akik felszámolták az üvegházakat, lebontották a 28 szobás, emeletes kastélyt (a mai épületet a *Debreczeny*-család építtette) és a kert felét kivágatták, hogy gyümölcsöst telepítsenek a helyébe.

A háború alatt és után súlyos károkat szenvedett és tovább pusztult a kert. Végre 1952-ben visszakerülvén az örökgyök szándéka szerinti jogos tulajdonosához, itt alakult meg a *MTA Botanikai Kutatóintézet*. A rendkívüli elhanyagoltság miatt kerekén tíz évig tartott meg, amíg visszaállították az eredeti stílust, és megnyithatta kapuit a botanikus kert a nagyközönség előtt.

A feljebb már megismert kedvezőtlen természeti viszonyok ellenére, a vácrátóti botanikus kert hazánk messze leggazdagabb élőnövény-gyűjteménye, vagyis több mint 13 000 taxon (faj, alfaj, változat, fajta) található meg benne. Tehát botanikus kert, nem arborétum. Itt állunk meg egy percre és lássuk csak, mi a különbség a sokak által összetévesztett két kerttípus között.

Az „arborétum” általánosan olyan nagyobb méretű kert (többnyire magánkert természetesen hajdan nemesi családok tulajdonában), amely szerkezetét illetően tájképi jellegű, intenzívebb fenntartású kertészeti terület kevés található benne. A növényanyaga elsősorban fákra és cserjékre épül, ahogy arra latin eredetű elnevezésük is utal (*arbor* = fa, élőfa). Kialakításukban leginkább az esztétikai szempontok voltak döntőek. Nagyon változatos és gazdag anyagú is lehet. Vagyis arborétumnak mondhatunk minden olyan igényesebb történeti kastélykertet, ahol a tulajdonos áldozott a változatossá tételre és az esztétikai látványra (Szarvas, Alcsút, Kámon stb.).

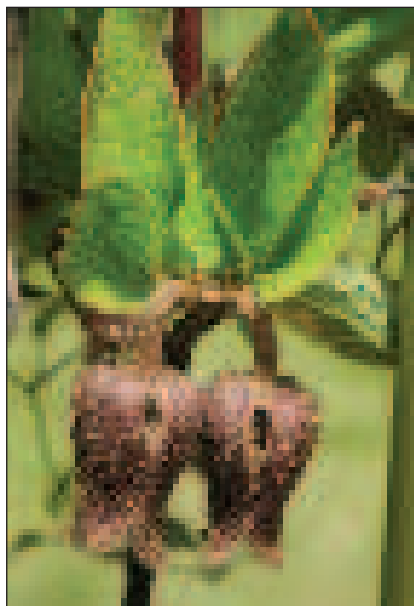
A *botanikus kert* szigorúan foglalt fogalom. Legfőbb ismérve tudományos jellege, vagyis szigorú adatoltsága, tehát az, hogy a benne lévő összes növényről tudni, honnan származik, milyen idős, mi a pontos tudományos neve, rendszertani helye, elhelyezkedése a gyűjteményben. A botanikus kertek gyökerei a középkori gyógy-növényes kertekig és a később kialakuló fűvészkertekig nyúlnak vissza. Növényanyaguk a legszélesebben igyekszik átfigni a növényvilágot; egyaránt megtalálhatók bennük a szabadföldi (dendrológiai, évelő-, sziklakerti-, hagymás-, egynyári-, gyógynövény stb.) és üvegházi (trópusi, mérsékelt- és hidegházi, pozsgás-) gyűjtemények, növényrendszertani bemutatók, segítve a növényekhez kötődő tudományágakat. Ebből szervesen következik a másik fontos szerep, a szakirányú oktatásban való közép- és felsőoktatási szintű részvétel. Mivel a botanikus kertek nagy része látogatható, fontos szerepük van a közművelődésben és a kikapcsolódásban is, a gyűjteményes kertekre vonatkozó szigorú látogatási szabályok keretein belül. A botanikus kertek a biológiai sokféleség bemutatásának és megértésének fontos színterei, egyúttal felbecsülhetetlen értékű génalap-tartalékok. Az előbbiekből következik, hogy egy igazi botanikus kertnek

magas színvonalú, jól képzett személyi háttérrel kell rendelkeznie. Természetesen ehhez nagyon gazdag szakkönyvtár is szükséges. A kiterjedt és jó nemzetközi kapcsolatok is nélkülözhetetlenek.

Kertünk a szaporítóanyag-csere keretében mintegy 80 ország 700 intézményével áll kapcsolatban. A közös növénytani expedíciók és a szakemberek cseréje is hozzájárul az eredményeinkhez. A látogató nem is sejtheti, hogy az egymás mellett sorakozó növények közül az egyik épp Kiotóból, a másik Dusanbéből, a harmadik talán Seattle-ből származik, vagy esetleg nehezen járható kínai, koreai, iráni hegyekben gyűjtötték egy expedíció során.

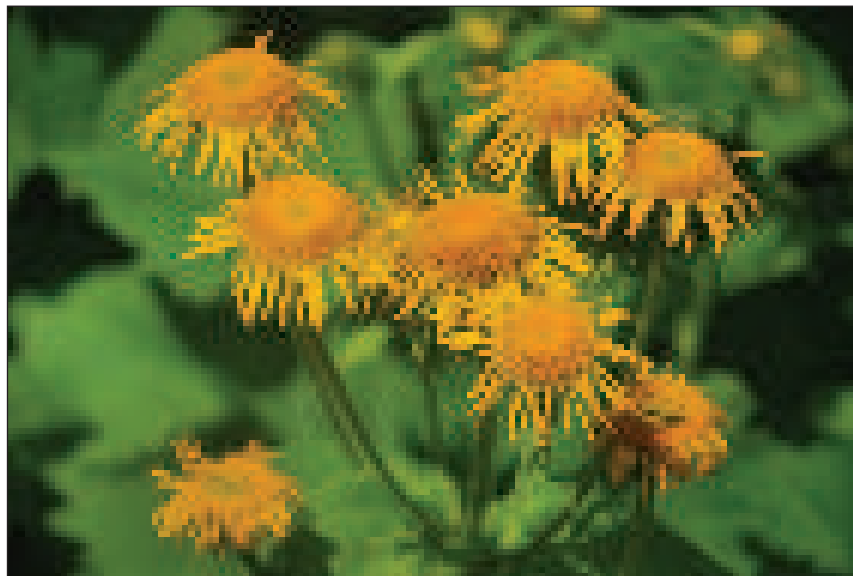
A botanikus kert Vácrátóton, mint a Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpontjához tartozó Ökológiai és Botanikai Intézet önálló osztálya, minden tekintetben tökéletesen megfelel az előbbi kritériumoknak, és mint kategóriájában az élen álló, nem véletlenül érdemelte ki a Nemzeti Botanikus Kert címet. Ez a név és az MTA-hoz való tartozás kötelez a legmagasabb szintű lehetséges munkára mind a gyűjteményfejlesztés, mind a fenntartás kérdésében.

A gyűjtemény, amit nyugodtan nevezhetünk élő múzeumnak, tehát természetesen igyekszik minél teljesebben betölteni a klasszikus botanikus kerti funkciókat, amelyek fontossági sorrendben a kö-



A setétlő iszalag (*Clematis fusca*)
Mandzsúria és Korea lakója

vetkezők: igen pontosan törzskönyvezett és nyilvántartott tudományos gyűjtemény, génalap-tartalék, különböző tudományágakat segítő háttéranyag, az oktatást segítő gyűjtemény, a közművelődést segítő köz-



A telekivirág (*Telekia speciosa*) a kertben

gyűjtemény felüldülésre és pihenésre (nem sportolásra!!) nyitva álló kert. Jelentősen különbözik tehát egy közparktól vagy arborétumtól. A felbecsülhetetlen értékű gyűjtemény csak a szigorú látogatási szabályok betartásával őrizhető meg.

A Nemzeti Botanikus Kert országos természetvédelmi terület és kertstílusa miatt *műemléki védelmet is élvez*. Ezek a tények nagymértékben meghatározzák a fenntartás és a fejlesztés munkáit, vagyis úgy kell azokat végrehajtani, hogy ne sértsék a fenti kategóriák szigorú elveit. A kert tehát jó részén megmaradt látványos, változatos tájképi-történeti kertnek százados fákkal, tisztásokkal, nyiladékokkal, sziklás tópartokkal, kacskaringós, rejtett utakkal, romantikus szigetekkel. Másutt intenzív fenntartású, gyűjteményes parcellák fekszenek.

A kert anyaga négy gyűjteményrészre oszlik. A *növényrendszertani gyűjteményt* Ujvárosi Miklós professzor, a botanikus kert megalapítója hozta létre 1955-ben az akkor legmodernebb rendszer alapján, így tudománytörténeti jelentősége is van. Közel 90 családot mutatunk be itt külön ágyásokban, legyezőszerűen kialakított szerkezetben. Természetesen jórészt azokat, amelyek télállóak és a hely meghatározottsága miatt nem nőnek túl nagyra. A világ minden tájáról származó, többnyire lágyszárú növények együttese nyár közepén a leglátványosabb. Az ágyások szélén lévő táblákon a családokra vonatkozó információk olvashatók és valamennyi növénynek van névtáblája. Igen gazdag többek közt a pázsitfűfélék (*Gramineae*), a fészkesvirágzatúak (*Compositae*), az ajakosak (*Labiatae*), a szegfűfélék (*Caryophyllaceae*) gyűjteménye. Van itt különleges zöldségféléket és

fűszernövényeket is bemutató parcella és egy közel száz fajtát bemutató gerebcsin- (*Aster*) gyűjtemény is.

Az *évelő, sziklakerti, valamint hagymásgyűjtemény* a kert különböző részein fekszik. Van európai növényföldrajzi elrendezésű sziklakert, és árnyéki évelők gyűjteménye is. A növényanyag egy része nem nyilvános (pl.: a botanikai hagymás-, a pozsgás- és a nőszirmgyűjtemény), az elkerített területen csak kutatók látogathatják. Különösen gazdag és változatos a kötörőfűfélék (*Saxifragaceae*), varjúhájfélék (*Crassulaceae*), boglárkafélék (*Ranunculaceae*), keresztesvirágúak (*Cruciferae*), harangvirágfélék (*Campanulaceae*) és kankalinfélék (*Primulaceae*) családja. Nagyon jelentős és látványos az árnyliliom- (*Hosta*) gyűjtemény. Sok ritka és értékes növényt is tartalmaz ez a gyűjteményrész.

Az *üvegházi gyűjteményben* a növényeket hő-, nedvesség-, pára- és fényigény szerint külön-külön házakban kaptak helyet. Így van pozsgás- és kaktusz-, bromélia-, orchidea- és hidegház is. A legnagyobb a trópusi pálmaház. A nagyközönség számára egyelőre csak a pálma- és a kaktuszház látogatható, természetesen csak a nyári félévben. Mindkettőben jól képviseltek magukat a meleg égvöi növényvilág változatos és érdekes fajtái. Kiemelkedően gazdag az ananászfélék (*Bromeliaceae*), a kontyvirágfélék (*Araceae*), a gyömbérfélék (*Zingiberaceae*) családja, de nagyon értékes a kaktusz- és pozsgásgyűjtemény, valamint a vadon gyűjtött kelet-afrikai és antillai orchideák gyűjteménye is.

A *dendrológiai gyűjtemény* (fák és cserjék) foglalja el a kert túlnyomó, szabadföldi területét. Ez a legnagyobb taxonszámú

gyűjteményrész. A talaj és éghajlati adottságok miatt teljesen hiányzik néhány növénycsoport, például a rododendronok (*Ericaceae*), de kimagaslóan nagy számmal képviselteti magát több lombos nemzetség. Így a juhar (*Acer*), nyír (*Betula*), lonc (*Lonicera*), borbolya (*Berberis*), orgona (*Syringa*), kőris (*Fraxinus*), madár-birs (*Cotoneaster*), bangita (*Viburnum*) stb. A rózsafélék (*Rosaceae*) családjából igen gazdag a gyűjtemény, de éppúgy megtalálunk itt sok különleges nyitvatermőt is. A gyűjteményrész kiemelkedő értéke a kelet- és közép-ázsiai fák és cserjék nagy száma, ami a kert szakembereinek számos e térségben tett expedíciójának is eredménye. A kertben többek közt madár-birs, juhar, bangita, ginzengcserje nemzeti gyűjtemény is van.

A fentiekben kívül a kertben található növények egy része hazánk természetes növénytakarójából kerül ki, és részben tudatos telepítéssel, részben spontán terjedéssel került a kertbe vagy az ottani eredeti vegetáció maradványa.

A kert komplex védett terület, és gazdag, változatos növényanyaga a különféle állatoknak is nagyszerű élőhelyet biztosít. Legszembetűnőbbek közülük a madarak, hangjuk, élénk mozgásuk egész évben árulkodik jelenlétükről. A fészkelési és táplálkozási lehetőségek erősen eltérnek a környező mezőgazdasági területekétől. Az eddigi megfigyelések alapján 53 madárfaj fészkelése bizonyított a kertben. Jellemzők a rigók, fülemülék, poszták, füzikék, zöldikék, csókák, harkályok, cinkék, de néhány már ritkaság számba menő madárral is találkozhatunk: füles kuvik, jégmadár, fekete harkály. Az emlősök közül csak a rágcsálók (pockok, egerek, pézsmapocok, pelék, mókus), a kisragadozók (nyest, menyét, görény, róka, vidra), rovarévők (sün és sokféle denevér) képviseltek magukat, hiszen a kert fallal van kerítve, így távol tartja a nem kívánatos növényevőket. A patakban és a törendszerben 23 megtelepedett halfaj élvezi a védettséget. Egy fel-táró vizsgálat alapján kiderült, hogy 73 puhatestű vízi és szárazföldi állatfaj (kagyló és csiga) él a kertben. Az állatvilág szervesen illeszkedik a gyűjtemények növényanyagához.

Egy jól működő, klasszikus botanikus kert a világ minden táján különlegesen költséges „üzem”, így van ez a Nemzeti Botanikus Kert esetében is. Montecuccoli elhíresült mondása ellenére, nemcsak a háborúhoz, hanem a békéhez is sokszor három dolog kell: pénz, pénz és pénz. Emellett a kínaiak régi szentenciáját sem szabad feledni: „a kert soha sincs kész”. A munka egy botanikus kertben folyamatos, nehéz, de gyönyörű. Kiszolgáltatót mind az időjárásnak, mind némely ide látogató

fegyelméletlen embernek. A kertben tett gyakori értelmetlen károkozás, lopás sokszor rendbe hozhatatlan. Sokan megértik, de sokan nem, hogy a növények az élet, a XXI. század kulcsai, nélkülük bankrendszer-stabilizálás, GDP-növelés, új és újabb csodás műszaki találmányok csak talmi, értelmetlen hiábavaló célok. A növényekhez alázatosan közelítve, vendégségbe kell menni, tőlük lehet szépséget, harmóniát tanulni. Velük lehet a közvet-

A kert bejáratánál található a régi magtár földszintjén kialakított *Berkenyeház*, egy állandó kiállítás, amely igyekszik megértetni a biológiai sokféleség életünkben betöltött szerepét, megőrzésének jelentőségét, szól az ökológiai kutatások és a globális környezeti krízis összefüggéseiről, valamint bevezeti a látogatót a botanikus kertekben folyó munka rejtelmibe. A kiállítás célja az, hogy az ide látogatók figyelmét felhív-



Tavasza a Nagy-tónál, előtérben a kanszui mandula (*Prunus kansuensis*)

len környezetünk legmagasabb minőségét elérni.

Az elmúlt néhány évben az MTA és különféle pályázatok segítségével sok minden megújult a kertben. A régi, alacsony, romladozó üvegházak helyén 1200 m² modern, új üvegház épült. Uniós támogatásból a 100 évvel ezelőtti állapotoknak megfelelően 1 km hosszú útburkolatot készítettek. A gyűjteményeket kiszolgáló szaporító és teletető telepek teljesen újjáépültek. Felújították a kert öntözőhálózatának nagy részét (rendszeres öntözés nélkül sok növény elpusztulna), a vízrendszer műtárgyai is újjá épültek. A botanikus kert idős fáinak közül közel 300 kapott egészségügyi kezelést, környezetbarát módon a tavak iszapszintjét is csökkentették. Végül több mint 1000 új fajt, fajtát és változatot sikerült megvásárolni és telepíteni.

Az egyre emelkedő energiaárak, mind a kutatóépületek, mind az üvegházak fűtésénél komoly problémát jelentenek. Ezt hivatott majd orvosolni egy norvég pénzből megvalósult termálkút és vízének felhasználása az energiaellátás modernizálásában. A megújuló energiák fontosságát egy kis kiállítás is bemutatja, amely az üvegházakkal együtt látogatható.

ja az ember és természet kapcsolatának fontosságára, megértésére, és az élővilág értékeinek elismerésével környezettudatos cselekvésre készítse.

Aki még nem járt a Nemzeti Botanikus Kertben, nosza, kerekedjen fel és látogassa meg. Aki pedig már volt itt, jöjjön újra és minél többször. Igen, nem egyszer, de többször is látni kell, hiszen nemhogy minden évszakban, de minden napon, sőt minden órában más-más arcát mutatja. Április-májusban az évelők, a hagymások és sziklakertiek, május-júniusban a fák és cserjék ontják virágaikat, nyár közepén különösen a rendszertani gyűjtemény változatos. Október közepétől az őszi színekben lehet gyönyörködni. Nyitva tartásuk idején az üvegházak is tartogatnak meglepetéseket. Nekem, aki 38. éve lakom ebben a kertben, életemet a hivatással és hobbival a növényekkel, a kert fejlesztésével töltöttem, és minden négyzetcentiméterét ismerem, ezt igazán elhiszhetik.

*

A botanikus kertek méltánytalanul mellőzött tudományos közgyűjtemények, a nemzeti örökség része, eszmei értékük felbecsülhetetlen, támogatásuk nem kis ráfordítást igénylő, kiemelt állami feladat! ✨

DUDA ERNŐ

Egyre jobb védőoltások

Minden túlzás nélkül megállapíthatjuk, hogy a fertőző betegségekkel szemben az orvostudomány leghatásosabb és legolcsóbb fegyverei a védőoltások. Az utóbbi fél évszázadban az emberiség veszélyes fertőző betegségeit szinte kivétel nélkül korlátozni tudtuk. A következőkben azt vázolom, hogyan működnek a védőoltások, és milyen elveken lehet egyre hatásosabb, egyre veszélytelenebb vakcinákat kifejleszteni.

Minden élőlényben találunk olyan molekulákat, amelyek jellemzőek az élő kisebb-nagyobb csoportjaira. A növények, rovarok, gombák, baktériumok stb. sejtjeinek működése alapvetően megegyezik, mégis, mindegyik anyagcseréje kicsit eltér a többiekétől, jellegzetes „molekuláris mintázatokat” állít elő. Vannak olyanok, amelyek pl. minden baktériumra jellemzőek, de más élőlényekben nem fordulnak elő, a rovaroknak, gombáknak stb. szintén megvannak a maguk jellemző molekuláris mintázatai. Természetesen a különféle baktériumoknak, gombáknak stb. egyedi molekulaféleségei is vannak.

Az évmilliók során a soksejtű lényekben kialakultak olyan érzékelő berendezések (ún. mintafelismerő receptorok), amelyek az „idegenekre” jellemző molekuláris mintázatokat felismerik, így a saját és a nem-saját sejtek megkülönböztethetőek. Az emberi immunrendszer sejtjei is ilyen receptorokkal ismerik fel a baktériumokat, gombákat, vírusokat, férgekét – vagy akár a másik emberből származó sejteket.

A szervezetünkbe hatoló vírusokkal, baktériumokkal, mikroszkópos gombákkal találkozó falósejtek (monociták, makrofágok, granulociták) receptoraik révén felismerik az „idegent”. Ezt követően bekebelezik azt, lizoszómáikban darabjaira bontják, és ezeket a jellegzetes darabokat (az „antigének epitópjait”) bemutatják a többi immunsejtnek. A vírusok és egyes baktériumok behatolnak sejtjeinkbe és ott próbálnak szaporodni: ezek az intracelluláris paraziták. Ellenük védenek a csecsemőmirigyben érő T-sejtek (sejtpusztító limfociták és természetes ölősejtek), amelyek a fertőzött „saját” sejteket képesek elpusztítani a bennük levő kórokozóval együtt.

A kórokozók többségével szemben hatásos védelmet jelentenek az immunoglobulinok, vagy antitestek. Ezeket a fehérjéket a csontvelőben érő B-sejtek (plazmasejtek) termelik. Az antitestek a kórokozó felszínéhez kötődnek, megakadályozzák azok szaporodását, működését, miközben felhívják a falósejtek figyelmét, amelyek az így megjelölt kórokozókat gyorsan felfalják.

A mintafelismerő receptorok segítségével a falósejtek képesek megállapítani a kórokozó azonosságát, és olyan fehérjéket (citokineket) termelnek, amelyek tudatják a többi immunsejttel, melyik stratégia a legalkalmasabb az adott kórokozó legyőzésére. A T- és B-sejtek „személyre szabott” választ adnak: receptoraik, ill. a termelt antitestek hihetetlen pontossággal ismerik fel az adott kórokozó molekuláinak apró részleteit (az antigének epitópjait). A kórokozóra adott „specifikus immunválasz” kb. hét-tíz nap alatt alakul ki, ezért a legtöbb akut fertőző betegségből ennyi idő után gyógyulni kezdünk.

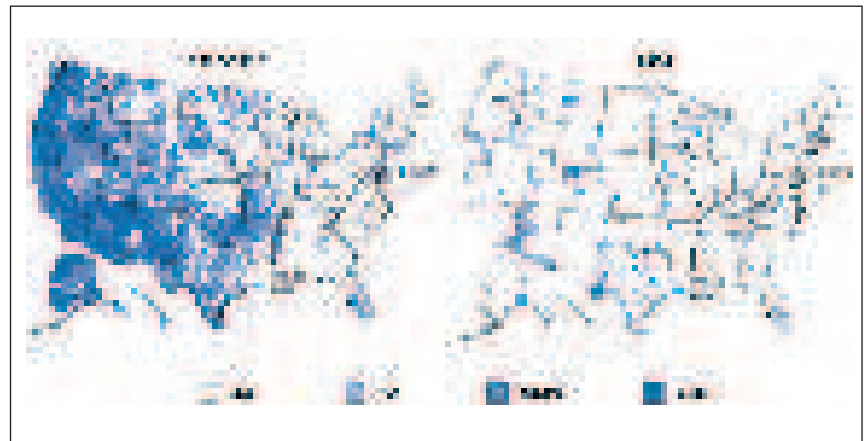
A T- és B-sejtek általában rövid életűek és a fertőzés elmúltával elpusztulnak. De kifejlődnek olyan *memóriasejtek*, amelyek „emlékezetben tartják”, milyen molekuláris min-

havírusok nagyon sokfélék, az egyik ellen kialakuló védelem nem véd meg a másikkal szemben.

A védőoltás célja az, hogy kiváltsa azoknak a B- és T-sejteknek, ellenanyagoknak és a memóriasejteknek a termelődését, amelyek egy adott kórokozó fertőzésével szemben képesek bennünket megvédeni. Tulajdonképpen be kell csapnunk az immunrendszer: egy ártalmatlan kezelés eredményeképpen el kell hitetnünk vele, hogy komoly fertőzésen estünk át.

Élő kórokozóval történő védekezés

A védőoltások kialakulása során először a nagyon súlyos betegséget okozó ágensek



Az ábra azt mutatja, hogy a májgyulladás (HA vírus) elleni védőoltás milyen drámaian csökkentette a megbetegedések számát az Egyesült Államokban

tái voltak az illető kórokozónak. Ha a fertőzés megismétlődik, a memóriasejtek azonnal aktiválódnak, szaporodni kezdenek, így a betegség másodszer, többször már nem tud kialakulni. Minél súlyosabb betegséget képes okozni egy kórokozó, annál több memóriasejt keletkezik, annál maradandóbb a „védettség”. A nagyon enyhe fertőzés (pl. nátha) csak rövid ideig tartó védelmet jelent, igaz, ebben az is szerepet játszik, hogy a nát-

elleni védettséget próbáltuk *kevésbé* súlyos betegséget okozó kórokozóval kialakítani.

A középkor szörnyű feketehimlő-járványai alatt a fertőzöttek túlnyomó többsége belepusztult a betegségbe, így alkalmanként a lakosság jelentős része kihalt. A kínaiak figyelték meg, hogy időnként azok, akik egy-egy ritka túlélőtől kapták el a betegséget, maguk is jobb eséllyel maradtak életben a fertőzés után. Rövidesen kialakult az a gyakorlat, hogy

a lábadozó, de még fertőző beteg himlős hólyagocskáiból származó anyaggal fertőzték meg az egészséges embereket, reménykedve a nem halálos kimenetelű betegségben.

A túlélésnek kétféle magyarázata lehetett, amit persze akkoriban senki nem tudott. Vagy a vírusnak egy enyhébb változata fertőzte meg a beteget, ilyenkor bevált a védekezés, vagy a túlélő rendelkezett nagyon hatásos immunrendszerrel – sajnos, ilyenkor a „védőoltásban” részesülő egyének meghaltak. A módszer – az isztambuli brit nagykövet felesége révén – Európába is eljutott, de nem vált széles körben használatossá.

Megfigyelték viszont, hogy azok a tehenészek, akik a szarvasmarhák vakcinia-betegségét (a himlőhöz hasonló, a bőr felhólyagosodásával járó betegséget) elkapták, jól átvészelték a himlőfertőzést. Az 1700-as évek vége felé egy vidéki angol orvos, *Edward Jenner* kísérte meg bizonyítani az észlelés igazát. Egy szellemi fogyatékos kisfiút fertőzött meg előbb a vakciniával, majd himlővel. A gyerek könnyedén túlélte a veszedelmes fertőzést és ezzel a – mai szemmel tudománytalannak és etikátlannak* tekinthető – kísérlettel új korszak kezdődött a fertőző betegségek elleni küzdelemben.

Az eljárás (akkor még nem ismert) alapja az, hogy a vakcinia és a himlővírus igen nagyfokú genetikai rokonságot mutat. Az egyik ellen kialakuló védetség megakadályozza a másik vírus által okozott betegség kialakulását.

A következő mérőföldkő *Pasteur* „legyengített” kórokozó elmélete volt. A lépfénével, majd a baromfikolerával végzett kísérletei során rájött, hogy az „enyhe” betegséget kiállt állatok a halálos kórt okozó baktériumokkal szemben is ellenállóvá váltak. A kórokozók „gyengítésére” – rendszerint hatásos, de kevésbé tudományos – eljárásokat alkalmazott (1882): öreg tenyészeteket, ill. veszettség esetén a fertőzött nyúl agyvelejének szárítását. Ezekkel a módszerekkel tulajdonképpen elpusztította a kórokozók túlnyomó részét. Az elölt kórokozó antigénjei is hozzájárultak az immunrendszer aktiváláshoz, a kevés, még élő mikroba így nem tudott halálos betegséget okozni.

Elölt kórokozót tartalmazó oltások

Az ezt követő évszázad lényegében ezen az úton haladt tovább: rájöttek, hogy a patogént formaldehiddel (formalin) vagy hőkezeléssel el lehet pusztítani, molekuláris mintázata ezután is képes kiváltani az immunválaszt. Ilyen elölt kórokozót tartalmaznak pl. az influenza elleni oltások, vagy pl. a Salk-vakcina, amely a gyermekbénulás ellen véd. Mint írtuk, minél súlyosabb a betegség, annál maradandóbb az immunválasz. Az elölt kórokozó viszont nem okoz betegséget, így hatása nem igazán időtálló. Időnként jó-

val nagyobb adagra, vagy ismételt oltásokra („emlékeztető oltás”) van szükség, hogy egyáltalán védetség alakuljon ki.

Nem a tudományos tények ismerete, hanem a véletlen próbálkozás vezetett arra a megfigyelésre, hogy azok a durva beavatkozások, amelyek erős gyulladást okoztak, elősegítették a hatásosabb védetség elérését. Asványolajat, főleg elölt baktériumokkal keverve, vagy alumínium-oxid szuszpenzióját adagolva az elölt kórokozóhoz, sokkal erősebb immunválaszt lehetett kiváltani, igaz, az oltás esetenként nagyon csúnya gyulladást okozott. Ezeket a gyulladáskeltő anyagokat adjuvánsnak nevezik, ezek a hozzájuk kevert kórokozó minőségétől függetlenül, minden idegen anyagra fokozott választ képesek kiváltani.

Az adjuvánsok működése a „veszély-jelző” receptorok működésén alapul. Mivel a mintafelismerő receptorok nem ismerhetnek fel minden (új) kórokozót, kialakultak *veszélyt* érzékelő receptorok is, amelyek nem idegen molekulákat ismernek fel, hanem olyanokat, amelyek csak a sejten belül fordulnak elő. A sejt pusztulásakor kiszabaduló anyagok, pl. az ATP veszélyt jelez: nem tudjuk mitől pusztult el a sejt, de elpusztult.



A himlő volt az első olyan betegség, amelyről védőoltással az emberiség képes volt megszabadulni. Napjainkban a világ legnagyobb része már mentes a gyermekbénulástól. Ahogyan a himlő esetében is történt, Afrika az utolsó kontinens, ahol még előfordul ez a rettegett betegség

Lehet, hogy ismeretlen ellenség okozta, tehát az immunrendszernek aktiválódnia kell. A veszély érzete, az adjuváns által kiváltott gyulladás erősíti fel az elölt kórokozó jelenlétére adott immunválaszt.

Az előlően kívül van a kórokozó „gyengítésének” egy érdekesebb módja is. A mikrobiális világ többmilliárd féle élőlénye közül alig pár száz olyan baktérium, gomba, féreg vagy vírus van, amelyek képesek az embert megfertőzni. Ennek oka a hatásos

immunrendszer. Azok a „profi” kórokozók, amelyek mégis betegséget tudnak okozni, évmilliók óta együtt élnek, együtt fejlődnek velünk. Evolúciójuk sebessége lépést tart immunrendszerünkével (ha lassabb, kipusztulnak, ha gyorsabb, kipusztíthatják a gazdafajt).

Valahányszor kialakul a védekezésnek egy-egy új stratégiája, a kórokozóknak meg kell találniuk a módját, hogy azt hatástalanítani tudják. Mivel nagyon sokrétű védelemmel vagyunk felvértezve, csak olyan élőlény tud fertőzést okozni, amely betegségokozó gének (ún. virulenciagének) tucatjait hordozza. Mivel a különböző gerincesek immunrendszere nagyon eltérő, kevés olyan kórokozó létezik, amely sokféle állatban egyaránt súlyos betegséget tud okozni. A legtöbb patogén specializálódik, csak egy (vagy néhány rokon) faj immunrendszerének kijátszására szakosodik.

A mikrobák génállománya nagyon változékony, cserélgetni is képesek génjeiket és a mutációk előfordulása elég gyakori. Könnyű belátni, ha egy kórokozót más állat sejtjeiben szaporítunk – különösen, ha nem élő állatban, hanem immunrendszer nélküli sejtenyészeten tesszük –, a kórokozó viszonylag gyorsan elveszti virulenciagénjeit, hiszen nincs szüksége ezekre. A folyamatot attenuálásnak

nevezik. Néhány tucat generáció után olyan baktériumot vagy vírust tudunk előállítani, amely az eredeti gazdába visszajuttatva nem tud betegséget okozni, vagy a fertőzés kimenetele nagyon enyhe lesz.

Az attenuált kórokozót által okozott könnyű betegség hozzájárul a tartós védetség kialakulásához, így nem kell adjuvánsot használni. A védetség erősségét és tartósságát nagyon jól lehet fokozni emlékeztető oltással: ilyenkor a már meglévő immunitás

megvéd a tünetek kialakulásával szemben, ugyanakkor hatásosan felfokozza a memóriasejtek számát és a keringő ellenanyagok szintjét. Ilyen legyengített vírusokat tartalmazó vakcina pl. a gyermekbénulás ellen védő Sabin-csepp (amelyből azért kell hármat adni a gyermekeknek, mert háromféle vírus képes előidézni a betegséget).

A napjainkban használt oltóanyagok rendkívül megbízhatóak és veszélytelenek, különösen azok, amelyeket a gyermekeknek kötelező módon adnak. Minden ellenkező híresztelés aljas rágalom. Jól illusztrálja a körültekintő tervezést pl. a gyermekbénulás elleni védekezés. Először az elölt vírusokat tartalmazó oltást kapják a kicsik, majd ezután az élő vírus. Az utóbbiak közel életre szóló masszív immunválaszt váltanak ki, de immunhiányos gyermekekben súlyos betegséget okozhatnak. Igaz, hogy csak 1–2 ilyen akadna pár százezer gyermek között, de az elölt vírussal végzett elő-immunizálás (ami rövidebb védetséget adna) őket is meg tudja védeni a következményektől. A kombináció tehát optimális: maradandó védetséget biztosít, gyakorlatilag nullára csökkentve a potenciális veszélyt. Erdemes megjegyez-

szervezetekkel már életfontosságú gyógyszereket (inzulin, eritropoetin, véralvadási faktorok stb.) is sikerült előállítani. Megnyílt az út olyan vírusok és élőlények kialakítása előtt, amelyek nem okoznak betegséget, vagy csak nagyon enyhe tüneteket, viszont hatásos immunválaszt kiváltására képesek.

Számos olyan vírust és baktériumot ismerünk, amelyek fertőzése tünetmentes, vagy majdnem az. Ezek genetikai átalakításával rákényszeríthetjük őket arra, hogy más, veszedelmes betegségek kórokozójának immunogén (immunválaszt kiváltó) fehérjéit hordozzák. Az ilyen jótékony „génpiszkált szörnyek” más kórokozók fertőzése ellen képesek hatékony védetséget nyújtani anélkül, hogy betegséget okoznának.

Az egyik sikertörténet a rettegett vesztség ellen kifejlesztett állatorvosi vakcina, amely Európa nagyobbik részét (hazánkat is beleértve) gyakorlatilag veszteségmentessé tette pár év alatt. A vadon élő állatok – gyakran légi úton szétszórta – élő vírust tartalmazó csalétekkel lehet védetté tenni.

Kórokozómentes védőoltások

Az utóbbi évtizedekben megtanultuk, hogy egyes vírusok képesek arra, hogy géneiket beilleszkék az emberi DNS-be. Érthető módon a kutatók elborzadtak attól a gondolatától, hogy a védőoltással idegen nukleinsavat juttassanak a szervezetbe. Tekintve, hogy az immunrendszer választát legjobban fehérjékkel lehet kiváltani, érthető módon a figyelem a kórokozók tisztított fehérjekomponensei felé fordult.

Az „alegység” vagy „split” vakcinák nem tartalmaznak örökítő anyagot, csak azokat a fehérjéket (esetenként lipideket), amelyek ellen a kialakuló válasz képes megakadályozni a későbbi fertőzést. Ilyen oltóanyagot nemcsak a kórokozó „alkatrészeinek” kitisztításával lehet előállítani, hanem genetikailag módosított sejtek vagy élőlények felhasználásával is. Rekombináns baktériumok, egysejtű gombák vagy állati sejtek tenyésztői, de akár hernyók is szerepelnek „fehérjegyárként”. A kórokozó nagy mennyiségben termelt fehérjéje viszonylag egyszerű módon, igen nagy tisztaságban előállítható vakcinálási célra.

A májgyulladás B vírusa által okozott betegség gyakran krónikussá válik, és évek alatt májcirrózishoz, májrákhoz vezethet. Ezért nagyon fontos a megelőző védekezés, lehetőleg a szexuális élet megkezdése előtt, mert vérel, testnedvekkel terjedő, kivételesen fertőző kórról van szó. A jelenleg alkalmazott védőoltás a vírus egyik fehérjéjét tartalmazza, amelyet egysejtű (élesztő)gombák termelnek. A kevésbé immunogén fehérje mellett adjuvánst kell alkalmazni. Igazán hosszan tartó védetség csak három egymást követő (emlékeztető) oltás eredményeként alakul ki.

Mint korábban kifejtettük, a tartós védetség eléréséhez egy kis fertőzés vagy „veszély” előnyös, ami a tisztított fehérjétől nem várható el. Az immunológiai kutatások során viszont felfedezték azokat a bizonyos mintafelismerő receptorokat és azokat a molekulákat, amelyeket ezek felismernek. Kiderült, hogy viszonylag egyszerű szerkezetű molekulák az „idegenek” ismertető jegyei. Ha ezeket a „mintamolekulákat” hozzákeverjük a tiszta fehérjéhez, az immunrendszer úgy reagál, mintha valódi fertőzésnek lenne kitéve és robosztus választ lehet kiváltani.

Ezzel megint egy újabb fejezet látszik kezdődni a vakcinálás történetében: kétszeresen is becsapjuk az immunrendszert: nem kórokozóval „fertőzünk”, hanem annak csak egy ártalmatlan darabjával, ráadásul elhittetjük az immunsejtekkel, hogy komoly veszély fenyeget, erőteljes immunválaszra van szükség.

Fejlesztés alatt álló vakcinák

Két olyan fertőző ágens van, amelyek milliókat érintenek, és amelyek ellen eddig minden védőoltás hatástalannak bizonyult;



Ha a gyermekbénulás szövődményeképpen a légzőizmok működése is károsodik, a beteget csak gépi lélegeztetéssel lehet életben tartani. A kép az 1950-es években készült, egy amerikai kórház poliórészlegét mutatja, ahol a nővérek a „vastüdővel” lélegeztetett betegeket ápolják. Sokan hátralevő életüket ezekben a gépekben kényszerültek eltölteni!

ni, hogy az utolsó hazai járványban, 1957-ben vagy 150 gyermek halt meg, a több ezer beteg egy része pedig élete végéig béna végtagokkal vagy vastüdőben kellett, hogy éljen.

Rekombináns vakcinák

A XX. század végén a biotechnológia kifejlődése új típusú vakcinák kifejlesztéséhez vezetett. A genetikailag módosított

A kutatók a vakcinia vírusának DNS-ébe építették be a veszteség egyik fehérjéjét. A vírus szájon át fertőz, szaporodik, de betegséget nem okoz. Tartós védetség alakít ki rókákban, kóbor kutyákban, sünökben, kis ragadozóknak és madarakban (természetesen háziállatok immunizálására is alkalmazható). Ennek eredményeképpen veszteséggel fertőzött ember évek óta nem fordult elő a védett területeken.

a HIV és a malária. Az előző esetében az a gond, hogy éppen a védettség kialakulásában döntően fontos „segítő” T-sejteket fertőzi, és a védő hatású ellenanyagokkal kombinálódva – más vírusoktól eltérően – fertőzőképes marad. A malária kórokozója



A gyermekbénulás ellen hatásos védőoltásról első oldalán, öles betűkkel számolt be a korabeli újság. A hírt egy paralízisben szenvedő betegnek mutatja a nővér

pedig, egy sajátos genetikai trükkkel képes százféle „kabátban” megjelenni, változtatni felszíni fehérjéjének összetételét.

A HIV esetében a kutatások feltárták, hogy vannak egyének, akiket képes megvédeni immunrendszerük a fertőzés után. Ezek véreből olyan ellenanyag-molekulákat tudtak kitisztítani, amelyek a különböző HIV vírusok 97–98%-át hatástalanítani tudják. Ezeknek az immunoglobulinoknak a szerkezetét már megfejítették, így várható, hogy a következő években megoldódik ipari méretben a termelésük. Ez olyan áttörést hozhat a szegény országok AIDS elleni küzdelemében, mint amelyet a fejlett országokban elértek a HIV elleni „gyógyszerkocktél” kifejlesztésével.

Hasonlóan optimizmusra adhat okot az a felfedezés is, ami valószínűleg magyarázza, miért hatástalanok a malária elleni védőoltások. Mint kiderült, a parazita még a bőrben alapozza meg a vérsejtekben történő szaporodását. Zseniális trükkkel olyan immunsejtek (ún. reguláló T-sejtek) kifejlődését segíti elő, amelyek a későbbiekben gátolják a hatásos immunválasz kialakulását. Ebben az esetben a védőoltást megfelelő immunmoduláló anyagokkal kell majd kombinálni, hogy hatástalanítani lehessen a parazita befolyását.

Nagyon hasonló a helyzet a daganatos betegségek ellen tervezett, fejlesztés alatt álló vakcinák esetében is. Itt a tumorsejtek módosítják, gátolják a hatásos immunválaszt a malária kórokozójának mintájára. A tumorellenes védőoltások célja a daganatsejtek iránt kialakuló tolerancia megtörése, hogy utat engedhessünk a természetes ölösejteknek

és a rosszindulatú szövet sejtjeit pusztítani képes T-limfocitáknak.

Ahogy fejlődik a tudomány, ahogyan egyre többet megtudunk a mikroorganizmusok életéről és saját szervezetünk működéséről, egyre tökéletesebb védőoltásokat tudunk előállítani. Egyre hatásosabb védelemmel tudjuk ellátni magunkat (és háziállatainkat, sőt, mint láttuk, még a vadállatokat is). Ezzel párhuzamosan, még a komplikációk minimális kockázatát is mind csekélyebbre tudjuk korlátozni.

Az életünk során folyamatosan változik, hogyan reagálunk különböző „idegen” molekulákra. Az újszülöttek immunrendszere még kicsit éretlen, az időseké pedig kevésbé, vagy egyáltalán nem tud hatékony választ kialakítani. Sok gyermekbetegség felnőtt korban igen súlyos komplikációkat képes okozni. Számos olyan kórokozónk van, amelyek alig okoznak betegséget vagy akár csak tüneteket, mégis, lappangva elősegítik vagy előidéznek daganatos betegségek, keringési betegségek vagy krónikus gyulladással körkötött (pl. reuma) kialakulását.

Mindezek figyelembe vételével alakult ki a védőoltásoknak az a rendszere, amely a fejlett országokban általánosan elterjedt és a kutatások eredményeképpen ez újabb vakcinák révén egyre bővül. Az ideális az lenne, ha gyermekkorban minden olyan kórokozó ellen védetté tudnánk tenni az embereket, amelyekkel későbbi életük során találkozhatnak. Ez egyelőre megoldatlan, de reményeink szerint mind közelebb kerülünk hozzá.

A vakcinálás nem csak a védetteket védi. A „csordahatásnak” nevezett jelenség révén előnyös azok számára is, akik nem kaptak oltást. A védettek nem terjesztik a betegséget, ergo minél több védett van, annál kisebb az esélye annak, hogy egy nem-védett valakitől elkapja a fertőzést. Sajnos, ezzel egyesek visszaélnék. Kihasználják azt, hogy a lakosság többsége megkapta a védőoltást, így biztonságban érezhetik magukat vagy oltatlan gyermeküket. Ennek az a veszélye, hogy exotikus (azaz fejletlen) országokba látogatva súlyos, gyakorta halálos fertőzésnek is kitéhetik magukat vagy gyermekeiket. A társadalom érdeke, hogy mindenki lehetőleg minden olyan védőoltást megkapjon, ami indokolt. A társadalomnak kell fellépnie azok ellen az ostoba ideológiák és mozgalmak ellen, amelyek a védőoltások ártalmairól hazug mendemondákat terjesztenek. Nem lehet eléggé hangsúlyozni: az orvostudomány leghatásosabb és legolcsóbb eszközei a vakcinák a fertőző betegségek elleni küzdelemben!

E számunk szerzői

DR. BOTH ELŐD csillagász, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója, Budapest; BORSÓS TIBOR, ELTE Kémiai Doktori Iskola, Budapest; DOSZTÁLY KATINKA vegyész, PhD-hallgató, ELTE Kémiai Intézet, Budapest; DR. DUDA ERNŐ egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem, Szent-Györgyi Albert Orvos- és Gyógyszerésztudományi Centrum, Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Biológiai Intézet, Szeged; FARKAS CSABA újságíró, Szeged; DR. FÁBIÁN TIBOR ny. egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Budapest; GYÖNGYÖSI ZÉNÓ PhD-hallgató, ELTE Földtudományi Doktori Iskola, Budapest; HARACSKA LAJOS, MTA Szegedi Biológiai Központ Mutagenézis és Karcinogenezis Csoport, Szeged; DR. HORVÁTH TÜNDE régész, PhD, Magyar Tudományos Akadémia Bölcsészettudományi Kutatóközpont Régészeti Intézete, Budapest; KAPITÁNY KATALIN olvasószerkesztő, Természet Világa, Budapest; KOCSSIS ZSUZSA, ELTE-MTA Lendület Motorezimológiai Kutatócsoport, Budapest; DR. KÓSA GÉZA kertészbotanikus, a Nemzeti Botanikus Kert vezetője, MTA ÖK ÖBI, Vácrátót; KOVÁCS MIHÁLY, ELTE-MTA Lendület Motorezimológiai Kutatócsoport, Budapest; KRISTÓF GERGELY egyetemi docens, BME Áramlástan Tanszék, Budapest; NÉMETH GÉZA szerkesztő, Természet Világa, Budapest; DR. OLÁH-GÁL RÓBERT egyetemi adjunktus, Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszereda, Románia; PATKAI ZSOLT meteorológus, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; PÉTER NORBERT PhD-hallgató, BME Pattantyús-Ábrahám Géza Gépészeti Tudományok Doktori Iskola, Budapest; SALMA IMRE egyetemi tanár, ELTE Kémiai Intézet, Budapest; SIMON TAMÁS tudományos újságíró, Origo.hu, Budapest; DR. SZABÓ M. GYULA csillagász, MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Budapest; DR. SZABÓ RÓBERT csillagász, MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Budapest; SZÜTS DÁVID, MTA Természettudományi Kutatóközpont Lendület Genom Stabilitás Kutatócsoport, Budapest; WEIDINGER TAMÁS egyetemi docens, ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest.

NÉMETH GÉZA

Repülj Buddhával!

Nepál

Még meg sem érkeztem Nepálba, máris ízelítőt kaptam az országból. Úgy két órája várakoztam sokadmagammal Újdelhi repülőterén felszállásra várva, amikor végre konkrét információt kaptunk: Katmandu repülőtere a köd miatt beláthatatlan ideig nem fogad. Szó, ami szó, a kora reggeli órákban az indiai fővárosra is elég sűrű köd telepedett, de éltem a gyanúperrel, hogy a katmandui reptér műszaki felszereltsége megrekedt még valahol a múlt század közepi állapotoknál. Végül átrepültük a Himalája déli előhegyeit és baj nélkül betont fogtunk. Ekkor újabb meglepetés ért. Azt már tudtam, hogy Újdelhi olyan időzónában fekszik, mely nem egy, hanem félórát ugrik, ha keletnek haladunk, ám Nepál még ehhez képest is negyedórával előrébb tart; azt hiszem, e téren világviszonylatban is egyedülálló.

Már laoszi utamnál is drasztikusan csökkent a csoportlétszám (a szokásos 10-12 helyett háromra), itt meg aztán végképp. Már két hónappal elutazásom előtt megtudtam, hogy az angliai székhelyű irodának e januári időpontra nem sikerült több utast toboroznia, úgyhogy egymagam alkotom a csoportot (szerencsére csak csekély ráfizetéssel járt). Így aztán kaptam egy helybeli túravezetőt, autót sofőrrel, szállás gyanánt pedig egy

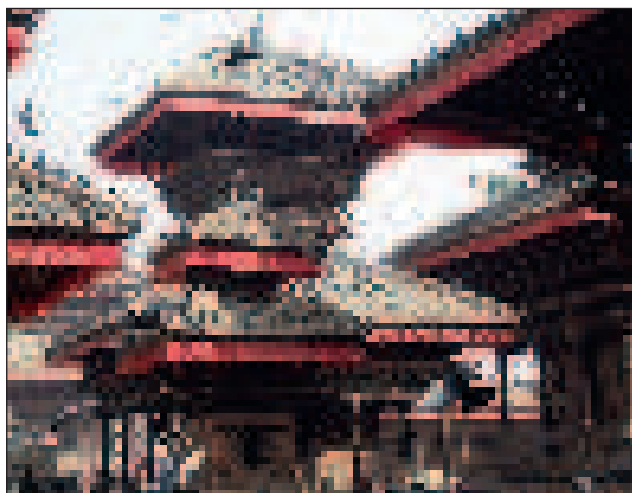
hajdanvolt palotába fuvaroztak. A Shanker a XX. század elején épült egy a király fölé emelkedett miniszterelnöki dinasztia, a Rana jóvóltából, aztán 1964-ben alakították át hotelemé. A hajdani pompa a külsőre (mintha kis-sé befűjták volna tejszínhabbal), továbbá az előcsarnok káprázatos fafaragványaira, bútorzatára korlátozódik, a szobák nem különösebben elegánsak, ráadásul ketté is vágják őket. Nemcsak hosszában, hanem keresztben is. Az eredeti helyiségek belmagassága olyan nagy volt, hogy úgy gondolták, miért ne válasszák szét horizontálisan is. Ilyenképpen pl. az ablak felső része nekem jutott, az alsó meg az alattam lakónak.

Aki Katmanduban nem járt a *Durbar tere*n, semmit sem látott (más kérdés, hogy még két hasonló, és ugyanilyen nevű tér van a szomszédos városokban). Ez a régi királyi negyed, tele palotákkal, templomokkal, szentélyekkel, galambokkal, emberekkel, akiknek egy része turista, a többi meg helybeli, és vagy a lábát lógatja, vagy megpróbál rásózni valamit a külföldiekre. A vöröstéglás, káprázatos fafaragásokkal díszített építmények zöme a XVII–XVIII. századból származik, s bár 1934-ben egy földrengés során sok kárt szenvedtek, újjáépítették őket, ha nem is mindig eredeti formájukban. Egyébként valamennyi a *newar* etnikumhoz tartozó mesterek keze

munkája, miként országszerte úgy 2500 különféle hasonló építmény is. A legimpozánsabb a városnak is nevet adó hármastetőstű Kasthamandap templom, de amúgy nehéz a választás. Be sem teszem a lábam egyikbe sem (annyi hindu templomot láttam már); a tér önmagában olyan atmoszférát sugároz, hogy órákat lehet böklászni a körmökén, ami egyébként már jó ideje világörökség.

A tér egyik oldalában áll a Kumari Bahal, az élő istennő háza. Háromszintes, vöröstéglás épület, a szokásos fafaragásokkal. Némi pénzért (belépődíj) az egyik ablakban megjelenik maga az istennő, aki – egy kislány. A Kumari Devi intézménye az 1700-as évek második fele óta létezik, eredete elég homályos. Némiképp hasonlóan választják ki, mint a Dalai Lámát, mégpedig kizárólag a *newar* etnikum arany- és ezüstműves kasztjából. Négy-tíz év körüli kislányok lehetnek a jelöltek, megfelelő horoszkóppal, de számít a szemük színe, a fogaik formája, a hangszínük, összesen 32 alapkövetelménynek kell megfelelniük. De még ez sem elég. A jelölteket egy első-tétített szobába zárják, ahol rémséges zajok hallatszanak, szörnymaszkos férfiak táncolnak. Aki a legnyugodtabban viseli a tortúrát, az lesz a kumari és családjával beköltözik a házba. Évente néhányszor jelenik meg

A katmandui Durbar tér



Szüvenírek és newar fafaragványok minden mennysiségben



a város utcáin, legfőképpen egy szeptemberi vallási fesztiválon, amikor díszes hintón hordozzák körbe Katmanduban. Addig marad kumari, amíg az első vérzése meg nem jön, aztán újat választanak. Úgy tartják, kumarit feleségül venni szerencsétlenséget hoz, ettől függetlenül ezek a lányok, amint

Pár éve Nepált még úgy emlegették: „a himalájai királyság”. A Himalája maradt, a királyság eltűnt. Az említett Rana-familia már a XIX. század közepe óta a király fölött állt, ám a múlt század közepétől a népnek egyre inkább elege lett autokrata uralmukból, úgyhogy némi indiai segítséggel eltakarították őket. A királyok visszavették hatalmukat, a végén még többpárti demokráciával is kísérleteztek, ám 1996-ban a nepáli kommunista (maoista) mozgalom felemelkedésével polgárháborús állapotok uralkodtak el. 2001. június elsején vérengzés zajlott le a királyi palotában. Dipendra koronaherceg megölte apját, anyját és hét további családtagot, majd öngyilkos lett. Tettének oka állítólag az volt, hogy családja ellenezte nőülvételét, pontosabban a választottját. A megölt király fivére ült a trónra, akit 2006-ban a képviselőház megfosztott címétől és az ország államformáját szövetségi köztársaságra változtatta. E döntés 2008-ban lépett életbe, az ezt követő választásokat pedig megnyerte a maoista párt, mely egy évre rá a vele koalícióra lépett Nepáli Kommunista (marxista-leninista) Párt vezetőjének adta át a miniszterelnöki hatalmat. Ezek fényében nem meglepő, hogy az országban úton-útfélen látni sarló-kalapácsos és vörös csillagos jelképeket. Valamiféle kommunizmusnak azonban egyéb jelét nem látni. Viszont végre béke van, tűrhetően fejlődik a gazdaság, mindemellett óriási a munkanélküliség. Becslés szerint kerekén 2 millió nepáli kénytelen külföldön, főleg a Perzsa-öböl államaiban és Malajziában munkát vállalni. Velük volt tele oda-vissza a gép, a reptéren pedig olyan plakátokkal reklámozzák magukat a bankok, hogy apu rajtuk keresztül küldi haza a pénzt a képen ábrázolt csonka családnak, hogy a sok földi jót meg tudják venni.

Apu, persze, mindezt látástól vakulásig dolgozik valami építkezésen, mondjuk Dubaiban, és még mindig óriási az igény a külföldi munkára. Ha hotelemből a központ felé mentem, elhaladtam a belügy épülete mellett, ahol ezerszám álltak útleveleért vagy miért a férfiak.

Ha az óvárostól északnak tartunk, megérkezünk Katmandu „turistagöttőjébe”, a Thamel negyedbe. Még a hippikorszakban vált felkapottá, és népszerűsége a hátizsákosok körében töretlen; teljes a wi-fi-lefedettség, szó szerint pár forintért lehet külföldre telefonálni, itt van a legtöbb vendégház, jobbfajta, de azért nem drága étterem, bár és elképesztő mennyiségű ajándékbolt. Hamis CD-k, DVD-k minden sarkon, ruhaüzletek százszámra, és annyi szuvenir, hogy ha azonnal leállnának a további gyártásával, akkor is kitartana a készlet a jövő századig. Annak dacára, hogy nincs főszezon, rengeteg a turista, nem meglepő módon sok a fiatal kínai nő, akik rogyásig tömött szatyrokkal téblábolnak egyik ruhaüzlettől a másikig. Én is megszabadulok pár dollártól, nem bírok ellenállni egy jó szabású, jakgyapjúból készült dzsekinék, meg egy kaszírpulovernek.

Nepáli utazásom – önmagam számára szabott – egyik előfeltétele volt, hogy a programból nem maradhat ki a *Chitwan Nemzeti Park*. Ez a 100–800 méter közötti magasságú, javarészt síkvidéki, szubtrópusi jellegű vidék az Indiába is átnyúló termékeny Terai régióban fekszik. Neve azt jelenti: a dzsungel szíve, ami nem egészen fedi a valóságot, hiszen szavannás vidékei is vannak. A XIX. század végétől jó ideig a nepáli uralkodó osztály kedvenc vadászterülete volt, habár Katmanduból az 1950-es évekig jörszerűen csak gyalog volt megközelíthető és az út heteket vett igénybe. De ha már az urak ott voltak, maradtak is hónapokig és kedvükre ölték a tigriseket, orrszarvúakat, leopárdokat. További nyomásként nehezedett a különleges élővilág területre, hogy az északabbi dombvidékekről egyre több szegényparaszt települt át ide, hogy termőföldhöz jusson. A 60-as évek végére a Chitwan erdeinek mintegy 70 százalékát kiirtották (DDT-vel!), és annak ellenére, hogy először a rinocéroszok kaptak viszonylagos védelmet, már csak 95 példány maradt a húsz évvel korábbi 800-hoz képest. A nemzeti parkot 1973-ban alapították. Az idők folyamán területét kissé növelték és pufferzónákat is létrehoztak. Itt még vannak települések és a lakosság a téli időszakban megengedik, hogy az embermagasságúnál is nagyobbra növő fűből bizonyos mennyiséget levágjanak, ha takarmánynak, vagy kunyhóik újrafedéséhez szükségük van rá.

Nagy reményekkel érkeztem meg a vendégházak sorozatát felvonultató kis faluba, hiszen szállásom közelében, szó szerint a kertek alatt, már ott a vadon. Bemelegítésként elvittek a közeli „elefánttelepre”. A Chitwanban nincsenek vadon élő elefántok,



Katmandu házrengetege

hallottam, teljesen normális életet élnek uralkodásukat követően.

Túl sok előzetes elképzelésem nem volt Nepálról. Afféle miniatűr Indiát vártam, ami, persze, merő ostobaság, hiszen a déli szomszéd óriási és ezerszínű, Nepál pedig hozzá képest csak „százsínű”, kicsi (másképp Magyarországnyi, 28–30 millió lakossal), de azért mégis: bár van saját nyelvük (a nepáli kb. a lakosság felének anyanyelve), a hindi írást használják, a pénznem szintén rúpia, itt született Buddha, ám ennek dacára a népesség kb. 80 százaléka hindu és itt is létezik kasztrendszer. Nepálban viszont nincsenek vallási ellentétek, legalábbis messze nem olyan élesek, mint a déli szomszédnál. India gazdag, tömérdek szegénnyel, Nepál nagyon szegény, de azért itt nincs olyan tömegmértetű feneketlen nyomor, mint amott, ráadásul megindult némi fejlődés (a külvárosokban azért látni néhány kisebb szörnyűséges bódénegyed). A szegénység sokkal jellemzőbb a vidéki, isten háta mögötti régiókra, ahol viszont nem jártam. Egyszóval „same, same, but different”, vagyis ugyanolyan, csak más. Ez a nyugati hátizsákosok körében módfellett kedvelt, egyébként thaiföldi eredetű kifejezés egész Délkelet-Ázsiában és Indiában is elterjedt és a szóban forgó országok hasonlóságára utal, ahol ezért mégis elég nagyok a különbségek.

legfőbb a szomszédos védett területekről téved át néhanap néhány bika, viszont tartanak pár tucatot. Elég szomorú látni a leláncolt lábú behemótokat, melyek, ha majd teljesen megszeliődnek, alighanem turistákat fognak fuvarozni. Szaporítják is őket, ami a szerény látogatóközpont megfakult fényképei alapján a következőképpen történik. Egy mahout (elefánthajcsár) felül a bika hátára és miközben az a nőstényen próbál tevékenykedni, irányítja, kormányozza.

Hajnali hétkor még akkora köd települ a Chitwanra, hogy amikor első tereptúrára visznek csónakkal, nem látom a víz túloldalát. (Déltájban, amikorra kiderült, kiderült, hogy a folyó nemigen szélesebb 15–20 méternél). Úgy félórát, ha haladtunk, ám a világon semmit se láttam, néhány merész, vagy szintén rosszul látó vízimadár kivételével. Aztán be, gyalog az erdőbe-mezőbe. A fű és a ritkásan eloszló fák kivételével gyakorlatilag semmi – és bár a Chitwan iránti érdeklődésem nem lankadt, optimizmusom annál inkább. Na, majd délután, a dzsiptúrán, mely mélyen bevisz a park belsejébe. Két békés mocsári krokodil egy patakparton és néhány

kig tartják őket, majd visszatelepítik a folyó környékére. Így is elég kevés példány marad életben, úgyhogy a faj az IUCN besorolása szerint súlyosan veszélyeztetettnek számít. Megjelenésbeli különlegességük a nagyon hosszú és keskeny állkapocs, az oldalirányban ellaposodott farok, és a hengeres testforma, mely kiválóan alkalmassá teszi a vízben való mozgásra, ám szárazföldön esetlenebbek a többi krokodilnál. Viszont a gaviálok élnek a leghosszabb ideig valamennyi krokodilfaj közül.

Volt szerencsém néhány nagyon ritka állatfajt látni szerte a világon, tigrist azonban még nem. Ennek legfőbb oka, hogy még nem is jártam az élőhelyükön. A Chitwanban viszont élnek tigrisek, még hozzá bengáliak, a legutolsó népszámlálás szerint úgy 100 példány. Tekintve, hogy a park területe nem egészen 1000 négyzetkilométer, aránylag csekély esélyem volt, hogy akár egyet is megpillanthassak. Így is történt – tigris sehol, leopárdról nem is beszélve. Önmagam megnyugtatósa végett megkérdeztem egyik parkfelügyelőt, mikor látott itt tigrist utoljára. Azt felelte, tíz éve dolgozik a parkban, de még soha.

az is csak állat. Eltelik egy óra, kettő, néhány szarvas bámészkodik a magas fű között, orrszarvúnak azonban nyoma sincs. Rajtunk kívül még vagy négy-öt elefántos csoport kering a terepen, a mahoutok kissé emelt hangon üvöltöznek egymással, ki mit lát. Amúgy nem kizárt, hogy az elefántok is kommunikáltak egymással. Ezt az emberi fül számára hallhatatlan infrahanggal teszik, és néha volt olyan érzésem, hogy az elefánt belseje határozottan rezonált alattam. A légzése nem lehetett, mert rendszertelenül érzékeltem. Az viszont kevésbé valószínű, hogy az orrszarvúakról beszélgettek. Bő három órával (ugyanis jócskán rátektem az időre) az indulás után, szürkületkor, egyik mahout jelzi, hogy lát egy anyát a kölykével. És csakugyan, a bozótokban ott legel egy behemót, nála nem sokkal kisebb borjával. Minthogy az elefánt még általában is mocorog kissé, a mellettem ülő család nem kevésbé, no meg, mert erősen szürkül, talán egy-két használható képet sikerült készítenem róluk. A lényeg, hogy megvolt. Eddig csak fotón, filmen láttam ezt a fajt és mindig olyan érzésem volt, mintha valamiféle páncélt viselne. Pedig nem, csak ilyen a bőre. Az is feltűnő jellegzetességük, hogy az afrikai rokonokkal ellentétben csak egy szarvuk van, ami voltaképp nem szarv, hanem tülök, anyaga pedig szaru.

Pokhara városa a térképen nincs túl messze Katmandutól vagy a Chitwantól, azért mégis elég hosszú a kanyarokkal, emelkedőkkel megbolondított, főleg teherutó-forgalommal terhelt út. Az ötvenes évek elején a fővárosból ide eljutni még tíznapos kalandtúra volt, normális út nem létezett. Pokharát is a hippik fedezték fel a Nyugat számára a 70-es évek elején, nyugis, csendes hely volt, bőséges marihuána-ellátmánnyal. A hippik mára eltűntek, a polgárháború véget értével visszatértek a turisták, akiknek ellátásáról rengeteg hotel, vendégház, étterem, bár gondoskodik, megspékelve nem föltétlenül izléstelen szuvenírtömeggel, továbbá rengeteg a borbélyműhely és masszázslehetőség, hogy a hegyi túrákról visszatérők rendbe hozhassák testüket-lelküket. Kapható mindenféle, a hegyi túrázshoz szükséges felszerelés, ugyanis a közeléből egy csomó magashegyű túraútvonal indul, köztük az egyik leghíresebb nepáli túra, az Annapurna Circuit, melyen a résztvevők úgy két és fél hét alatt megkerülik (ha bírják) az Annapurna-masszívumot. Az Annapurna ugyanis nem egy csúcs, hanem hat, mely közül a legmagasabb az I-es számot viseli és a világ elsőként meghódított nyolcezrese. Jó kis szobát kaptam, pazar kilátással a Himalája fővonulatára – már ha egyáltalán lehetne bármit is látni, de nem lehet. Távozásom reggelén földerengett a masszívum egy része, aztán a csaknem hétezeres Machhapuchhare csúcs, mely formája után a halfarok nevet kapta. Amit valójában láttam – a hotelem tőszomszédságában áldogáló ha-



A Boudhanath sztúpa

madár – nagyjából ennyi. A mocsári krokodil a szubkontinensen és környékén előforduló három krokodilfaj egyike. Nem túl nagy, 4–5 méter hosszúságú hulló, viszont a legszélesebb pofájú valamennyi társa közül. Ahhoz, hogy egy másik krokodilfajt is lássunk, már tenyésztelepre kell mennünk. A gaviálok vadonbeli egyedszáma 2003-ra 38 (!) egyedre csökkent itteni élőhelyük, a Narayani folyó környékén. Azóta évente begyűjtik a tojásaikat és mesterségesen keltetik ki őket a központban, ahol 3–4 éves kora-

De ha már indiai rinocéroszt se látok, csakugyan baj lesz. Ehhez nem terepjárót, hanem elefántot vetettek be szállítóeszközként, egy négytagú katmandui családot fogtam ki úitársakul (két kislgyerekekkel). Kétórás útra fizettem be, de ha valaki már ült elefántháton, tudja, hogy egy is elég sok. Az elefánt úgy megy, hogy dőcög, billeg, egyszerűen irlagmatlanul kényelmetlen az ücsörgés a hátára installált faszkeretben. Van viszont egy hatalmas előnye. Minden állathoz közel lehet férközni vele, azok ugyanis nem félnek tőle, végtére is

zikók, a legközelebbi udvarában pedig tehén bögött rendszeresen.

Pokhara két részre oszlik: a turistanegyed a Phewa Tal-tó partvidéke körül nyúlik el, az óváros, ettől jóval északabbra található, de messze nem olyan látványos, mint a katmandui. Az viszont már befelé jövet feltűnt, hogy jó néhány hatalmas, és a helyi fogalmak (rikító színek) szerint bizonyára szép ház is áll a sok lepukkant, szegényes otthon mellett. Kiszolgált gurkák építették, volt miből, igaz, megszállták érte. Volt valamikor, a XVI. században a mai Nepál nyugati részén egy Gorka Királyság, mely a XVIII. század utolsó harmadában az egész Katmandui-völgyet uralma alá hajtotta és konfliktusba keveredett a Brit Kelet-indiai Társasággal. 1814-ben két évig tartó háború dúlt a nepáliak és a brit indiai hadseregbe. Brit kötelékben harcoltak az első, majd a második világháborúban is, sőt, máig is, főként békefenntartóként (indiaiak és nepáliak egyaránt). Szolgálati idejük minimum 16 év, 350 ezer forintnak megfelelő havi zsoldot kapnak, és elérték, hogy ugyanannyi nyugdíj illesse meg őket, mint brit társaikat. Csak a legkiválóbbakat veszik fel, kökemény fizikai követelményeknek kell meg-



Hindu vándorszerzetes (szadhu)

felelniük. A toborzás itt, Pokhara környékén folyik, de az ország minden részéből jönnek jelentkezők.

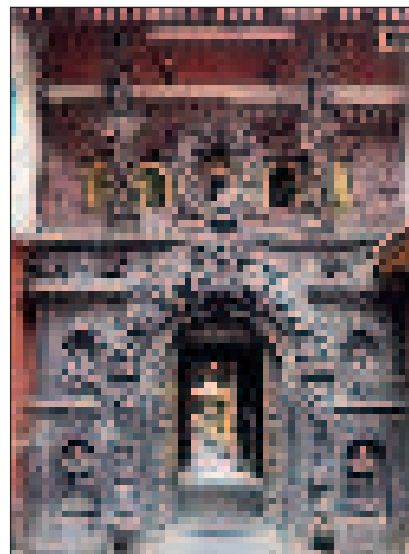
Bandipur csupán 80 kilométerre fekszik Pokharától, de többnek tűnik. A ma tízezer városka a XVIII. század közepe táján jött létre egy kis magyar faluból, itt találkoztak a Katmandui-völgyből érkező newar kereske-

dők, utóbb pedig fontos állomás lett az India és Tibet közötti kereskedelmi útvonalon. (A félreértések elkerülése végett, a magyar és a magyar nem rokon nép; ők mongoloidok.) A newarok hozták a kultúrájukat is, mely ma is minden téren megmutatkozik. Jelentőségét akkor veszítette el, amikor a 70-es években megépült a Katmandu-Pokhara főút, melyen mi is jöttünk-mentünk és jó 700 méterrel emelkedik a Marshyangdi-folyó látványos, helyenként szurdokszerű völgye fölé. Olyannyira mellékvágányra került, hogy csaknem a közelmúltig a monszun időszakában szinte megközelíthetetlen volt, mígnem 1998-ban épült egy rövid, szerpentes bekötőtűt. Idegent csak elvétve látok a központ szépen rendbe hozott, kávéházakká, éttermekké, ajándékboltokká átlényegült házakkal szegélyezett rövid főutcáján, másutt persze még annyit sem. Régi, szegényes falusi házikók (egyiken-másikon *igazi* palatető), meredek, inkább ösvényre hajazó utcák, melyeken fölmálházt asszonyok cipelnek iszonyatos terheket, más asszonyok, jórészt idősek, a házak tornácán szalmából szövögetnek valamit; orrukban, fülükben, csuklójukon arany(nak tűnő) piercing, ékszer. A környező dombokon teraszok sokasága várja az esőt, hogy végre művelésbe vehessék őket. Mintha megállt volna az élet... vagy talán mégsem. Épp vége a tanításnak, egyenruhás gyerekek özönlenek kifelé. Tapasztalatból tudom, egyenruha-féle akkor jut a szegény világ gyermekeinek, ha iskolájukat valamilyen egyház kezeli. És csakugyan, Nepál egyik legjobbnak tartott középiskolája van itt, a Notre Dame, amit japán katolikus apácák alapítottak 1985-ben. Az írástudatlanok aránya országosan csökkent ugyan az elmúlt évtizedben, de még mindig 34 százalék körüli, viszont a beiskolázási arányt, ami elsősorban a lányok körében volt alacsony, négy év alatt 75-ről 90 százalékra tornázták fel.

Este gyertyafényes vacsora a vendégházban. Nem a romantika miatt, hanem az egész országot napi rendszerességgel sújtó krónikus áramhiány okán. A Shankerben és pokharai szállodámban volt aggregátor, másutt este hat-hét körül elment a villany. Utolsó vidéki szállásomon, Nagarkotban már a recepció tábla fogadott, melyen közölték, hogy a hét melyik napján mely időszakokban nincs villany. És nem is volt.

Nagarkot elszórt házból álló falu a Katmandui-völgy keleti oldalában, 2100 méter magasan. Hotelem erkélyéről eszményi panoráma nyílik a Himalája főgerincére, tele nyolcezeresekkel, de persze (miként Bandipurból sem) nem nyílt semmi, csupán a hegylábi teraszos földekre, ami csekély, de legalább szép vigasz. Nyílt viszont a söröm a vacsoránál, de olyan elemi erővel, hogy a pincér rémületére beterítette az egész asztalt. Többnyire az Everest márkával barátokoztam, de ha nem volt, ráfanyalodtam a Nepal Ice-

ra. Már tudtam, hogy ez utóbbi üvegei kizárólag heves habexplózióval nyílnak, akárcsak egy andezitos-riolitos vulkán... És mit tett a



Bhaktapuri szentély bejárata

pincér... Ujjával igyekezett befogni az üveg száját, s miután ez úgy-ahogy sikerült, sűrű bocsánatkérések közepette azon mód töltött a poharamba. Az ujjal befogós technikát régről ismertem Indiából. Európában ilyenkor ..., de hát mondjam? Most küldjem vissza másikért a szerencsétlent, amikor csak segítőkész volt? Megittam úgy. A Nap előtt keltem, bízva az időben, és csakugyan – a pirkadat kirajzolta a horizontra a hatalmas hegység főgerincét, ám mihelyt a vörös korong felbukott, az óriási csúcsok ismét belevesztek a párába. Seba, van még egy dobásom.

Vissza Katmanduba. A dombok magasából most láttam rá először a városra, a három-négyszintes színes házak irlagmatlan, zsúfolt tömegére, mely minden részletet elfed. Ismét megkapom az első napon már megismert helyi idegenvezetőmet, ezúttal előbb két nevezetes buddhista templomot kerestünk fel. A *Swayambhunath*, más néven Majom templom (nyilván kitalálják, miért – mert sok a majom) a legszentebb kegyhely a nepáli buddhisták számára. A város nyugati részén egy dombtetőn emelkedik, valószínűleg az V–VI. században épült, központjában egy hatalmas sztúpával, melyet mindenféle szentélyek és persze imamalmok vesznek körül. Pörgetik is őket rendszeresen a zarándokok, s habár némelyikük külsőre úgy fest, mintha egyenesen a világ végéről, valami középkori időkből érkeztek volna, a digitális meg a mobilos fényképezőgépek kattognak rendre. Vezetőm kissé csodálkozott, hogy csodálkozom egy mobilozó szerzetes láttán, végtére is haladnak a korrall.

A *Boudhanath sztúpa*, közelebb a belvároshoz egy kerek tér közepén emelkedik, ez

viszont a tibeti (menekült) buddhisták legszentebb helye Nepálban, mellesleg az egyik legnagyobb a világon. Ezerszínű tömeg, imazászlók, virágfüzerek, szöttesek, füstölőpálcikák, pörgő imamalmok – majdhogynem vásári kavalkád. Vezetőm beirányít egy műhelybe, ahol aranykezü mesterek angyali türelemmel Buddha-kombinációkat festenek papírra, tényérnyitől a négyzetméteresig. Ha a mintázat parányisága úgy kívánja, a legfinomabb jakszőrecsettel. Nem bírom megállni, hogy két apróbbat ne vegyek. Aztán, amint kifordulok a főútra, egy anya állít meg, karján csecsemővel. Tört angolsággal előadja, nem pénzt kér, hanem csak annyit, vegyek a kicsinek a közeli boltban gyermektápszert. Jó. Kiválasztok egy dobozzal. Megfelel? Igen, de ez csak egy napra elég, vegyek nagyobbat. Veszek. Végül is, ha már az imént otthagytam negyven dollárt a képekért, egy nepáli kisgyerek egyheti ételme még belefér.

És ismét hinduizmus! A *Pashupatinath* templom a világ egyik legfontosabb Sivatemplomának számít, a főváros keleti részén, a Bagmati-folyó partján terül el; valójában egész komplexum. Az eredeti templomot kb. a VI. században építették, aztán az 1600-as években szinte újjávarázsolták és számos egyéb építménnyel bővítették, az eredetit ugyanis jórészt fölzabálták a természet. A gazdagon díszített építmények, szentélyek között a zarándokok és bámeszkodók között bőséggel látni (sáfránysárga ruhában, vagy majdnem anélkül) szadhukat, vagyis asketikus életmódú vándorszerzeteseket is. A most éppen csak pár méter széles, mocsos vízű, ám roppant szent Bagmati egyik partján éppen két-három halottat égetnek, a másiktól meg a családtagok és bámeszkodók nézik a máglyákat. A hamvakat a patakba szórják, pár méterrel odébb gyerekek pancsolnak a vízben. Emlékszem, az indiai Varanasiban csak suttomban lehetett fényképezni a halottégetést (így is majdnem megverték), itt senki sem korlátozza. Mellette áll egy hospice-ház, a halálra készülők utolsó „otthona”. Magába a főtemplomba csak buddhisták mehetnek be, a nyitott kapun át csak Nandi, a Siva-szentély őrző bika részszobra, pontosabban annak fenéke látszik, irtózatossá méretezett herékkel.

Katmandutól macskaugrásra fekszik Nepál két gyöngyszeme, *Bhaktapur* és *Patan* (hivatalos, mai nevén Lalitpur). Mindkettő tiszta középkori hangulatot áraszt, dús (nemritkán pajzán, erősen erotikus töltetű) fafaragványokkal ékesített newar stílusú templomaival, palotáival, szentélyeivel, az immár szokásos Durbar térre kifutó szűk utcáival, lesüllyesztett, medenceszerű kútjaival.

És akkor jöhet az utolsó dobásom – az Everest-repülés. Ezt nem úgy kell elképzelni, hogy az embert fölviszik a hegy fölé, hanem inkább csak feléje, és oldalról rá lehet látni. Már Pokharában kiszúrtam, hogy Nepálban létezik egy *Buddha Air* ne-

vű légitársaság (meg Yeti is), és elgondolkodtam, hogy hangzana mondjuk az, hogy Jesus Airlines, Fly Mohamed, vagy Shiwa Airways... Mit tesz isten, pont a Buddha egyik Beechcraft 1900D típusú, 16 személyes gépébe igyekeztünk beszállni reggel 8-kor, csak hát (mondtam én az elején, hogy komoly gondok lehetnek a katmandui reptér technikai felszereltségével), a köd miatt várni kellett. Miközben a büfében nézelődtem, mit láttam: Tibi csokit! Ez meg hogy kerülhetett oda? Másfél óras késéssel felszálltunk, kaptunk egy térképfélet, hogy a csúcsokat be tudjuk azonosítani, bár engem név szerint egyik sem érdekelt, csakis a látvány. Nem rossz, nem rossz, de amikor az ember úgy 5000 méter körül repül erős hétezersek előtt, bevallom, tízezer méter magasságból, mondjuk, a Tiensan, közvetlen felülről izgalmasabb. Húsz perc után a stewardess közli,

vitt és a 8 órás gépre jelentkeztek be, de mind már nem kaptak helyet, úgyhogy átírtatták a 9 órára. Ami, mint tudjuk, már nem szállt föl.

Az Everestől jut eszembe, tudják, ki az a *serpa*? Persze, a magashegyi teherhordó a Himalájában. Nos, nem egészen. Egy kb. 150 ezres lélekszámú etnikai csoport, az Everest előterében élnek 4000 méter körüli kis falvaikban. Mivel jól bírják a magasságot, közülük toborozták az első Himalája-expedíciók teherhordóit, hegyvezetőit, így aztán a magashegyi teherhordó színönimájává vált a nevük.

Túravezetőm, Ram „hivatalos búcsúvacsorára” visz egy jobbfejta katmandui étterembe, ahol ettől függetlenül a földön (látatlan faszékecskén) kell ülni, irgalmatlanul kényelmetlen pózban. Bemelegítőnek kapunk valamit rizspálinkát, sült halat, sült húst, rizst és *dalt*, az elmaradhatatlan lencsefőzeléket, amit



Forognak az imamalmok (A szerző felvételei)

viszsa kell fordulnunk, mert az Everest előtt annyi a felhő, hogy a közelébe se tudnánk jutni. Nem éreztem nagy csalódást, ha eddig megvoltam nélküle, most már eztán is kibírom valahogy. Aztán tíz perc múlva újabb közlemény: most meg, újabb köd miatt, nem tudunk leszállni Katmanduban. És meddig tudunk még fenn maradni? Még úgy egy órát. Nem húzom tovább, tíz perc múlva megkaptuk a leszállási engedélyt, a befizetett 190 dollárból meg 130-at vissza, úgyhogy elégedetten tértem vissza hotelembé. Mindez 2011. január végén történt. Epilógus: ugyanazon év szeptember 25-én reggel ugyanez a gép leszállás közben, rossz látási viszonyok között, dombnak ütközött, lezuhant, mind a 16 utas és a háromfős személyzet meghalt. Idegenvezető barátom kis magyar csoportot

állaga folytán akár levesnek is nevezhetnének. A lencse plusz rizs kombinációt, a bhalat *dalt* a nepáliak akár kétszer is eszik naponta, nekem egyszer is sok volt. Nekem a lencsefőzelékben legyen babérlevél! Hogy akkor mit ettem az úton? Nos, szinte minden második nap momót, ami ugyan tibeti eredetű, de immár Nepálban is afféle nemzeti eledelnek számít. Egyébként húsos derelye, a hús leginkább csirke, de egyszer merészen rávetődtem a jakhúsos változatra is. Speciális szósszal fenomenális.

Búcsúzól a katmandui reptéren pontosan hétszer ellenőrzik útleveletem, repülőjegyemet, táskámat, testi motozás mogyorózással egybekötve, még a gép feljáróján is. Új rekord. Viszont Ujdelhibe átrepülve ismét láttam a Himaláját!

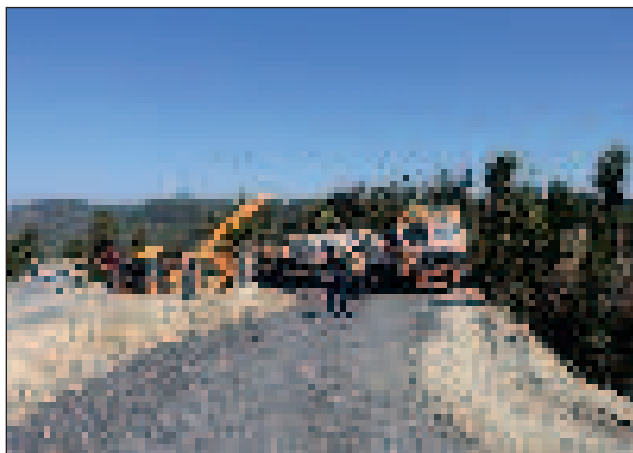
Folyadéktükros távcsövek

Már Isaac Newton rájött arra, hogy a forgó folyadékfelszínnek a nehézségi erő és a centrifugális erő egyensúlyának eredményeképpen paraboloid alakot vesznek fel. Ez a folyadéktükros távcső működésének fizikai alapja. Newton tudta, hogy a távcső készítéséhez paraboloidtükör kell, az ő korában azonban a forgó folyadéktükör műszakilag még megvalósíthatatlan volt. Az ötletet 1982-ben Ermanno Bora elevenítette fel, majd 1994-ben Paul Hicksonnal (Brit-Columbiai Egyetem, Kanada) elkészítettek

néhány milliméter. A forgórész tömege 10 tonna, amely légpárnán forog, percnként 8,5 fordulat sebességgel. Tekintélyes tükör-átmérőjével a világ legnagyobb távcsövei közé tartozik.

A folyadéktükros távcsövek legfőbb előnye, hogy olcsók. A nagy zenittávcső például egymillió dolláros költségvetéssel készült. Egy hasonló átmérőjű, alumíniumozott üveg-tükör távcső körülbelül 100-szor ennyibe kerül. Amellett a folyadéktükros távcsövek karbantartási igénye is csekélyebb. Ugyanakkor a legfőbb hátrány természetesen az, hogy csak

Ezek az óriások – napjaink sok működő nagy távcsövéhez hasonlóan – úgynevezett alkalmazkodó optikával készülnek, ahol a tükör felületét folyamatosan a légkör mindenkor állapotához igazítják, így korrigálva a légköri zavarokat. A nagy zenittávcsőnél kipróbálták, hogy a műszert lézerral kombinálva olyan „lidar” (lézeres radar) készíthető, amelyik a majdani óriástávcsövek igényeit kielégítő pontossággal tudja a légköri változásokat követni, elsősorban annak köszönhetően, hogy fénygyűjtő felülete 100–500-szor akkora, mint a jelenleg használt lidaroké.



A távcső fő szerkezeti elemei 2012. márciusban érkeztek a Himalájába, a 2450 méter magasban fekvő obszervatóriumba

(Forrás: EASO, <http://www.aeos.ulg.ac.be>)



A Himalájában létesítendő folyadéktükros távcső foglalatának öntése. A műgyantát a forgó tálba öntik, hogy felülete minél jobban megközelítse a higany kívánt felületét, így kevesebb higany kelljen a működéshez (Forrás: EASO, <http://www.aeos.ulg.ac.be>)

egy 2,64 méter átmérőjű higanytükros távcsövet, később amerikai egyetemek számára építettek egyre nagyobbakat. A NASA megrendelésére 3 méter átmérőjű műszert építettek, amelyet a Johnson Űrközpontban, majd később Új-Mexikóban az űrszemét követésére használtak.

A kísérletek során bebizonyosodott, hogy a higany alkalmas a folyadéktükör készítésére. Megállapították azt is, hogy az erősen mérgező higanyfelület csak egy-két napig párolog veszélyes mértékben, utána oxidréteg képződik a felületén, ami megakadályozza a párologást, így a tükör védőálarc nélkül is megközelíthető.

A tapasztalatokat felhasználva épült meg Brit-Columbiában, Vancouver-től 70 km-re keletre a Folyadéktükros Obszervatórium, benne a nagy zenittávcső. A higanytál átmérője 6 méter, a folyadék vastagsága csupán

a zenit környékét tudják megfigyelni, vagyis az égbolt forgását kihasználva az ég egy keskeny sávját. Felbontóképessége hasonló az ugyanolyan átmérőjű hagyományos távcsövekéhez. Ennek a nagyon pontos és egyenletes forgatás a titka. Az első kísérleteknél a forgatás pontossága csak 1 ezrelék volt, emiatt a higany „lötykölődött”, használhatatlanná téve a képet. Később a forgási sebesség ingadozását 9 milliomodrészre sikerült leszorítani, ami már tökéletes képalkotást eredményez.

A nagy zenittávcsövet elsősorban kozmológiai vizsgálatokra és szupernóvák detektálására használják. Legújabbban kiderült azonban, hogy a jövő nagy távcsövei tervezéséhez, üzemeltetéséhez is jó szolgálatot tehet. Az Egyesült Államokban már tervezik a harminc méteres távcsövet (TMT), az Európai Déli Obszervatóriumok pedig a 39 méter átmérőjű, rendkívül nagy távcsövet (E-ELT) tervezi.

Eközben a Himalájában fekvő Devasthal közelében két, már működő csillagvizsgáló szomszédságában tervezik egy igazán magashegyi körülmények között működő, 4 méteres folyadéktükros távcső építését. Felmerült egy több higanytükros távcsőből álló hálózat létesítésének a gondolata is. A távlati tervek között a Holdon létesítendő, előbb kisebb, de később akár 100 méter átmérőjű távcső építése is szerepel. A Holdon azonban nem használható a higany, mert az a holdi éjszakákon megfagy. Ezért különböző ionos folyadékokkal (lényegében olvadt sókkal, illetve különféle szerves folyadékokkal kísérleteznek, amelyek a holdi körülmények között is folyékonyak maradnak, amellet nem párolognak.

A Sky and Telescope
2013. áprilisi cikke nyomán
összeállította: BOTH ELŐD

HORVÁTH TÜNDE

5500 éves település a Balaton partján

Második rész

Az írás első részében az érdeklődők a globális késő rézkori világ térképezésével ismerkedhettek meg. A cikk második részében a korszak egyetlen, szinte teljesen feltárt lelőhelyét mutatom be a Baden-komplexumon belül.

A Balatonöszödön feltárt lelőhely (1. ábra) a környezettörténeti kutatások szerint a vizsgált időszakokban a mainál mintegy 1–1,5 méterrel magasabb vízállású, és ezért jóval kiterjedtebb Balaton és a beléje ömlő kisebb vízfolyás (Öszödi vízfolyás) torkolatában feküdt (ma 2–2,5 km távolságra fekszik a tó partjától). A késő rézkorban más lelőhelyekhez hasonlóan egy vízpartot követő ún. vízparti település jött létre. A vízfolyás mai medrének ismert hosszúsága 18 km. Ennek mindkét partján, tehát kb. 36 km-es sávban vándorolt a késő rézkor embere állataival. A lelőhelyhez legközelebbi településláncot azzal szemben, Szőlád határából ismerjük, míg a part azonos szakaszán Andocs mellett került elő a következő állomáshely, a lelőhelytől kb. 8 km távolságban. Sajnos régi és feldolgozatlan ásatásról van szó, de egy különleges, csak itt előforduló agyagtípus és egy szintén speciális kerámiajegye alapján arra következtetünk, hogy ugyanazok a badeni emberek létesítettek itt is egy időszakos települést. Lehetnek ennél közelebbi településláncok is a vízfolyás mentén, ezek hollétéről azonban egyelőre még nincs információnk, mivel a területen nem végeztünk szisztematikus, ehhez kapcsolódó kutatást.

Az előkerült leleteken a régészeti leírás és feldolgozás mellett specialisták végeztek további vizsgálatokat; az állat- és embercsontokon, a kagylókon, a kerámia- és kőleleteken archeozoológiai, antropológiai, izotópos és geológiai leírások is készültek, és adataikat, megállapításaikat bevontuk a régészeti értelmezésbe. Végül emberi és állatcsontokon radiokarbonos, a kerámialeleteken pedig termolumineszcens módszerrel végzett kormeghatározások készültek, amelyek alapján meghatároztuk a leletek és a lelőhely korát.

Településszerkezet

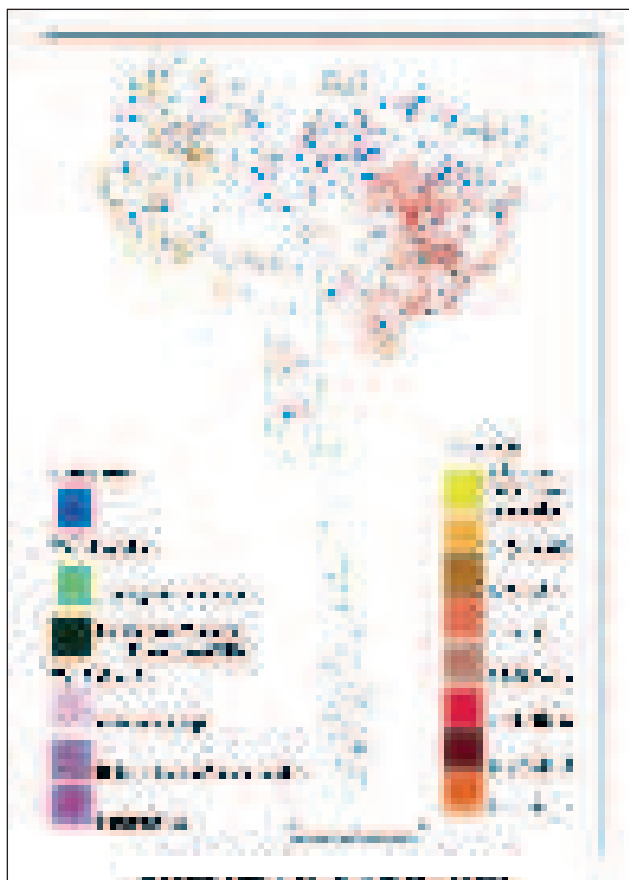
A középső rézkorban létesített település nem mutatott nagy rendezettséget. Közel 50 gödörből és két, földbe ástott, egymás mellett álló kútból állt Kr.e. 4000–3700 között. Egy kisebb hiátust követően, a késő rézkorban a Boleráz kultúra települése követte Kr.e. 3500 körül. Ehhez a népcsoporthoz további, feltehetően rokoni kapcsolatban álló közösségek érkeztek Kr.e. 3350-től (Baden és Kostolác).

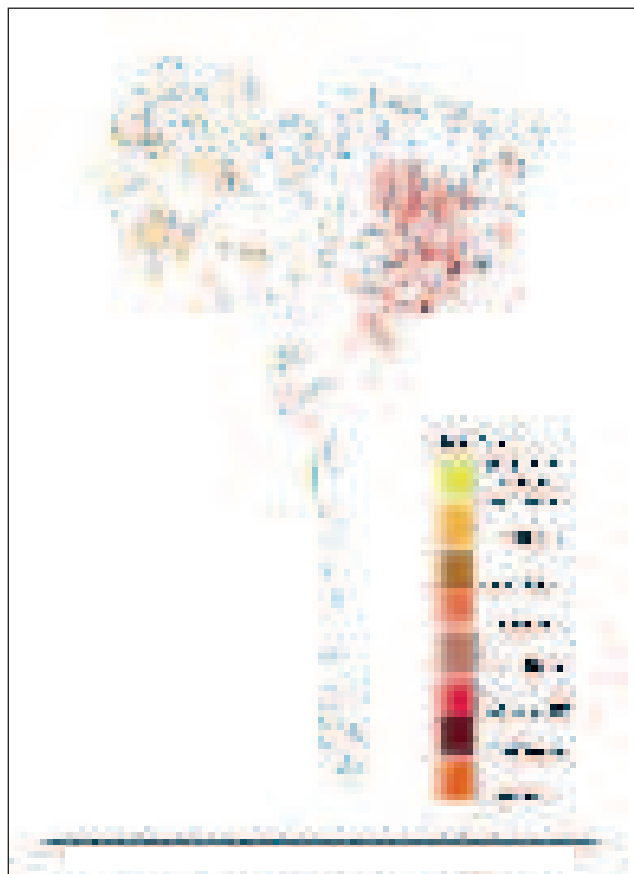
Bár a középső rézkorban és a késő rézkorban a kerámia készítéséhez ugyanazt a helyi, a vízparttól származó agyagot használták, és hasonló módon készítették, az égetés minősége és hőfoka ekkor már fejlettebb volt.

A késő rézkorban létrejött település hosszan húzódott a part mentén (2. ábra): mintegy 1000 gödör, a dombtetőn négy ún. cölöplábakon álló faépület, és kb. 100 kemence tartozott hozzá. Ekkor újra kitisztították és használták a középső rézkorban létesített két kutat is, az egyiket áldozati célra (3. ábra). A földbe ástott jelenségek fölött kiterjedt, az intenzív használatból leletekben gazdag kultúrreteg terült el. A település a dombhátak vonalát követve rendeződött, és a házak száma alapján kis létszámú, néhány

alapcsaládból álló nagycsalád számára nyújtott szállást. Az objektumok kisebb csoportjai rendezettséget árultak el, amelyek viszont később, még a késő rézkor idején további bolygatást szenvedtek. Emiatt a települést hosszú ideig, de időszakosan lakott, folyamatosan visszatérő azonos vérségi alapon szerveződött közösségek fáljaként írtuk le. Nyilvánvalóan a legtöbb beásás és lelet a késő rézkor időszakába tartozik, ezért erről a korszakról tudunk a legtöbb információt szerezni.

1. ábra. Balatonöszöd–Temetői dűlő lelőhely őskori kulturái





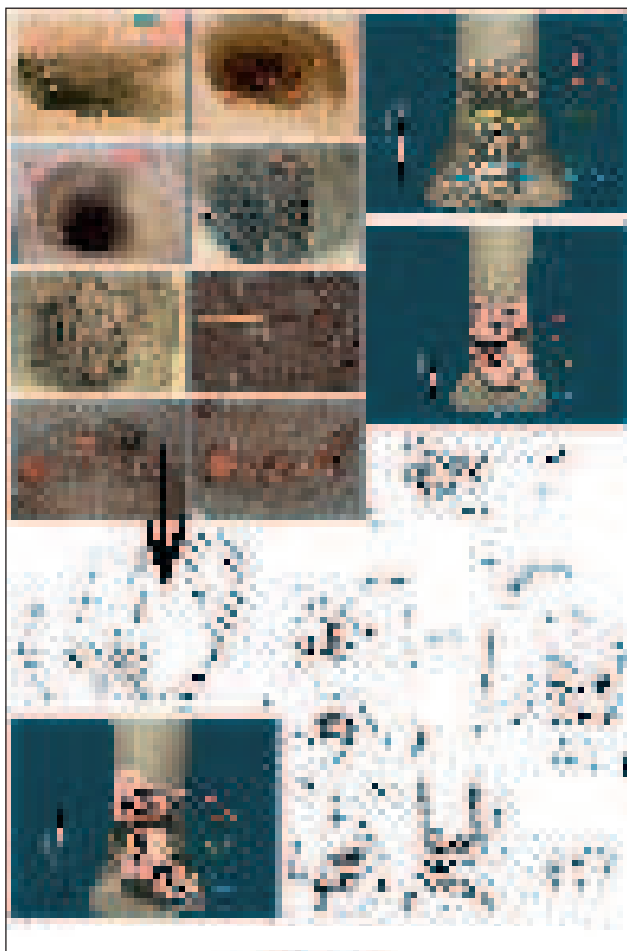
2. ábra. Balatonöszöd–Temetői dülő késő rézkori kultúrái

A kora bronzkori település a középső rézkorhoz hasonlóan nagyfokú szórtságot mutatott, és kb. 35 gödörből állt. A dátumok alapján a késő rézkori közösségek egészen Kr.e. 2300–2000 körülig élhettek itt (ez a kora bronzkor végének felel meg), a Somogyvár–Vinkovci dátumok pedig Kr.e. 2000–1800 közötti időszakot mutatnak. Ez alapján több-fajta értelmezés fogadható el, amely szerint az alapvetően késő rézkori Baden és a kora bronzkori Somogyvár–Vinkovci csoportok akár találkozhattak is egymással a területen, de követhették is egymást. A Somogyvár–Vinkovci kultúra szintén a helyi, folyóparti településen az élelmiszert feltehetően tartósították: mély, füstölésre alkalmas aknakemen-cék, és sóleparláshoz szükséges eszközkészlet is napvilágra került. A háziállatok mellett halásztak és némi vadállomány is a telepre került. Növénytermesztésnek nyoma szinte alig vehető észre: egyetlen kisböggrében találtunk elszenesedett kölest, és a még kiegészítés előtt álló edények puha agyagfalába látható néhány növényi levél, ill. szemtermés-lenyomat. Az

Életmód

A középső és késő rézkori közösségek nagy-lókat fogyasztottak (ínségeledel vagy luxus fogyasztási cikk is lehetett) és ékszert is készítettek belőle, ez a kora bronzkorban már nem volt kimutatható. A háziállatok mennyiségi sorrendje a juh, szarvasmarha, kuty (fogyasztási célra is!) sorrendet követte, a késő rézkorban kiegészülve a sertéssel és a lóval. A késő rézkorban a szarvasmarha volt

a legértékesebb állat: bár számban a juhok megelőzték, egyetlen szarvasmarha kb. 4–5 juhnak felelt meg, és áldozati állatként is jelentősebb szerephez jutott, az emberrel volt egyenértékű. A Boleráz–Baden viszonylatában a háziállatok sorrendje hasonló, számban viszont fontossági sorrendjük már különbözik, úgyszintén a nemek és életkorok megoszlásában. A Baden időszakban véres áldozati célra több fiatal és nőstény állatot öltet le. A ló ritkán, de megjelent a leletek közt, egyelőre még nem lehet eldönteni, hogy vad vagy házi alanyokról van-e szó, és hogy milyen célra vadászták vagy tartották őket (hús-fogyasztás vagy egyéb szerep). A késő rézkori településen az élelmiszert feltehetően tartósították: mély, füstölésre alkalmas aknakemen-cék, és sóleparláshoz szükséges eszközkészlet is napvilágra került. A háziállatok mellett halásztak és némi vadállomány is a telepre került. Növénytermesztésnek nyoma szinte alig vehető észre: egyetlen kisböggrében találtunk elszenesedett kölest, és a még kiegészítés előtt álló edények puha agyagfalába látható néhány növényi levél, ill. szemtermés-lenyomat. Az



3. ábra. A 1099. gödör–1. kút. A rendkívül szűk, 1 méteres átmérőt el nem érő kútakna felső rétegeiben állatsontokban gazdag szintet, 3–4 méteres mélységtől 10 emberi csontvázat tártunk fel, amelyek radiokarbon koruk alapján feltehetően a késő rézkori badeni kultúrához tartoznak. A kútaknát eredetileg a középső rézkorban, a Balaton–Lasinja kultúra emberei ásták, a kút alján e kultúrába tartozó leletek voltak. Radiokarbon adat S-70 emberi csontvázból: Kr.e 3340–3090 között

eszközkészlet feltűnően nagyszámú, dekoratív kerámiaedényből állt, ezek jó részét azonban függesztő-fülekkel látták el a könnyebb mozgathatóság és szállítás érdekében. A tejtermékek feldolgozására a vaját rázással készítő eljáráshoz alkalmas vajköpülő edények is megtalálhatók közöttük. A vadászatra és harcra, komolyabb fa-megmunkálásra alkalmas tárgyak helyi és regionális könyversanyagokból készültek pattintással és csiszolással. A nyersanyagokat főként a Balaton északi partjáról szereztek be. Az életet és a vándorlást az állatok (szarvasmarha) igába fogása és különböző szállítójárművek segítették. A bolerázi időszakban egy még kerék nélküli, ún. villás csúsztató vagy csúsza megléte utaló ökörfej-plasztika, a badeni időszakban kocsikerékmodellek és a 1612. gödörben feltárt egyik szarvasmarha szarván látható iga okozta kikapás került elő ennek bizonyítéka-

ként (4. ábra). Előbbit a cölöplábas épületekkel és a pecsétlőkkel együtt nyugat-közép-európai késő rézkori társadalmak fejlesztették ki, utóbbit a keleti sztyeppék népei közvetítették a badeni kultúra felé.

A szakrális élet

A Baden kultúra emberei intenzív szakrális életet éltek a lelőhelyen (3–6. ábra). Ennek lenyomataként kb. 85 gödörben tártunk fel emberi és állati csontvázakat és maradványokat, amit számos kultikus edény és tárgytypus is megerősít. A véres áldozatokat feltehetően a badeni időszakban beálló társadalmi, gazdasági konfliktusok idézték elő. Az áldozatok azonban oly számosak és gazdagok, amelyekből a problémák folytonosságára, nagyságára következtetünk, valamint arra, hogy az áldozatokat előírás szerint, különböző forgatókönyvek alapján, de egységesen végezték,

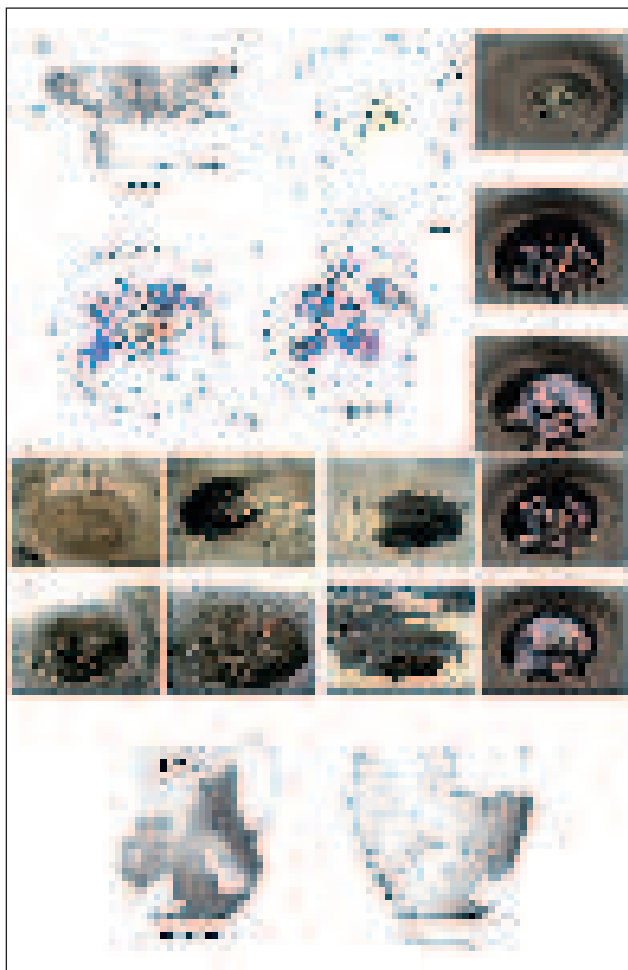
kollektív közösségi céllal. Bár a Baden időszakban ismerünk az ország területén önálló, a településektől elkülönült temetkezőhelyeket is (Alsónémedin közel 60, Budakalászon pedig 460–500 temetkezés lehetett), a településen előkerült 77 emberi egyed száma megdöbbentően sok. Am ezt a számot a település egész életére kell vetíteni: talán kb. 1000 évre. Az itt és más badeni településeken feltárt egyedek halálának oka sokáig rejtély volt a régészek előtt, és betegségekre, járványra, háborúra is gondolni lehetett. Ezen a településen egy emberi és egy szarvasmarha egyeden azonban konkrétan meg lehetett állapítani a halál okát: egy gerincbe fúródott pattintott nyílhegy és az állkapcspon kőbalta okozta lyuk árulkodott arról, hogy ezeket az egyedeket valóban lemészárolták. A feláldozott emberek között gyakori a patológiás elváltozások előfordulása, amely arra utalhat, hogy a testileg hibás (sánta, púpos, süket, vak) embereket előszeretettel választották ki áldozati

céla, talán mivel torzságuk miatt egyébként sem voltak a társadalom teljes értékű tagjai. A véres áldozatok bemutatását tűz, valamint étel- és italfogyasztás kísérte: az áldozati gödrökbe vagy azok közelében fekvő gödrökbe különleges tárgy- és edénytypusok is kerültek, bizonyítékául a teljes ceremónia-sorozatnak. A különleges tárgytypusok között megemlítenők a Boleráz időszakra jellemző piros festéknyomos pecsétlők: ezekkel valamilyen puha, szerves anyagot díszítettek. Az elképzelések szerint ez ruha, textil, emberi bőr, de szent kenyértészta is lehetett. Érdekes, hogy soha nem került elő kettőnél több egy településen, és azok mindig más típusúak díszítésükben és alakjukban. Talán két különböző leszármazási ágazat vagy család tulajdonait jelölték velük. A különleges kultikus tárgyak közt azonban a legkiemelkedőbb lelet egy agyagból kiégetett, férfiarcot ábrázoló maszk fél töredéke volt. Ez a lelet élethűen formázott meg egy olyan arcot, amely europid vonású,

4. ábra. A 1612. áldozati gödör. Felső rész (1–4. szintek): 8 kutyacsontváz, 5. szint: S-45 emberi csontváz, 6. szint: 34 juhcsontváz, szarvasmarha csontvázrészek. Radiokarbon adatok: kutya csontvázból, felső szint: Kr.e. 3140–2990 közt. Juh csontvázából, 6. szint: Kr.e. 1960–1860 közt



5. ábra. A 203. áldozati gödör. Az 1. szint: kutya bal oldalon fekvő csontváza, fejjel É felé. 2–3. szint: S-66 kb. 1,5 éves gyerek csontváza, teljes szarvasmarha-csontváz, juhok és sertés vázrészei és csontvázai. A szarvasmarha-bika csontvázából mért radiokarbon adat: Kr.e. 3130–3000 között





széles arcú, ún. eurymorph típus. A korszak embertani komponensei között alapvetően a hosszú agykoponyájú és keskeny arcú típusok (mediterrán) dominálnak. A lelőhelyen az embertani leletek közt egyetlen temetkezés képviseli ezt az eurymorph típust, gracilitásában azonban ez alpi jellegű embertípust ábrázolhat (1277. gödör, S-31, nő), és hasonlóságot mutat az egykori Ötzi jégemberrel, valamint a Boleráz származási irányával. A maszk arc-típusának megformálása viszont más jellegű. Benne feltehetően egy keleti, sztyeppe-i típusú férfit ábrázoltak. Hasonló embertípus az Alföld területén élt egy időben és területen a badeni kultúrával (Gödörsíros kurgánok, Dani–Horváth 2012). Az ország területén élő badeni és Gödörsíros kurgánok viszonya egyelőre még kérdés. A leírások szerint a nomád harcosszerű kurgánok népe meghódította és vazallusává tette a Badenieket, erre viszont nincsenek egyértelmű bizonyítékaink. Jelenleg a két kultúra együttélése, egymás mellett élése, és külön területen való egymásutánisága is elképzelhető. Ily módon az a kérdés sem válaszolható meg, hogy az álarcban a badeni kultúra saját, de idegen származású, beolvadó vezetőrétegét, egy teljesen idegen és rettegett hódítót, vagy egy alacsony származású betolakodót, legyőzött ellenséget formázták-e meg, és hogy milyen módon került ez a férfi az Alföldről a Balaton mellé.

Összegzés

A Balatonöszödön feltárt lelőhely világszínvonalon is a legnagyobb méretű korabeli település, ezért információs értéke és vezető szerepe a késő rézkor időszakának kutatásában felbecsülhetetlen. Különleges szerencse, hogy az M7 autópálya kijelölt nyomvonalának és csomópontjának területe szinte pontosan egybeesett az egykor itt húzódó őskori települések helyével: hasonlók részleteiből sokat feltártak az M7 nyomvonalán a Balaton déli partján és más, nagy felületű autópálya és egyéb leletmentéseken, de ilyen pontos egyezés nem fordult elő (Belényesy–Honti–Kiss 2007). A lelőhely újabb érdeme igényes, világszínvonalú, interdiszciplináris feldolgozottsága (Horváth 2012) és a róla az elmúlt 10 évben folyamatosan megjelenő magyar és idegen nyelvű publikációk sora, míg a többi lelőhely a feltárás után sajnálatos módon mindmáig feldolgozás nélkül maradt.

Egy ilyen nemzeti kincs – hungarikum – nemcsak érdem, hanem felelősség is. Előkezdése előtt a legnagyobbnak számító késő rézkori települések is csak 3–30, legfeljebb 300 gödörobjektumból álltak, rekonstruálható és a korszakba illő épületek pedig soha nem kerültek elő. Az áldozati gödörökben a feltárások színvonala miatt soha nem találtak arra vonatkozó régészeti bizonyítékokat, hogy az egyedek miért és milyen módon haltak

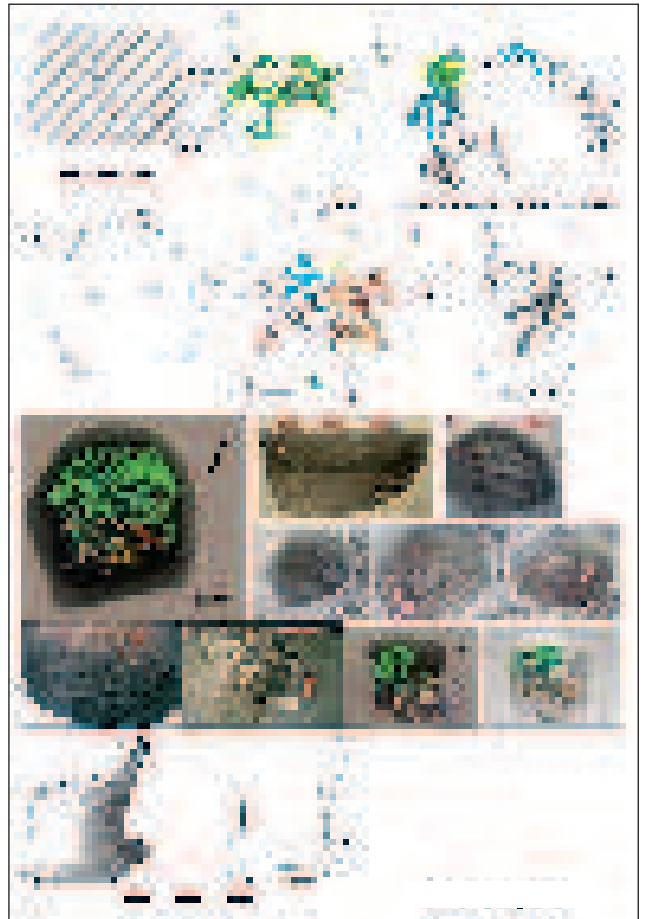
meg. Balatonöszöd az első olyan feltárás, ahol a régészeti értelmezésekhez természettudományos vizsgálatokból származó, megkérdőjelezhetetlen analitikai adatokat vontunk be, szisztematikusan leírás és statisztikailag kiértékelhető leletanyagot elemeztünk. Az alapértelmezés során nem egyoldalú következtetéseket adtunk, hanem az adatok alapján levezethető különböző lehetőségeket, modelleket vázoltunk fel. Világossá vált, hogy a Boleráz és Baden időszakok valójában két, egymással interakcióba lépő kultúráként értelmezhetők, és a korábbi békés késő rézkori világ helyett egy baljós, konfliktusokkal terhes időszakot kell elképzelnünk, amely egészen biztosan a kora bronzkorban is tovább folytatódott.

Reméljük, hogy lelőhelyünk után munkánk is közkincsé válik, és nemcsak példát állít, de példát is mutat a korszak kutatóinak. Ugyanakkor hangsúlyozni szeretném: a balatonöszödi lelőhely csupán mai időszámításunk szerint egyedülálló, a maga korában valószínűleg a korszak jellegzetes és gyakori, általános településtípusa volt. A ma ismert 2000 badeni lelőhely közül talán minden második, harmadik lelőhely a miénkhez hasonló, csak arra vár, hogy teljes felületén feltárják és feldolgozzák.

Az írás az OTKA F-67577, PD-73490 számú pályázata segítségével végzett kutatás alapján készült.

Irodalom

K. Belényesy, Sz. Honti and V. Kiss (szerk.), *Gördülő idő. Régészeti feltárások az M7-es autópálya Somogy megyei szakaszán Zamárdi és Ordacsehi között/Rolling Time. Excavations on the M7 Motorway in County Somogy between Zamárdi and Or-*



6. ábra. A 426. áldozati gödör. 1. szint: szarvasmarha-csontváz, 2. szint: S-19 a fenti szarvasmarha koponyájával, és újabb szarvasmarhával, 3. szint: S-23, 4. szint: kecskebak teljes csontváza és kiskérődzők vázrészei, szarvasmarha-részek az előző szintből, 5. szint: S-67 és S-89 csontváza. Radiokarbon adatok: S-23 embersontból, 3. szint: Kr.e. 3260–3110 közt. Faszénből, 4. szint: Kr.e. 2950–2890 közt. S-67 embersontból: Kr.e. 3040–2920 közt

dacsehi, Kaposvár/Budapest: SMMI–MTA RI, 2007.

Bondár, M. and Raczky P. (szerk.), *The Copper Age cemetery of Budakalász*. Budapest: Pytheas, 2009.

Dani, J. – Horváth, T., *Őskori kurgánok a magyar Alföldön. A Gödörsíros (Jannaja) entitás magyarországi kutatása az elmúlt 30 év során. Attekintés és revízió*. Budapest: Archeolingua, 2012.

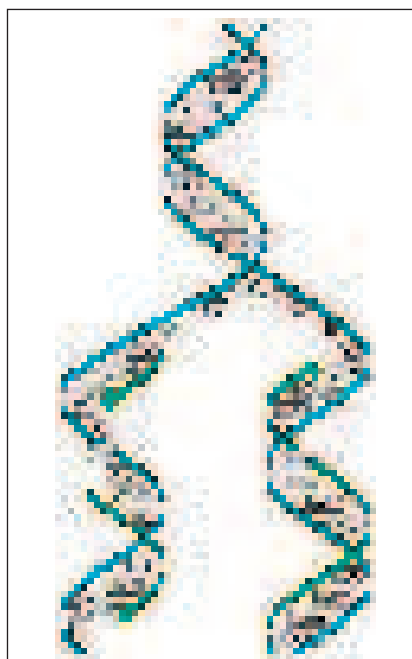
Horváth Tünde (szerk.), Gál Erika, Gherdán Katalin, Gulyás Sándor, Herbich Katalin, Köhler Kitti, Kulcsár Gabriella, Kustár Ágnes, Nagy Imre, Pető Ákos, Péterdi Bálint, Schöll-Barna Gabriella, S. Svingor Éva, Tóth Mária, Vörös István és Zandler Krisztián: *Balatonöszöd–Temetői dűlő őskori településrészei. A középső rézkori, késő rézkori és kora bronzkori települések*. Magyar Tudományos Akadémia Bölcsészettudományi Kutatóközpont Régészeti Intézete. Budapest 2012. Elérhető és letölthető a REAL (a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárának Repozitóriuma) honlapjáról: <http://real.mtak.hu/2959/>

DNS-hibajavítás a megkettőződés során

Sejtjeink információtároló molekulája, a DNS meghibásodhat, amit külső és belső tényezők is okozhatnak. Külső tényezők lehetnek az UV-sugárzás, a dohányzás és a táplálékkal elfogyasztott vegyszerek, de a DNS-hibák természetes belső folyamataink révén is folyamatosan képződnek. A normál szerkezetű DNS-ből a felsorolt tényezők hatására megváltozott szerkezetű sérült DNS lesz, amely hibákat (léziókat) tartalmaz. Ezek javítása vagy másolása újra normál szerkezetű DNS-t eredményez, amelynek azonban esetenként megváltozott a bázisrendje, azaz mutációkat tartalmaz. A hibák száma naponta akár százezer is lehet sejtenként.¹ A DNS-ben képződött hibák nagy kockázatot jelentenek a sejtek és a szervezetek számára. Ezért minden élő szervezetnek szüksége van hibajavító mechanizmusokra, amelyek sokfélesége, komplexitása és a hiányukban fellépő betegségek a javítás fontosságát jelzik. Korábbi cikkünkben írtunk a hibajavító mechanizmusokról általánosságban.² Különösen veszélyes lehet azonban az, ha a DNS-anyagcserére biokémiai folyamatai (megkettőződés [replikáció], információcsere [rekombináció], RNS-re történő átírás [transzkripció]) a meghibásodott DNS-molekulákon folynak. Írásunkban a sejtosztódást megelőző DNS-megkettőződés körülbemutató javítási folyamatairól szerzett újabb ismereteket mutatjuk be. E működés azért fontos a sejt számára, mert a hibák képződése folyamatos, viszont a megkettőződés apparátusa akár egyetlen DNS-hiba miatt leállhat. A megkettőződés megtorpanása a sejtciklus leállítását, sejthalált, nagymértékű genetikai átrendeződéseket és instabilitást okozhat, amelyek kapcsolatba hozhatók a rák kialakulásával is.

A replikációs villa és javításának fontossága

A DNS megkettőződésére azért van szükség, hogy a sejtosztódáskor mindkét utódsejtbe kerülhessen a sejt genetikai állománya egy – lehető leghűségesebben másolt – példány. A DNS megkettőződését kiterjedt fehérjeapparátus irányítja. A megkettőződés elöljáró a DNS két szála el-



1. ábra. A DNS megkettőződése (replikációja). A DNS gerincét dezoxiribóz cukoregységekből és őket összekötő foszfát egységekből álló cukorfoszfát gerinc alkotja, amit az egyszerűsített ábrán szalagok jelölnek. Minden egyes dezoxiribóz-egységhez egy információhordozó ún. nukleotidbázis kötődik, amely négyféle lehet: adenin, guanin (ún. purinvázis bázisok), illetve timin és citozin (pirimidinvázis bázisok), az ábrán kezdőbetűkkel jelölve. A bázisok meghatározott párokat képeznek, melyek összetartják a DNS két szálát: az adenin timinnel, a citozin guaninnal képez párt. A megkettőződés során a két szál szétválik, és mindkét szálról a bázispárosítás által meghatározott bázisrendű (szekvenciájú) új szál másolódik (Forrás: Wikipédia)

válk egymástól, majd a szálakat mintaként (templátként) használva történik a másolás a replikációs villának nevezett szerkezetben (1. ábra). A villa két oldala nem egyforma: az egyik (vezető) szálon a másolás folyamatosan zajlik, míg a másik (követő) szálon kisebb darabokban, ahol a közti réseket bizonyos fehérjék később kitöltik.

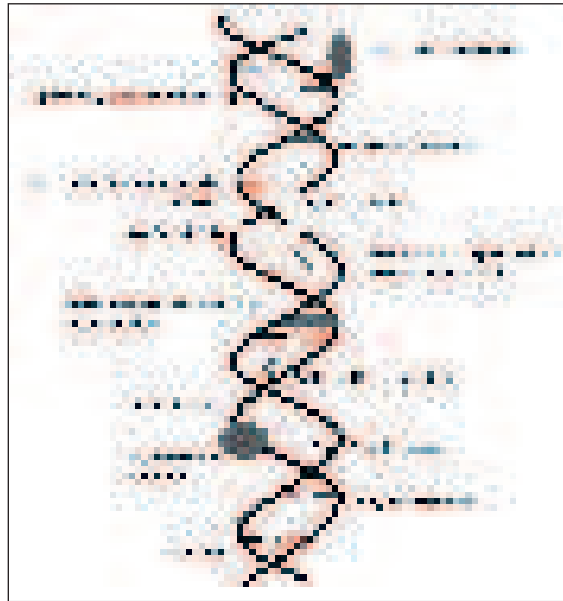
A DNS-ben sokféle hiba keletkezhet. A hibák lehetnek módosult vagy hiányzó bázisok, hiányzó kötések a cukorfoszfátgerincben, vagy az egyik szál hiánya egy adott DNS-szakaszon (2. ábra). Amennyiben a hibajavító mechanizmusok a hibákat nem javítják ki a megkettőződés előtt, ezek a replikáció leállítását okozhatják. Ezen túlmenően, a replikációs fehérjeapparátus megtorpanhat egy, a DNS-hez erősen kötött fehérje miatt, vagy más okból is széteshet, illetve leeshet a DNS-ről. A replikációs villa megállása esetén instabil szerkezet jön létre, amely könnyen széteshet és DNS-töréssé alakulhat. A DNS-törések a legveszélyesebb hibának számítanak: ha a DNS mindkét szála eltörik (kettős száltörés jön létre), az újonnan keletkezett DNS-véget a sejt kromoszómavégként ismerheti fel, ami azt eredményezheti, hogy eltérő mennyiségű és információ-tartalmú DNS-állomány kerül az osztódás során keletkező utódsejtbe. (A kromoszómák a sejt genetikai állományát [genomját] alkotó DNS különálló, fehérjékbe csomagolt egységei, amelyek a sejtosztódás során szabályozottan „szortírozva” kerülnek az utódsejtbe.) Ha a többsejtű szervezetek sejtjei már nem képesek megjavítani a nagymértékű DNS-károsodást, „öngyilkos programok” indulhatnak be. Így, bár az adott sejt elpusztul, a szervezet egésze megmenekülhet a súlyosnak károsodott sejt hibás működésének, például megállíthatatlan osztódásának a következményeitől. A replikációs villa megállása azonban olyan veszélyes genetikai változásokhoz is vezethet, amelyek következtében kontrollálatlan sejtosztódás, rákos átalakulás is létrejöhet.³ Az alábbiakban áttekintjük az elakadt replikációs villák továbbhaladását, és ezáltal a hibák elkerülését vagy türelését (tolerálását) segítő folyamatokat.

Hibatűrés polimerázváltás segítségével

A túlélés egyik módja a hibatűrés: a replikáció továbbhaladása ugyanis annyira fontos, hogy ennek érdekében a sejt a DNS-ben tárolt információ részleges elvesztésére vagy módosulásának türelésére is hajlandó. Bár a hibajavítási folyamatok közé szokás sorolni, a hibatűrés ré-

vén az eredeti hiba benn marad a DNS-ben a következőkben ismertetett módon. A replikáció során a DNS másolását végző fehérjék – a DNS-polimeráz enzimek – nagy része nem képes áthaladni a hibákon. Ezek az enzimek a DNS nagy hűséggel történő másolására optimalizá-

dását. A hibák tolerálásának azonban árvan. A hibátűrő transzléziós polimerázok az általános replikációs polimerázoknál jóval pontatlanabban másolnak: átlagosan néhány tíz vagy száz egységenként építenek be egy „rossz” (bázispárosodásnak nem megfelelő) bázist. A megkettöződés folytatásához az eredeti (replikációs) polimeráznak le kell válnia, a transzléziós polimeráznak pedig hozzá kell kötődnie a másoló apparátushoz és a másolandó DNS-molekulához. A bázisfelismerés pontosságán túlmenően, a replikációs és transzléziós polimerázok között fennálló másik fontos különbség az, hogy az utóbbiak átlagosan jóval rövidebb DNS-szakaszon (azaz kisebb processzivitással) végzik „egy futásban” a DNS-szálmásolást, majd



2. ábra. DNS-hibák. Az ábrán a DNS-károsodás leggyakoribb típusait tüntettük fel. A DNS egyes pontjain hiányozhat purin-(pirossal jelölve) vagy pirimidinbázis (apurin, illetve apirimidin hely).

Módosulhatnak a bázisok (alkiláció), illetve a foszfát egységek is (foszfotriészter-képződés). A DNS egyik vagy mindkét szála megszakadhat, egyszeres vagy kettős száltörést eredményezve. A DNS-molekulában gyökök (párosítatlan elektronnal rendelkező reaktív csoportok), illetve a szembenálló szálak vagy a szomszédos bázisok közötti kovalens kötések is kialakulhatnak (keresztkötés). Különböző nagymolekulák vagy a szálak közé beékelődő (interkaláló) kismolekulák kötődése is DNS-hibát hozhat létre

lódta az evolúció során: térszerkezetükben ezért a DNS-kötő rész pontosan és „szorosan” köti a másolandó DNS-szálat, hogy a másolandó nukleotidbázist (információhordozó molekularészletet) akkuratusan fel tudja ismerni. Emiatt e fehérjék aktív (DNS-szintézist végző) helyébe nem fér bele a hibák miatt torzult DNS-forma. Az ilyen DNS-polimerázok pontosságát jellemzi, hogy átlagosan csupán minden egymilliomodik lemásolt egység esetében építenek be a bázispárosodásnak nem megfelelő bázist. Kiderült azonban, hogy léteznek olyan, ún. transzléziós DNS-polimerázok, amelyek „lazább” DNS-kötőhellyel rendelkeznek, így a másolandó DNS hibás szerkezete esetén is lehetővé teszik a replikáció továbbhalá-

dását. A hibák tolerálásának azonban árvan. A hibátűrő transzléziós polimerázok az általános replikációs polimerázoknál jóval pontatlanabban másolnak: átlagosan néhány tíz vagy száz egységenként építenek be egy „rossz” (bázispárosodásnak nem megfelelő) bázist. A megkettöződés folytatásához az eredeti (replikációs) polimeráznak le kell válnia, a transzléziós polimeráznak pedig hozzá kell kötődnie a másoló apparátushoz és a másolandó DNS-molekulához. A bázisfelismerés pontosságán túlmenően, a replikációs és transzléziós polimerázok között fennálló másik fontos különbség az, hogy az utóbbiak átlagosan jóval rövidebb DNS-szakaszon (azaz kisebb processzivitással) végzik „egy futásban” a DNS-szálmásolást, majd

A replikáció továbbhaladása a villa visszatolásával

A replikációs villa „megmentése” és továbbhaladása érdekében nemcsak a polimeráz, hanem a DNS-templát váltása is megtörténhet. A templátváltás egyik módzata a villa visszatolása (regressziója), amelynek során a DNS régi és újonnan képződő száalai a villa mindkét ágán elválnak egymástól, és a két új szál összekapcsolódik (3. ábra). A létrejövő, immár négyágú struktúrában (ún. csirkeláb-szerkezetben) a hibamentes régi szálról másolódott új DNS-szál a hibánál elakadt rövidebb új DNS-szál mellé kerül.⁶ Ez az elrendeződés alkalmat nyújt arra, hogy a hosszabb új szál átmenetileg templátként szolgáljon a rövidebb szál számára, és a csirkeláb visszarendeződése után a hibát követő szakaszon folyik tovább a DNS-replikáció.⁷ A villa-visszatolás mechanizmusát illetően sokféle elképzelés létezik, és a folyamat jelenleg is



3. ábra. Villakifordítás. Az ábrán piros vonallal az újonnan képződő, vastaggal az eredeti DNS-szálat jelöltük. A replikáció megáll, ha a vezetőszálon olyan DNS-hiba kerül a replikációs apparátus elé, amit nem képes értelmezni (a). Egy lehetséges stabilizáló és a továbbhaladást elősegítő folyamat, hogy a villakifordítás során a villa elágazási pontjának visszatolása (regresszió, szürke nyíl a „b” ábrán) révén a két új szál kapcsolódik össze eredeti partnereiktől elválva (b), és a replikációs apparátus átmenetileg a hosszabb új szálat használja mintaként (c). Ezután a replikációs villa visszarendeződhet, és a megkettöződés a hibát követő szakaszon – a hibát így kikerülve – folytatódhat (d)

távoznak a DNS-ről, visszaadva helyüket a pontosabb, hosszabban futó replikációs polimeráznak.⁴

A transzléziós polimerázok esetenként a károsodott DNS-bázissal szemben véletlenszerű bázist építenek be a keletkező DNS-szálba, ami másolási pontatlanságot eredményezhet. Ez alól kivétel a polimeráz η (éta), amely nagy pontossággal képes az UV-sugárzás révén létrejött ún. timindimerekkel szemben a bázispárosodásnak megfelelő adeninbázisokat beépíteni.⁵ A pontatlanság – a kijavítatlan hibán túlmenően – mutációkat, azaz a DNS információtartalmának örökletes megváltozását is eredményezheti. A transzléziós mechanizmusok ezért rendkívül pontos szabályozás alatt állnak.

intenzíven kutatott. A csirkeláb-struktúrákat elektronmikroszkóppal megfigyelték, azonban létrejöttük gyakorisága még ismeretlen.

A replikáció megmentése szálinvázióval

A templátváltás másik lehetséges módzata a szálinvázió (4. ábra). Ebben az esetben a replikációs villában a hibánál megakadt új szál vég elválik eredeti templátjától, és a hibamentes villaágon újonnan szintetizálódott szál mellé kerül: az elakadt szál vég beékelődik a hibamentes új szál és annak eredeti templátja közé. E folyamat egyes lépései hasonlóak a ko-

rábbi cikkünkben² ismertett homológ rekombináció kezdeti szakaszához. A megtorpant szál szintézisének folytatásához – a villakifordításnál látottakhoz hasonlóan – ez esetben is a másik új szál szolgál átmeneti mintául.

Ami a replikációból kimaradt

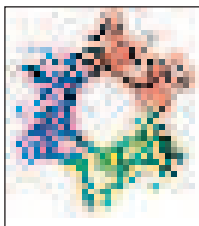
Az is megtörténhet, hogy a vezetőszálon a DNS-hiba miatt szétesett replikációs apparátus a DNS egy másik szakaszán újra összeszerelődik és a replikációs villa újraindul. Így a szintézis befejezése után a vezetőszálon a hibával szemben hiány marad. A követőszálon, ahol a replikáció a polimerázok iránybeli aszimmetriája miatt darabokban folyik, ilyen hiány a replikáció megállása nélkül is kialakulhat. Ezek a replikáció után maradt folytonosság-hiányok (ún. posztreplikációs hézagok) transzlációs szintézissel vagy szálinváziós templátváltás révén javíthatnak.⁸

A villamentés szabályozása

A fenti replikációmentő útvonalak közül a sejtnek a körülményeknek megfelelően kell választania. Ehhez a folyamatok szigorú ellenőrzése szükséges, mivel azok szimultán működése genetikai instabilitáshoz vezethet. A hibátűrő mechanizmusok további pontatlanságo-



4. ábra. Szálinvázió a replikációs villában. Az ábrán piros vonallal az újonnan képződő, vastaggal az eredeti DNS-szálakat jelöltük. A hiba (szürke pont) előtt megtorpant szál közel kerülhet a hibamentes ágon keletkezett új szálhoz, és azt templátként használva szintetizálódhat tovább



5. ábra. A PCNA (*Proliferating Cell Nuclear Antigen*) fehérje szerkezete. A hármas egységet (trimert) alkotó, különböző színekkel jelölt PCNA fehérjemolekulák által képzett üreg a DNS-t fogja közre. (Az ábrán bemutatott szerkezet (*Protein Data Bank* azonosító: 1AXC) nem tartalmaz DNS-t.) (Forrás: Wikipédia)

kat eredményezhetnek a DNS-másolásban, így ezek – amennyiben lehetséges – szintén visszaszorítandók. Érdekes módon azonban a hibátűrő mechanizmusok gyakrabban kerülnek alkalmazásra fejlettebb szervezetekben, míg az alacsonyabb rendű élőlények inkább a hibaelkerülő útvonalakat választják. Ennek oka a valószínűleg a fejlettebb élőlények megnövekedett genomjára vezethető vissza: nagyobb genomok esetében ugyanis a templátváltás is jelentősebb rizikóval járhat.

A PCNA (*Proliferating Cell Nuclear Antigen*) fehérje három azonos molekulából összeálló (homotrimer) gyűrűt képez, amely körülveszi a DNS-molekulát (**5. ábra**). A PCNA fontos hatása, hogy megnöveli a DNS-polimerázok futáshosszát (processzivitását), azaz lehetővé teszi, hogy a polimeráz DNS-hez való kötődésekor „egyvégtében” hosszú DNS-szakaszok másolódjanak.⁹ Jelen ismereteink szerint a PCNA az előzőeken túlmenően a replikációs villa mentésének szabályozásában is központi szerepet játszik. A PCNA-gyűrűre kerülnek azok a jelek, amelyek segítenek a javító útvonalak közötti választásban. Ebben az esetben a jelek szintén fehérjék, nevezetesen ubikvitin és SUMO (*Small Ubiquitin-like Modifier*) molekulák. Az ubikvitin sokféle funkcióval bír, először fehérjelebontható szignálként azonosított jelmolekula, amely egyenként vagy változatos hosszúságú és szerkezetű láncokban módosítja más fehérjék funkcióját, elhelyezkedését vagy életidejét.¹⁰ Ha a PCNA egy adott pontjára egy ubikvitin-molekula kerül, a DNS-hibajavítás a polimerázváltás és a hibátűrés felé terelődik. Ha az első ubikvitin-jelre további ubikvitin-egységek kapcsolódnak (ún. poliubikvitin-láncot létrehozva), akkor a templátváltás folyamatai aktiválódnak. Megemlítendő, hogy ennek a poliubikvitin-láncnak a szerkezete eltér a fehérjék lebontását beindító szignálétól.¹¹ A SUMO-fehérje szintén kapcsolódhat a PCNA-molekulához: ennek hatására csökken a replikációs villa összeomlásának és a csirkeláb-struktúra kettős száltöréssé alakulásának valószínűsége.¹²

A cikkünkben vázolt replikációmentő mechanizmusokat az élő sejtekben jelenleg is intenzíven kutatják. E folyamatok szereplőinek, mechanizmusának, gyakoriságának és kimenetelének pontosabb megismerése alapvető fontosságú a normális és a rákos sejt működés megismeréséhez és a célzott beavatkozások tervezéséhez.

KOCSIS ZSUZSA –
HARACSKA LAJOS –
SZÜTS DÁVID –
KOVÁCS MIHÁLY

Irodalom

- [1] Lodish, H, Berk A., Matsudaira P, Kaiser CA., Krieger M, Scott, M P, Zipursky S L, and Darnell J. (2004). *Molecular Biology of the Cell* (2004) (WH Freeman: New York, NY. 5th ed.
- [2] Gyimesi M, Vellai T, Kovács M. A genetikai állomány stabilitása: helikáz enzimek szerepe a DNS-hibajavításban, *Term. Vil. Mar* 2010;141(3):99-103.
- [3] Hanahan D, Weinberg RA. The hallmarks of cancer. *Cell*. Jan 7 2000;100(1):57-70.
- [4] Johnson RE, Washington MT, Haracska L, Prakash S, Prakash L. Eukaryotic polymerases ι and ζ act sequentially to bypass DNA lesions. *Nature*. Aug 31 2000;406(6799):1015-1019.
- [5] Masutani C, Araki M, Yamada A, et al. Xeroderma pigmentosum variant (XP-V) correcting protein from HeLa cells has a thymine dimer bypass DNA polymerase activity. *Embo J*. Jun 15 1999;18(12):3491-3501.
- [6] Blastyak A, Pinter L, Unk I, Prakash L, Prakash S, Haracska L. Yeast Rad5 protein required for postreplication repair has a DNA helicase activity specific for replication fork regression. *Mol Cell*. Oct 12 2007;28(1):167-175.
- [7] Unk I, Hajdu I, Blastyak A, Haracska L. Role of yeast Rad5 and its human orthologs, HLTf and SHPRH in DNA damage tolerance. *DNA Repair (Amst)*. Mar 2;9(3):257-267.
- [8] Sale JE, Batters C, Edmunds CE, Phillips LG, Simpson LJ, Szuts D. Timing matters: error-prone gap filling and translesion synthesis in immunoglobulin gene hypermutation. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. Mar 12 2009;364(1517):595-603.
- [9] Majka J, Burgers PM. The PCNA-RFC families of DNA clamps and clamp loaders. *Prog Nucleic Acid Res Mol Biol*. 2004;78:227-260.
- [10] Pickart CM, Fushman D. Polyubiquitin chains: polymeric protein signals. *Curr Opin Chem Biol*. Dec 2004;8(6):610-616.
- [11] Ikeda F, Dikic I. Atypical ubiquitin chains: new molecular signals. „Protein Modifications: Beyond the Usual Suspects” review series. *EMBO Rep*. Jun 2008;9(6):536-542.
- [12] Gali H, Juhasz S, Morocz M, et al. Role of SUMO modification of human PCNA at stalled replication fork. *Nucleic Acids Res*. Jul 2012; 40(13):6049-6059.

Kocsis Zsuzsa munkáját a TÁMOP 4.2.4. A-1 kiemelt projekt keretében meghirdetett ösztöndíj támogatja, a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával.

BELÁTTUNK A HOLD BELSEJÉBE

Az Amerikai Geofizikai Egyesület konferenciáján decemberben számoltak be az egyéves Hold körüli küldetésüket decemberben befejező Grail űrszonda-pár eredményeiről. A két szonda 2011. szeptemberben indult, 2011/12 fordulóján álltak Hold körüli pályára, hogy minél részletesebben feltérképezzék égi kísérőnk gravitációs terét. Ennek érdekében a szondák másodpercenként ötször megmérték egymástól való távolságukat, ami lehetővé tette a keringési sebességükben fellépő 0,05 mikrométer/másodperc nagyságú változások kimutatását. Ebből következtek a kutatók a Hold gravitációs terének szerkezetére. Legfontosabb megállapításaik a következők. A Hold kérgének felső része laza szerkezetű, sok benne az üreg és a rés, leginkább kőhalomra emlékeztet. A *mare* területek (az ún. tengerek) kivételével a legkülső réteg porozitása 12%. A fiatal becsapódási kráterek környezetében, például a Hold túlsó oldalán lévő Orientale és Moscoviensis medencék környékén a porozitás még nagyobb, akár a 20%-ot is elérheti. Kimutatták, hogy a Hold kérgé jóval vékonyabb annál, amint azt az Apollo-program idején végzett mérések alapján gondolták. A kéreg átlagos vastagsága többnyire 43 km, egyes területeken még ennél is vékonyabb. (Az Apollo mérések idején másfélszer vastagabbnak gondolták a Hold kérgét.) A vékonyabb kéreg összhangban van azon elképzeléssel, amely szerint a Hold a Földet ért nagy becsapódás által kidobott anyagból állt össze. Végül megállapították, hogy a Holdon mindenfelé a felszín alatt a megszilárdult magma vékony erei húzódnak. A vonalas szerkezetek együttes hossza meghaladja az 5000 kilométert. Létezésükre az lehet a magyarázat, hogy amikor a Hold a törmelékből összeállt, a sorozatos, nagy erejű becsapódások jobban felforrósították a külső részét, mint a belsejét. Amikor a kérgé megszilárdult, hőszigetelő páncélt képezett, ezért a belseje felmelegedett. Az olvadt magma benyomult a kéreg réseibe, majd megszilárdult. (*Sky and Telescope*, 2013. március)

JÉG A MERKÚRON

A NASA Messenger űrszondája végérvényesen bebizonyította, hogy jég fordul elő a Merkúr sarkvidékein, néhány olyan kráterben, amelyekbe soha nem süt be a Nap. A csillagászok már két évtizede gyanították a jég jelenlétét. 1991-ben a Földről radarral a bolygót térképezve a sarkvidékeken nagyon erős radarvisszhangot észleltek. A legkézenfekvőbb magyarázat az volt, hogy a visszhangot vízjég okozhatja. Később további megfigyelések is alátámasztották ezt a felte-

vést, de a végső bizonyítékot csak a közel-múltban szolgáltatta a Merkúr körül keringő űrszonda. Egyrészt az űrszonda a Merkúrról érkező neutronokat detektált. Ezek a neutronok akkor lépnek ki, amikor a nagy energiájú kozmikus sugárzás a felszínt éri. A hidrogénatomok azonban könnyen befogják a lassú neutronokat. A bolygó egyes területei fölött repülve a szonda a neutronok számának hirtelen csökkenését észlelte, amiből arra lehet következtetni, hogy ott a felszínen sok hidrogén van – feltételezhetően H₂O formájában. Másrészt, a szonda lézeres magasságmérője helyenként a lézersugár erős visszaverődését tapasztalta, ráadásul a visszaverődő sugár jellemzői arra engedtek következtetni, hogy a nagyon jó fényvisszaverő területek optikai tulajdonságai hasonlóak a jégéhez. Végül, de nem utolsósorban az elméleti termikus modellekből arra a következtetésre jutottak, hogy a sarkvidéki kráterek feneke és belső fala, amelyeket soha nem ér a napfény, soha nem melegszik 50 kelvin (azaz kb. –223 Celsius-fok fölé). A kutatók egyike, David Lawrence (Johns Hopkins Egyetem) szerint a jégréteg vastagsága legalább 50 centiméter. Összességében a Merkúr sarkvidéki kráterei 100 milliárd és egybillió tonna közötti (100–1000 km³) jeget tartalmazhatnak. (*Sky and Telescope*, 2013. március)

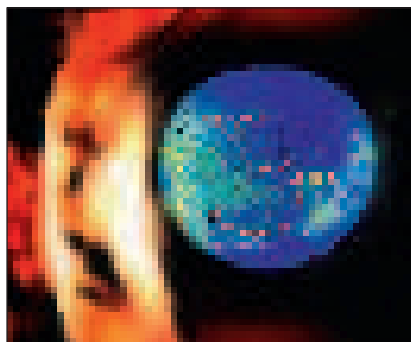
A VOYAGER A CSILLAGKÖZI TÉR PEREMÉN

Minden jel arra mutat, hogy a 35 éve úton lévő, és még mindig működő Voyager–1 űrszonda immár valóban a Naprendszer határán jár. A kutatók remélték, hogy a két Voyager hosszú ideig működhet, és bíztak

de úgy tűnik, már nem sokáig. A program vezető kutatója, Edward Stone (CalTech) decemberben jelentette be, hogy a szonda a csillagközi tér peremének tekinthető zónába lépett. A Voyager–1 már 2004 óta a kutatók által plazmamocsárnak nevezett tartományon „gázolt át”, amelyet a napszél lassan mozgó részecskéi jellemeznek. 2012 közepén a műszerek a napszél részecskéi számának hirtelen csökkenését jelezték, egyúttal ugrásszerűen megemelkedett a kozmikus sugárzás csillagközi térből érkező részecskéi száma. A napszélhez tartozó részecskék száma a korábban mért ezredrészére csökkent. Ez önmagában elég lenne annak kijelentéséhez, hogy a szonda kilépett a helioszférából, azonban a kutatók meglepetésére a mágneses tér iránya a Naprendszerre jellemző maradt. Egyesek úgy gondolják, hogy a Naprendszer és a csillagközi tér mágneses tere valamiféle „csillagközi autópályát” alkotva kapcsolódik egymáshoz, amelyen keresztül a részecskék kifelé és befelé egyaránt akadálytalanul átjárhatják a helioszféra határát. A kutatók véleménye szerint ez az átmeneti zóna vékony lehet, így arra számítanak, hogy a Voyager–1 néhány hónak, legfeljebb néhány év alatt keresztülhatol rajta. Bízunk abban, hogy a műszerek továbbra is működőképesek maradnak (energiaellátásukról radioaktív izotóp bomlási hőjét hasznosító generátor gondoskodik, remélik, hogy a még működő négy műszer ellátásához 2020-ig elég energiát szolgáltat). A Naptól (más irányban) 100 cse távolságban járó Voyager–2 hasonló változásokat észlelt, de a „testvére” által nagyobb távolságban észlelt drasztikus változásokkal még nem találkozott. (*Sky and Telescope*, 2013. március)

SPECIALIZÁLT TÁPLÁLKOZÁS A KÍNAI ÓSMADARAKNÁL

A kínai Liaoning tartományban felfedezett legújabb alsó-kréta (121–125 millió éves) fosszilis madár a kemény héjával rendelkező rovarok és rákok fogyasztásához alkalmazkodott. A *Sulcavis georum* az első ismert ősi madár, amelynek díszített volt a fogzománya. A faj fogazatát tanulmányozó kínai és amerikai kutatók megállapították, hogy ennek a fosszilis madárnak durofág (héjtörő) táplálkozása volt, vagyis képes volt a fogaival a kemény külső vázú rovarokat és rákokat is összeroppantani. Az új eredmények azt mutatják, hogy a korai madaraknál jóval nagyobb volt a fogak változatossága, mint eddig gondolták. Ez egyben azt is jelenti, hogy nagyobb ökológiai változatosság jellemezhetette a mezozoos madarakat. A *Sulcavis* a madarak korai csoportját alkotó enantiornithinák közé tartozott. Ez a csoport egyedülálló volt a madarak között abban a tekintetben, hogy minimális fogredukció

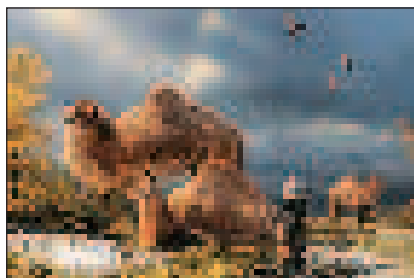


A két Voyager-szonda helyzete a világűrben, napjainkban

benne, hogy a külső óriásbolygók meglátogatása után a szondák valóban elérhetik a helioszféra határát, vagyis annak a feltételezhetően nagyjából gömb alakú tartománynak a peremét, amelyen belül a Nap fizikai hatása az uralkodó. A Voyager–1 most 120 csillagászati egységre (18 milliárd km) jár a Naptól és még mindig a helioszférán belül van,

mellett igen változatos volt a fogazatuk. Közben más madarak elveszítették a fogukat, addig az enanthiornithinák új morfológiákat fejlesztettek ki, és specializált fogazatok jelentek meg náluk. A paleontológusok még mindig nem értik pontosan, hogy miért volt ez a csoport olyan sikeres a kréta időszakban, és aztán miért haltak ki mégis. (*Journal of Vertebrate Paleontology*, 2013. január)

ÓRIÁSTEVÉK A SARKVIDÉKEN



A ma élő tevéknél jóval méretesebb faj fossziliája került elő Kanada északi részén. Az Ellesmere-szigeten bukkantak a maradványokra a paleontológusok, ahol csak a rövid nyári időszakban lehetett a terepen dolgozni. A töredékes lábszárcsont 3,5 millió éves, középső-pliocén rétegekből került elő. Az észak-amerikai előfordulás nem lepte meg a szakembereket, hiszen eddig is tudták, hogy a tevék ősei itt alakultak ki mintegy 45 millió évvel ezelőtt. Az viszont annál váratlanabb volt, hogy mintegy 1200 kilométerrel északabba került elő a lelet, mint az eddig ismert észak-amerikai maradványok.

Az egyik közeli lelőhelyen talált egyéb fossziliák (borz, törpeszarvas, hód, háromujjú ősló) arra utalnak, hogy az állat hideg mérsékelt erdőben élt egy felmelegedési szakasz során. A kutatók a töredékekről háromdimenziós felvételeket készítettek digitálisan, majd virtuálisan összeillesztették a darabokat. A morfológia alapján megállapították, hogy egy hatalmas párosujjú patással van dolguk. Ezután a csontból kivont kollagén alapján pontosították az állat hovatarozását. A kapott kollagénprofil összehasonlították 37 ma élő emlős és egy a Yukon Területen talált fosszilis teve (Paracamelus) adataival. A legnagyobb hasonlóságot a mai dromedárral és a Paracamelussal mutatták ki. Megállapították, hogy az Ellesmere-szigeten talált teve a Paracamelus közeli rokonságába tartozott, és körülbelül 30%-kal nagyobb volt a mai tevéknél. A paleontológusok szerint elképzelhető, hogy a mai tevék számos speciális tulajdonsága (széles szétterpeszhető lábfej, nagy szem, zsírpúpok) a sarkköri területekhez való al-

kalmazkodás miatt alakult ki. (*Nature Communications*, 2013. március 5.)

SZERVESANYAG-MARADVÁNYOK A DINOSZAUROSZ-EMBRIÓBAN

Az eddig ismert legidősebb dinoszaurusz-embriókra DNy-Kínában bukkantak rá a paleontológusok. A tömegesen előforduló embrionális csontokat alsó-jura rétegekben találta a nemzetközi kutatócsoport. Noha csak viszonylag kicsi, 1 négyzetméteres területet tártak fel, mégis mintegy 200 csontot vizsgálhattak meg részletesen, amelyek különböző fejlettségű embriókhoz tartoztak. Így lehetővé vált a Lufengosaurushoz tartozó faj embrionális fejlődésének nyomon követése 20 fiatal egyed alapján. A legnagyobb embrionális csont, a combcsont gyors növekedési sebességet mutatott, miközben 12 mm-ről 24 mm-re változott a hossza. Ez arra utal, hogy a Lufengosaurus és a hozzá hasonló Sauropodomorphák rövid költési periódussal rendelkeztek és így nem sokáig növekedtek a csonton belül. Egy másik érdekes eredmény, hogy a csoport tajvani tagja szerves anyagokat fedezett fel a csontok belsejében. Infravörös spektroszkópia használatával kollagén szálakra utaló bizonyítékokat talált. Ezek a csontok legalább 100 millió évvel idősebbek, mint a hasonló szerves anyagokat tartalmazó más leletek. Szintén ezen a lelőhelyen találták meg az eddig ismert legkorábbi szárazföldi tojáshéjtöredékeket. (*Nature*, 2013. április 11.)

MÍG A HALÁL EL NEM VÁLASZT

Az emlősök és a madarak párkapcsolatában rendszeresek a „félrelépések”, míg a prérfarkasok száz százalékig monogámok. Az Ohio State University tudósai 236 Chicago környéki prérfarkas DNS-ének vizsgálatával jutottak erre az eredményre.

Ebben a régióban egy-kétezer prérfarkas él, ami 2–6 állatot jelent négyzetkilométerenként. A tudósok azt hitték, hogy a szoros közelség miatt gyakori köztük a partnersere. 18 alomban 96 kölyök vizsgálata azonban azt bizonyította, hogy egyetlen félrelépés sem történt. A kutatók szerint a szigorú monogámia döntően hozzájárul ahhoz, hogy a farkasok ezen a sűrűn lakott vidéken terjeszkedni tudnak. A hím és a nőstény egyformán kiveszi részét az utódgondozásból. A prérfarkasok átlagosan hat esztendeig élnek és párkapcsolatuknak csak egyikük kimúlása vet véget. (*Bild der Wissenschaft*, 2013. 1. szám)

TELEFON A MOSÓGÉPBE

A kiváló reklámozás következtében a mobiltelefon kultikus tárggyá vált, amivel azonban a „gazdáik” igen gondatlanul bántak. Az amerikai SquareTrade nyilvánosságra hozta, hogy az m-telefon 2007-es bevezetése óta az amerikaiak 5,9 milliárd dollárt költöttek készülékeik javíttatására. Meglepő, de az m-telefonokat a legtöbb károsodás a tulajdonosuk otthonában éri: kezeiken 30 százalékukat egyszerűen leejtik. Mulatságos, de a használók 5 százaléka bevallotta, hogy készülékét legalább egyszer a mosógépbe, 9 százalékuk a WC-be ejtette. (*Bild der Wissenschaft*, 2013. 1. szám)

KOLIBRIK ÉS SARLÓSFECSKÉK ELŐDE

Egy Wyoming államban felfedezett parányi madárfosszília alapján következtetni lehet arra, hogyan alakult ki a sarlósfecskek és a kolibrik szárny szerkezete. A maradvány kivételes épségben őrződött meg, elsősorban is a tollazata, aminek alapján a kutatók rekonstruálhatták a hajdani madár méretét és formáját. Mindez csupán a csontok segítségével nem hozott volna ilyen jó eredményt. A kutatók a Chicagói



Természettudományi Múzeumban tanulmányozták a példányt, mely olyan kicsi, hogy elfér az ember tenyerében, hossza a fejtől a farkáig csupán 12 cm lehetett, tudományos neve *Eocypselus rowei*. A madár mintegy 50 millió évvel ezelőtt élt, vagyis a dinoszauruszok kihalása után. A szárnyai hosszának több mint a felét a tollazata teszi ki.

Rendszertani besorolásához a példányt a kutatók összehasonlították már kihalt, illetve ma is élő madárfajokkal. Az analízisből az derült ki, hogy az *E. rowei* valószínűleg közvetlen evolúciós elődje lehetett annak a madárcsoportnak, amelybe a mai sarlósfecskek és a kolibrik tartoznak. A két közeli rokonságban álló madárcsoport szárnyformájában levő különbségek alapján a kuta-

tók arra próbáltak rájönni, hogyan alakult ki a sarlósfecskék és a kolibrík repülési módja. Ennek megfejtésében komoly szerepet szántak az ősi fosszilis rokonnak. A kolibrík szárnya a testükhöz képest rövid, ez lehetővé teszi, hogy a levegőben nagyon jól manőverezzenek, „lebegjenek”. A sarlósfecskéknek viszont hosszú a szárnyuk, ami kiválóan alkalmas a gyors repülésre és a siklórepülésre. Az E rowei szárnyai viszont nagyjából a kettő között vannak. A szárnyformája alapján nem valószínű, hogy képes volt lebegésre, mint a kolibrík, de valószínűleg olyan gyorsan sem tudott repülni, mint a sarlósfecske.

A madárfosszília szárnyain végzett szkennelő elektronmikroszkópos vizsgálat kimutatta azt is, hogy a szén jelenléte a szárnyakon nem a tollakon táplálkozó baktériumok maradványa, hanem fosszilizálódott melanoszómák olyan parányi sejtsztruktúrák, amik melanin pigmentet tartalmaznak. Ezek alapján a madár tollazata nagy valószínűséggel fekete volt. (*Science Daily, 2013. május 1.*)

A VILÁGEGYETEM ELSŐ FÉNYE

Hogy nézett ki az Univerzum, amikor még csak 380 000 éves volt? Létezett-e alaha olyasmí, mint a szín? Az ESA Planck-űrteleszkópja segítségével sikerült a kutatóknak az Univerzum kezdetéről olyan képet készíteni, amely pontosabb, mint az eddig ismert valamennyi kép. A felvétel a Világegyetem első fényét ábrázolja, és – lefordítva az ember által is érzékelni képes hullámhosszra – színes minta is egyben.

Ahhoz, hogy megértsük, mit is jegyeztek fel tulajdonképpen a kutatók, egészen az Univerzum kezdetéig kell visszamenni, ami – s ebben az asztrofizikusok ma teljesen egyetértenek – a 14 milliárd évvel ezelőtti ősrobbanásban keresendő, melyet az emberek többsége hatalmas robbanásnak képzel, amely során minden anyag nagy sebességgel szertesztét repül. Valójában a galaxisok nem a semmiben repülnek és távolodnak el egymástól egyre jobban, hanem a tér maga tágul ki. Talán úgy lehetne elképzelni, mint egy festékkel bespriccelt luftballont, amit ha felfújnak, a festékfoltok egyre inkább eltávolodnak egymástól.

Az ősrobbanást követő első százezer években a Világegyetem túl forró volt ahhoz, hogy kialakuljanak a csillagok és más égitestek. Sokkal inkább apró részecskékből álló folyadék volt, mely mintegy 380 ezer évvel az ősrobbanás után annyira lehűlt, hogy kialakultak az első hidrogénatomok. Ennek során fény formájában energia szabadult fel. Mivel a tér, melyben a fény mozgott, kitágult, megnyúlt a fény hullám-

hossza is, akár egy hullámosan lefektetett zsinór, melyet egyre jobban feszítenek.

Sok milliárd éven keresztül mozgott ez a fény a táguló térben. Időközben hullámhossza elérte a szabad szemmel láthatatlan mikrohullámú tartományt. S ami lenyűgöző: a fény (kozmosz háttérsugárzás) még ma is mérhető. Pontosan ezt tették a tudósok a Planck-űrtávcsővel, amely több mint egy éven át „figyelte” éles szemével az égboltot.

Az űrtávcső által szolgáltatott adatokból állították össze a kutatók egy éves kitaró munkával az ifjú Univerzum képét. A kép eddig soha nem látott felbontásban mutatja, hogy a Világegyetem első fényénél a hullámhosszokban – vagyis a színben – finom ingadozások voltak. A kutatók a képen a hullámhossz-különbséget ugyancsak színnel ábrázolták. Ezzel tehát a kutatók olyan képet alkottak, amely a legrégebbi színes mintának felel meg. Ami azonban a tudósokat ma annyira elbűvöli, az a kép szabálytalansága: látható, hogy az ég ellentétes oldalain különböző átlaghőmérsékletek voltak jellemzőek. Eddig a kutatók azt feltételezték, hogy a Világegyetemben minden irányban azonos feltételek voltak. Most az ESA tudósai erre a szabálytalanságra keresnek elfogadható magyarázatot. Alapvetően azonban a kép megerősíti az Univerzum összetételére és eredetére vonatkozó úgynevezett standard modellt. (*www.farbimpulse.de 2013. április 3.*)

FORRÓ CENTRUM

A Föld magja bolygónk hajtóereje és motorja: a szilárd belső és a folyékony külső részből álló magja nélkül a Földnek nem lenne védelmet nyújtó mágneses tere, nem lennének vulkánjai, de sodródó kőzetlemezei sem. A belső mag körüli folyékony vas-nikkel keverék mozgása, valamint a magtól a földköpenybe való hőáramlás következtében keletkeznek ugyanis a fenti jelenségek. Modellekből kiderül, hogy a külső magban a hőmérséklet legalább 4000 kelvin, a nyomás pedig több mint 1,3 millió atmoszféra kell, hogy legyen. Még beljebb, a bolygó központjában ennél szélsőségesebb adatok feltételezhetők. Szeizmikus hullámok segítségével végzett közvetett mérésekből valószínűsíthető, hogy a Föld középpontjában 3,3 millió atmoszféra (330 gigapascal) nyomás uralkodik.

Hogy milyen meleg van a Föld belsejében, az említett mérés nem deríthető ki, pedig éppen ez a hőmérséklet a döntő a geofizikai folyamatok szinte valamennyi modellje számára, amelyben a földmagnak is szerepe van. Egy másik megközelítés arra tett kísérletet, hogy megvizsgálja, mekkora nyomástól kezd el olvadni a vas, mégpedig

úgy, hogy laborban teremtette meg a belső földmagban feltételezett körülményeket. A pontos meghatározása persze nehéz volt, aminek köszönhetően a mérések is pontatlank voltak. Többek között ez volt az oka annak, hogy mind az elméleti, mind a gyakorlati tanulmányok eddig egymástól lényegesen eltérő adatokat eredményeztek. A becslött értékek 4850–7600 kelvin között változnak.

Laborkísérletet végeztek, melynek során új technikát alkalmaztak a vas olvadáspontjának pontosabb meghatározásához: egy apró vasrögöt helyeztek két gyémántfej csúcsa közé – mivel csak a gyémánt elég kemény ahhoz, hogy ellenálljon az óriási nyomásnak. A gyémántcsúcsokat lassan egyre erősebben összenyomták, mígnem a közöttük lévő nyomás több mint 2 millió atmoszférának felelt meg. Eközben pedig lézersugár fűtötte fel az izolált kamra hőmérsékletét 3000-ról 5000 kelvinre, melyben a gyémántfej-vas kombinációt felszerelték. A cél az volt, hogy megtalálják pontosan azt a hőmérsékletet, amelyen a vasrög az adott nyomás alatt el kezd olvadni. És éppen ezen a ponton kapott szerepet az újítás: a kutatók egy rendkívül finom röntgensugarat használtak a vas szerkezetének megfigyeléséhez. A sugarak elhajlásának mintázata segítségével szinte másodpercre pontosan meg tudták állapítani, mikor változott a vasatomok elrendeződése, tehát mikor alakult a kristályos szerkezet folyékony szerkezeté. Az eredmény: 2,2 millió atmoszféra nyomásnál a vasrög olvadáspontja kerekén 4800 kelvin – ennél magasabb értékeket a készülék nem tudott produkálni. Am a kapott nyomás- és hőmérsékletgörbék alapján a kutatók ki tudták számolni a külső és belső földmag közötti határ értékeit, és 6230 kelvin hőmérsékletet állapítottak meg +/- 500 kelvin lehetséges eltéréssel.

Az így kiszámított érték kerekén 1000 kelvinnel több, mint az eddigi mérési adatok, és tovább szűkíti a lehetséges hőmérsékleti tartományt. (*www.wissenschaft.de, 2013. április 26.*)

JÚLIUSI SZÁMUNKBÓL

Szilágyi Krisztina: A Pannon Magbank

Aki Keplerrel lett fejezetcím. Beszélgetés

Pályi Péter Pál akadémikussal.

Staar Gyula interjúja.

Buránszkiné Sallai Márta:

Az ember és az időjárás viszonya

Csaba György: Egy elfelejtett hormon

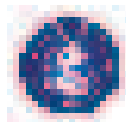
Simon Ágnes: Számítógépes gyógyszerkutató

Jakucs Erzsébet: Gombák útja a Földön

Bencze Gyula: Tudomány bulvármódra, titkok nélkül

Szili István: Hallstatti séták

Szűcs Péter: Mohainvázió Magyarországon?



Krétapor a levegőben

Az aeroszol forrásai, tulajdonságai és nyelői egy egyetemi előadóteremben

A szorgalmas egyetemi hallgatók idejük jó részét előadótermekben töltik. Közérzetüket a tanterem mikrometeorológiai viszonyai és a beltéri levegő minősége is befolyásolja. Milyen a levegő egy előadóteremben? Honnan származnak és hogyan változnak a fontosabb légszennyező anyagok? Vajon mindig az előadás válik kevésbé érdekessé, amikor lankad a hallgatók figyelme? Ezekre a kérdésekre kerestük a választ egy multidiszciplináris kutatómunka során.

Az előadóterem és a mérések

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem látványosi központja Budapesten a Duna-parton található. Az északi épület egyik korszerű, nagyméretű (120 férőhelyes, 126 m² alapterületű), emelkedő padosrendszerű, Ortvy-

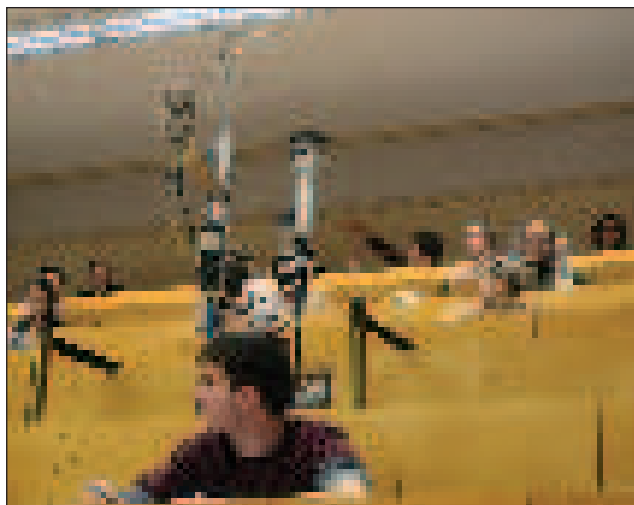
rem alatti raktárhelyiségben helyeztük el (1. ábra). A berendezések így nem zavarták az oktatást, és a szorgalmi időszak alatt egy hétfő folyamatosan működhettek 2010. április 8. és 15. között.

A 10 µm-nél kisebb átmérőjű aeroszol részecskék (amelyek egészségügyi kockázata jelentős; ezt nevezzük PM₁₀ méretfrakciónak) tömegét oszcilláló mikromérleggel, a részecskék számát és méreteloszlását differenciális mozgékonyág analizátorral, a CO₂ koncentrációját infravörös spektrométerrel mértük. A meteorológiai mennyiségeket (léghőmérséklet, falhőmérséklet, relatív nedvesség, levegő áramlási sebesség, fénysugárzás) 1 perces időfelbontású módszerekkel mértük, továbbá durva és finom mérettartományú aeroszol részecskéket gyűjtöttünk szűrőkön a későbbi kémiai analízis céljából. A mintákat nukleáris és termikus analitikai módszerekkel elemeztük. Azért a

érkezése és távozlása, a táblatorlés ideje) feljegyeztünk a mérési naplóba. A vizsgált időszak elején meleg, száraz tavaszi időjárás volt. Április 10-től viszont minden napon esett az eső, és a levegő lehűlt. Összességében nem történt különleges időjárási esemény.

Átlagos koncentrációk és időbeli változékonyság

A PM₁₀ tömegkoncentráció heti átlaga az előadóteremben 15,3 µg/m³ volt. Az érték lényegesen kisebb, mint a legközelebbi városi légszennyezettségi monitorállomáson (a Kosztolányi Dezső téren) mért értékek átlaga (22 µg/m³), sőt kisebb a lakásokban és irodákban előforduló tipikus értékeknél is. Nyilvános belső terekre nem vonatkoznak egészségügyi határértékek, ezért jobb

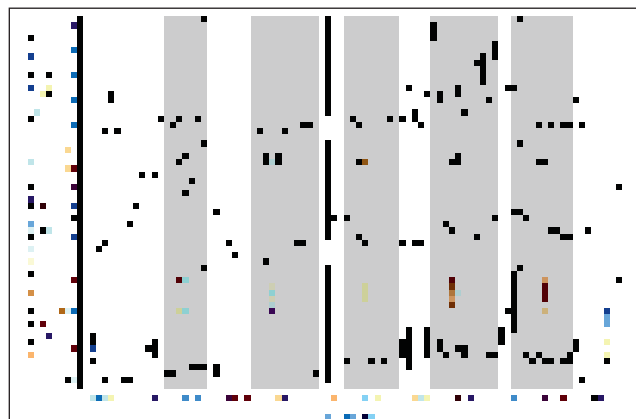
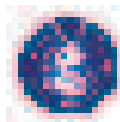


1. ábra. A műszerek elhelyezkedése az előadóteremben és az alatta található raktárban

Rudolf fizikusról elnevezett előadótermét választottuk kísérleti munkánk helyszínéül. Az előadóterem szellőzését munkanapokon 6 és 21 óra között központilag vezérelt légkondicionáló rendszer biztosítja szűrt, kültéri levegővel. A működés a tanteremben elhelyezett kézi kapcsolóval is vezérelhető. A vizsgálatainkban alkalmazott érzékelőket és mintavevőket az előadóterem közepén, 1,5–2 méter magasan, míg az adatgyűjtőket, a mérőműszereket és a szivattyúkat a tante-

felsorolt mennyiségeket választottuk, mert ezek egészségügyi hatása, valamint a komfortérzet kialakulásában betöltött szerepük nagy lehet. A pontszerű mérésekből a tanterem egészére vonatkozó térbeli eloszlásokat és aeroszol terjedési dinamikát számoltunk CFD (*Computational Fluid Dynamics*) modellezési módszerrel. A tanteremben állandó felügyeletet tartottunk reggeltől estig, és minden jelentősnek ítélt eseményt (például az ajtók nyitása és csukása, a hallgatók

híján a kültéri, 24 órás határértékhez (ami 50 µg/m³) tudjuk viszonyítani mérésünk eredményét. Az előadóterem tiszta levegőjének minősül az átlagot tekintve. A tanteremben átlagosan 3700 aeroszolz részecske volt egy köbcentiméter levegőben, ami körülbelül a harmada a belvárosban szokásos kültéri értéknek, és nagyjából a városi háttérnek felel meg. A legkisebb, ún. ultrafinom aeroszolz részecskék (átmérőjük < 100 nm) aránya az összes részecskéhez viszonyítva



2. ábra. Az aeroszolrészecskék tömeg- és darabszám koncentrációjának, valamint a CO₂-koncentrációnak az időbeli változása április 12-én, hétfőn. A sűrű színű mezők az előadásokat (E1-E5) jelzik. Az előadóteremben lévő hallgatók számát is feltüntettük

69% volt, ami kevesebb a városra vonatkozó 80% körüli értéknél. Mindez azt jelzi, hogy az aeroszolrészecskék legnagyobb számban az előadóteremtől távolabb keletkeznek vagy kerülnek a levegőbe.

A CO₂ koncentrációját gyakran összegparaméterek tekintjük nyilvános belső termekben, mert jól jellemzi a levegőminőséget. Az 1000 ppm (1 ppm=10⁻⁶, tehát milliomodnyi rész) körüli koncentrációk már rossz közérzetet okoznak, míg a 2000 ppm fölötti értékeknél csökken mind a fizikai, mind a szellemi teljesítőképesség, és fejfájás is kialakulhat. A nem kívánatos következmények elkerülhetőek, ha a belső terek CO₂ koncentrációja nem haladja meg 600 ppm-nél nagyobb mértékben a kültéri értéket (ami Budapesten 392 ppm körüli). Az előadóteremben a CO₂-koncentráció heti átlagértéke 402 ppm volt, tehát jóval kisebb a 992 ppm (=392 + 600 ppm) irányértéknél. A tanterem levegője tehát a CO₂ átlagos koncentrációja szempontjából is teljesen megfelelt az elvárásoknak.

A mért mennyiségek az átlagértékek körül ingadoztak a hét folyamán, és általában az említett határértékek alatt maradtak. A PM₁₀-koncentráció ugyan csak pár percre, de több tíz alkalommal és igen nagymértékben (akár 100%-kal) is meghaladta a 24 órás kültéri egészségügyi határértéket. Néhányszor a CO₂-koncentráció is túllépte az irányértéket. Ez utóbbi azon időszakban történt, amikor a szellőztető rendszert (feltehetően) a tanteremben vélt hideg vagy zaj miatt, esetleg akaratlanul manuálisan kikapcsolták.

Emissziós források és nyelők

A koncentrációk időbeli változását a hétfői napra vonatkozóan a **2. ábrán** mutat-

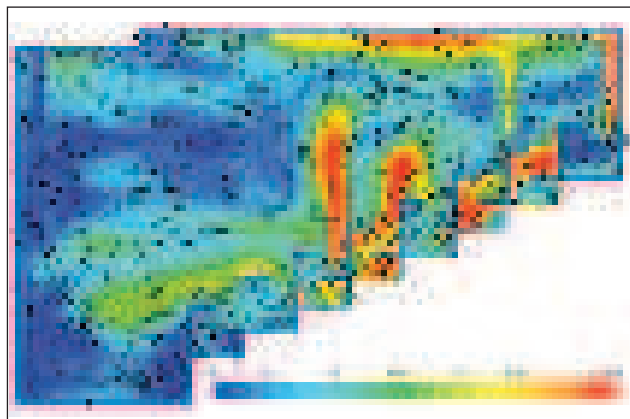
juk be. Ezen a napon 5 előadást (E1-E5) tartottak a tanteremben. A szellőztetés folyamatosan működött. Az előadások alatt a CO₂-koncentráció közel állandó volt, alig változott előadásról előadásra. A szellőztető rendszer kellően hatékony ahhoz, hogy a koncentrációt alacsony szinten tartsa. A CO₂-koncentráció meneten csúcsok jelentek meg a szünetekben. A csúcsokat a folyosóról beáramló, CO₂-ban dúsabb levegő okozza. A csúcs

nagysága attól függ, hogy milyen gyakran nyitottak ajtót, és az mennyi ideig maradt nyitva (hány hallgató érkezett a tanterembe). Az E2 előadás előtti csúcs nem észlelhető, amit az órára érkező hallgatók kis száma (8 fő) és az elnyúlt szünet magyaráz. Az E4 és az E5 előadások között a két csúcs egyetlen csúcsává vált a rövid (15 perces) szünet miatt. A forrás azonosítását megerősíti a 16:05 órakor megjelenő csúcs, ami egybeesik az egyik ajtó néhány perces nyitva tartásának idejével az előadás elején, amelyet a mérési naplóba a felügyelő feljegyzett.

A PM₁₀-koncentráció meneten az első markáns csúcs 7:05 óra körül jelent meg. Ekkor történt a tanterem takarítása, ami az aeroszolrészecskék számát és a CO₂ koncentrációját nem befolyásolta. A tömegkoncentrációban később is előfordultak jelentős változások. Kisebbs csúcsok a szünetekben alakultak ki, amelyeket a hallgatók által létrehozott mechanikus és termikus turbulencia (helyváltoztatás és mozgás) eredményezett. Ezek a tevékenységek főleg a nagyobb (durva) részecskék reszuszpenzióját okozzák. Egy másik lehetséges forrás az emberi bőr hámlása lehet, ami átlagosan 14 µm átmérőjű részecskéket juttat a levegőbe, és ezért nagy járulékos aeroszoltömeg-növekedést okoz. A legnagyobb csúcsok azonban bizonyos előadá-

sok közben jelentkeztek. Az E4 előadáson az oktató krétával írt és rajzolt a táblára, míg a többi előadáson csak szóbeli magyarázat zajlott vagy írásvetítőt használtak. A mérési napló szerint 14:15, 14:43, 14:58, 15:08, 15:21 és 15:32 órákor törölték le a tábláról száraz szivaccsal. Ezen időpontok után körülbelül 3 perc késéssel maximumok jelentek meg a mért PM₁₀-koncentrációban. A táblatörlés után néhány percre meglehetősen nagy, akár 100 µg/m³ (!) tömegkoncentrációk alakultak ki a tanterem közepén. Ha az egészségügyi határérték feletti koncentrációk időintervallumait összeadjuk, akkor az összeg jelentős (akár 50%-os) relatív időtartamot képvisel az előadás idejét tekintve, ugyanakkor a 24 órához viszonyítva elhanyagolható.

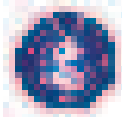
A PM₁₀-koncentráció nagy és különálló csúcsai lehetővé tették a durva aeroszolrészecskék átlagos tartózkodási idejének meghatározását a tanteremben. Kétféle, durva aeroszolrészecske jelenlétét mutatuk ki. Az egyik típus tartózkodási ideje 17 perc volt, míg a másikat 34 perces időállandó jellemezte. A hosszabb idő valószínűleg az általános, beltéri porral, míg a rövidebb idő a krétaporral hozható kapcsolatba. A táblatörlésről továbbá azt is megállapítottuk, hogy igen nagy a forrásintenzitása: a művelet átlagosan (11,1±2,6) mg krétaport juttat a levegőbe percnként – a táblatörlés intenzitásától és a tábla krétával való boritottságától függően. Ez az érték jóval nagyobb, mint a belső terekben szokásos emissziós források intenzitása, például sütés (ételajban) vagy grillzés esetén (2–3 mg/min), de szerencsére a táblatörlés



3. ábra. A levegő áramlása a tanterem hosszanti irányú, középső síkjában. A sebesség nagyságát színekkel jeleltük, amelynek mértékegysége m/s

rövidebb ideig tart, és ezért nem alakulnak ki összehasonlíthatatlan koncentrációk.

A részecskék számának időbeli változását nem lehet a már említett folyamatokkal



magyarázni. Új aeroszolrészecskék az előadóteremben – jelentős magas-hőmérsékletű forrás és nukleáció hiányában – lényegében nem keletkeznek, hanem a külső levegőből jutnak a tanterembe a szellőztető rendszeren keresztül. A távolabbi, térben és időben összetett emissziós és képződési folyamatok miatt a részecskék számkoncentrációjának időbeli változása inkább véletlenszerű ingadozásra (fluktuációra) emlékeztet.

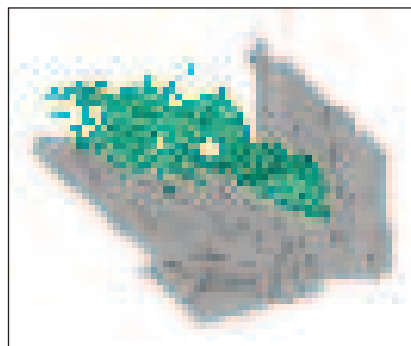
A mért koncentrációk közötti párhuzamosított kis együtthatója arra utal, hogy a mennyiségek forrásai és nyelői közvetlenül nem kapcsolódnak egymáshoz. A hőmérséklet és a CO_2 -koncentráció azonban együtt változott abban a nappali időszakban, amikor a szellőztető rendszer ki volt kapcsolva. A két mennyiség közötti kapcsolatot a tanteremben lévő hallgatók anyagcsere-folyamatai teremtik meg: légzés és testhő formájában. Ülő tevékenység alkalmával a kilélegzett levegő megközelítőleg 4% CO_2 -ot tartalmaz (százszer többet, mint amennyi a belélegzett levegőben van), emellett az emberi test tipikusan 105 W hőteljesítményt eredményez.

Térbeli eloszlás az előadóteremben

A hőmérséklet, a légáramlás és a PM_{10} -tömegkoncentráció térbeli eloszlását a tanteremben háromdimenziós modellszámításokkal becsültük meg. A hőmérséklet eloszlása függőleges rétegződést mutatott. A beáramló, hűvösebb levegő kismértékben keveredett a tanteremben lévő melegebb levegővel. Ennek következtében a levegő a tanterem alsó részében és a padosorokban volt a leghidegebb. A legalsó és a legfelső padosorok között 3 °C eltérés alakult ki. A tanterem hosszanti irányú, középső síkjában kialakuló áramlási képet a 3. ábrán szemléltetjük.

A tanteremben lévő légáramlás (sebesség) meglehetősen összetett. A szellőztetés okozta, irányított légáramlás mellett több köráramlat is kialakul. Az áramlási sebességek általában csak kismértékben különböztek. Nagyobb áramlási sebességek csak a középső padosorokban, valamint a hallgatók testhője miatt kialakuló közvetlen feláramlási zónákban jöttek létre. Az első két padosor szellőztetése kisebb mértékű, míg az utána következő sorokban intenzívebb áramlás valósult meg. A táblától az áramlás vízszintes összetevője hosszanti irányban, a tanterem (felső) végébe vezetett, amelynek során az áramlás a középső padosoroknál felemelkedett. Oldalirányban sokkal lassabb volt a krétapor terjedése, mint hosszanti irányban.

Ez az áramlás meghatározta az aeroszolrészecskék transzportját is. A krétapor a táblától fonalas mintázatban, csóvaként terjedt. Ennek eredményeként heterogén térbeli eloszlás jött létre táblatörés után. A tanterem hosszanti, középső sávjában nagyobb krétapor-koncentrációk alakultak ki. Ezt szemléltetjük a 4. ábrán. A csóvát érdemes összehasonlítani a 3. ábra részleteivel is. A csóva – a kísérleti adatokkal megegyezően – 3 perc alatt elérte a mérőhelyet, és körülbelül 5 percig tartott, amíg eljutott a tanterem távoli végébe. Az előadó – aki krétával ír és rajzol, majd száraz szivaccsal töröli a táblát – lélegzi be a legtöbb krétaport. Az aeroszol-expozíció (kitettség) szempontjából a legelőnyösebbnek a szélső ülőhelyek látszanak. Az



4. ábra. A krétapor-csóva az előadóteremben 5 perccel a táblatörés után

írókréta természetes összetétele és a keletkező, szuszpendált részecskék méreteloszlása miatt azonban a krétapor nem tartozik a különösen veszélyes anyagok közé.

Kémiai összetétel

Az aeroszolrészecskék kémiai összetételét, valamint a komponensek dúsulását a durva és finom méretfrakciókban vizsgálva megállapítottuk, hogy az előadóteremben mindegyik aeroszolösszetevő koncentrációja jelentősen kisebb a városi kültéri levegő tipikus értékeinél. Az összetevők tehát főleg a külső környezetből származnak. Kivételt csak a Ca, a S és a durva méretfrakció tömege képez, amelyek jelentős mértékben keletkeznek a tanteremben. Kimutattuk továbbá, hogy ennek a belső forrásnak aprózódási folyamatnak kell lennie. A tanteremben használt írókréta kémiai összetételét megvizsgálva kiderült, hogy az nem krétaközből (mikroszkopikus CaCO_3 -üledékből), hanem főleg gipszből ($\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$) készült. A krétahasználat így megmagyarázza az említett összetevők forrását és dúsulását is. A tanteremben az aeroszolösszetevők – a kültéri városi aero-

szollal összehasonlítva – nagyobb arányban vannak a finom méretfrakcióban, mint a durva részecskékben, amit a beszívott levegő szűrése okoz.

Összefoglalás

Az ELTE Ortvyai-előadóteremben a levegő minősége az átlagos aeroszol és CO_2 -koncentráció szempontjából kiválóan tekinthető a vizsgált, tavaszi időszakban. Az aeroszolösszetevők leginkább a külső levegőből jutnak be az előadóterembe a szellőztető rendszeren keresztül. A részecskék tömegkoncentrációjának jelentős beltéri forrásai a krétahasználat (különösen a táblatörés száraz szivaccsal), valamint a hallgatók által keltett szuszpenzió/resuszpenzió. A PM_{10} -tömegkoncentráció időnként és néhány percre meghaladja a kültéri levegőre vonatkozó 24 órás egészségügyi határértéket. A krétaporfelhő térbeli eloszlása nem egyenletes. Legnagyobb aeroszolexpozíciót az írókrétát használó oktató kapja. A hallgatók, különösen a szélső padokban ülők helyzete kedvezőbb. A szellőztető rendszer kellően hatékony a CO_2 -koncentráció alacsony szinten tartásához. A mért mikrometeorológiai állapotváltozásokból becsült komfortérzet alapján a „nem elégedett közérzetű” hallgatók aránya ilyenkor 5% körül lehetett. A tanteremben manuálisan kikapcsolt szellőztetés esetén azonban olyan koncentrációk alakulhatnak ki az előadások végére, amelyek a hallgatók figyelmének és koncentráloképességének csökkenését, vagy fáradtságérzetet okozhatnak.

További információ és részletesebb magyarázat található a Salma *et al.*, *Atmos. Environ.* 64 (2013) 219–228, doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.09.070 szakmai cikkben, a www.salma.elte.hu weblapon, valamint a kapcsolódó TDK- és szakdolgozatokban. Köszönjük Emódi Flóra, Mészáros Tímea, Mónos Lilla, Nagy Dániel, Pollák Bence, Takács Zita és Vörös Alexandra kémia, környezettan, illetve meteorológus szakos hallgatók segítségét a tanterem állandó felügyeletében. A tantermi mérősorozat az oktatási dékánhelyettes, Homonnay Zoltán támogató engedélyével történt. Köszönetünket fejezzük ki az épület főmérnökének, Révész Mária-nak és az üzemeltetés vezetőjének, Horváth Henriknek az előkészületek segítségével. A kutatást az OTKA (K61193) és a TÁMOP (4.2.1./B-09/1/KMR-2010-000) támogatta. ■

DOSZTÁLY KATINKA–BORSÓS
TIBOR–GYÖNGYÖSI ZÉNÓ–PÉTER
NORBERT–KRISTÓF GERGELY–
WEIDINGER TAMÁS–SALMA IMRE

Vissza a depresszióból

A depresszióban szenvedők száma évről évre növekszik hazánkban is. Érdemes ezért bemutatni azokat a kutatási eredményeket, amelyek segítségével jobban megismerhetjük e betegség kialakulásának okait, és amelyek segíthetik a depresszióban szenvedők gyógyulását, vagy javíthatják életminőségüket.

Az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont tudományos munkatársa, *Hajszán Tibor*, a Biofizikai Intézetben belül működő Depresszió Neurobiológiai Laboratórium vezetője és munkatársai is e betegség biológiai hátterének mind jobb megismerésén munkálkodnak. Kutatásait „A hippocampus tüskeszínapszissainak átrendeződése depresszióban” című OTKA-projekt támogatja.

– *Mi köze a depresszióknak a hippocampushoz? Hogyan működnek a szinapszisok ezen a jellegzetesen csikóhal alakú agyterületen, és mi működésük lényege?*

– A hippocampus az agy limbikus rendszerének része, amely többek között a prefrontális cortex-szel együtt a tanulásért és az érzelmi életért is felelős. A szinapszisok az idegsejtek közötti kapcsolatok, melyek az információt elektromos és kémiai ingerület formájában továbbítják az egyik idegsejtől a másikig. Nyilvánvaló, hogy mivel az információátadás helyei, nagyon fontosak az agy és az idegsejtek működésében. Ha csökken a számuk, akkor az agyon belül az információáramlás is zavart szenved. Ezért tartottuk izgalmasnak az egyesült államokbeli Yale Egyetemen elvégzett első kísérleteink felfedezéseit, miszerint egy antidepresszáns gyógyszer – generikus neve fluoxetin – megemeli a szinapszisok számát az említett agyterületeken. A gyógyszer-család működésére az ötvenes években alkották meg a monoamin-hipotézist, ami szerint a depressziót a monoaminok szintjének csökkenése okozza az agyban, míg az antidepresszánsok, így a fluoxetin is megemelik azt. A gyógyszer-családdal azonban gondok vannak.

– *Mi a probléma velük kapcsolatban?*

– Az úgynevezett gyógyszer-tani hatás, amikor az agyban megemelkedik a monoaminszint, már a gyógyszer bevétele után néhány órával bekövetkezik. Ugyanakkor a terápiás hatás ilyenkor még nincsen sehol: a depressziós beteg még nem érzi jól magát. Folyamatosan, 4–6 héten keresztül kell szednie a szert ahhoz, hogy pozitív ha-

tás jelentkezzen, azaz depressziós tünetei mérséklődjenek és elmúljanak. Tehát a farmakológiai és a terápiás hatás között nincs összhang. Ez a többhetes késlekedés a legkomolyabb probléma az antidepresszáns hatás kialakulásában. A másik a rezisztens, a gyógyszernek „ellenálló” betegek hihetetlenül magas száma. Jelen pillanatban, ha egy beteg antidepresszáns gyógyszert kezd szedni, nagyobb a valószínűsége annak, hogy a szer nem fog használni, mint annak, hogy igen. Mindezek miatt ma, amikor a



Hajszán Tibor, a Depresszió Neurobiológiai Laboratórium vezetője

depresszió kutatása világszerte felpörgőben van, az antidepresszánsok gyógyszer-tani hatását, tehát a monoamin-hipotézist félre tesszük, és a terápiás hatással összefüggő, alternatív megoldásokat keressük.

– *Ide kapcsolódik a felfedezésük is...*

– Ami magyarázza a depressziót és az antidepresszánsok hatását is. Az általunk vizsgált szinaptikus mechanizmust alapul véve alakítottuk ki az évek során további vizsgálatokkal a depresszióról új elképzelésünket. Ezt szinaptogenikus hipotézisnek nevezzük, s lényege, hogy a depressziós tünetek jelentkezésével párhuzamosan csökken a szinapszisok száma a limbikus agyterületeken: a hippocampusban és a prefrontális cortexben. Gyógyításkor pedig az a cél, hogy az elveszett szinapsziso-

kat regeneráljuk, a folyamat ugyanis visszafordítható. Ha a szinapszisok pusztulása visszafordíthatatlanná válik, az már demencia. Talán nem véletlen, hogy a depresszió igen komoly rizikófaktora a különböző demenciáknak, mint például az Alzheimer-kórnak. A depresszió többszörösére növeli annak lehetőségét, hogy egy későbbi életszakaszban valamilyen demencia kifejlődjön. Néhány hónapja publikált legkomolyabb eredményünk az, hogy a szinaptogenikus hipotézist emberekben is sikerült vizsgálnunk. Öngyilkosság miatt elhunyt depressziós betegek prefrontális agykérgéből származó mintákat vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a szinapszisok mintegy 40 százaléka visszafejlődött.

– *Hogyan történik a depresszió elleni „villámháború”?*

– Először is szemléletváltással. A korábbi ismeretek alapján kifejlesztett antidepresszánsok mind késleltetett hatásúak. Ha a depresszió tüneteit olyan gyorsan akarjuk mérsékelni, mint ahogyan egy fájdalomcsillapító elmulasztja a fejfájást, ahhoz új hatásmechanizmusra van szükség. Pontosan ez a szinaptogenikus hipotézis egyik legnagyobb vívmánya. A szinapszisok újránövekedése, átrendeződése ugyanis nagyon gyors lefolyású lehet, ha megfelelő gyógyszer adunk hozzá. Állatkísérleteinkben és kísérleti gyógyszereinkkel már 30 perc alatt is képesek vagyunk akár duplájára növelni a szinapszisok számát, és ez együtt jár a depressziós tünetek mérséklésével! Ezeket a kísérleti gyógyszereket eleve úgy „fedezzük fel”, hogy kimondottan olyan szereket teszünk, amelyekről ismert vagy sejtethető, hogy képesek a szinapszisokat gyors növekedésre serkenteni. Számos ilyen vegyület létezik, viszont érdekes módon legtöbbjük stressz következtében elveszíti a hatását. A mi gyógyszerünk szerencsére kivétel: stresszhatás alatt is megőrzi szinapszisserkentő és antidepresszáns aktivitását. S hogy meddig tart a pozitív hatás? Ezt az éppen most folyamatban lévő vizsgálataink hivatottak eldönteni. Az első kísérletek azt mutatják, hogy a gyógyszer beadása után négy órával még tapasztalható hatás, de várakozásaink szerint ennél sokkal hosszabb lesz a hatástartam.

– *Mikor lesz a kutatási eredményekből gyógyszer?*

– A gyógyszerfejlesztés hosszú és rögzös útját végig kell járnunk. Az úgynevezett „felfedező szakasz” nagyjából lezárult:

gyógyszermolekulánk kedvező hatását állatmodellekben bizonyítottuk és az új hatásmechanizmus tudományos alapjait emberben igazoltuk. A következő, úgynevezett preklinikai fázisban még mindig állatokon folynak majd a kísérletek: meg kell állapítani, hogy a gyógyszerjelöltnek van-e mérgező mellékhatása; nem addiktív-e, tehát nem alakul-e ki használata során hozzászokás; vagy nem okoz-e fejlődési rendellenességet. Azt is nagyon pontosan meg kell határozni, hogy milyen a gyógyszer kémiai stabilitása és milyen a metabolizmusa: mi történik vele a szervezetben, hogyan bomlik le, hogyan ürül ki, például a májon vagy a vesén keresztül, és így tovább. Mindez sok kísérletet igényel és drága, de ezen az úton végig kell mennünk, mielőtt a gyógyszert embereken is kipróbálhatjuk.

– *Ezek az eredmények nagyon biztatóak. Hogyan reagált erre a szakma?*

– A szinaptogenikus hipotézist igen pozitívan fogadta a szakma: eredményeinket a legrangosabb tudományos folyóiratokban tudjuk közölni. Talán hozzájárulhatunk ahhoz, hogy a depresszió kutatása és jövőbeli kezelése új alapokra helyeződjék. Viszont a fejlesztés alatt álló gyógyszermolekuláinkkal kapcsolatos részletes eredmények egyelőre nem publikusak. A molekulának is csak a fantázianévét árulhatom el: Alstriol. Egyébként már nemcsak az eredeti molekulával dolgozunk, folyamatosan igyekszünk azt jobbra, hatékonyabbá, biztonságosabbá tenni. Természetesen a munka egészét a mi laboratóriumunk nem tudja egyedül elvégezni. Neurobiológiai laboratóriumként csak a biológiai vizsgálatokat végezzük, az állatmodellezést, a szinapsziszok számolását, a hatásmechanizmus kutatását. A molekulák fejlesztése és előállítása, valamint a későbbi preklinikai és klinikai vizsgálatok is kollaborációban történnek, magyar vegyipari és biotechnológiai cégekkel karöltve.

– *Amint említette, a depresszió kutatása világszerte gőzerővel folyik. Vannak hasonló eredmények más szerekkel?*

– Szakmai körökben a legismertebb a ketamin. Ez egy gyakran használt, rövid hatású altató, amit akkor vetnek be, ha egyszerű, de igen fájdalmas beavatkozást kell elvégezni, ami más érzéstelenítési módszerrel nem megoldható. Érdekes módon, ha kisebb dózisban adják, akkor nem alszik el tőle az ember, viszont gyors antidepresszáns hatást produkál. Sajnos számos hátrányról kell beszélni a ketamin esetében, amelyek miatt ez a szer nem lehet a jövő útja. Például, mert utcai drog a hozzá hasonló még jó néhány szerrel együtt, így erős az addiktív hatása; s tudni kell, hogy hosszú időn át használva szkizofrénszerű tüneteket okozhat. Ma a ketamint a szakma leginkább arra használja, hogy rajta keresztül pró-

bálgják megfejteni a gyors antidepresszáns válasz mechanizmusait. Az így feltárt mechanizmusokat „megcélozva” lehet aztán később jobb gyógyszereket fejleszteni. Magam is részt vettem a ketaminnal kapcsolatos munkában még az Egyesült Államokban dolgozva, s igazoltuk a ketamin esetében is, hogy a szinapsziszok újránövesztésével fejt ki gyors antidepresszáns hatását.



A kísérleti patkányok jól reagálnak a szerre (Bellanyi Tímea felvételei)

– *Mennyire ismertek a gyors antidepresszáns hatás mechanizmusai?*

– Az általunk fejlesztett gyógyszer esetében, azon kívül, hogy újránöveszti a szinapsziszokat, jelenleg még nem ismert a részletes hatásmechanizmus. Ez a következő néhány év kutatásainak feladata lesz. Bízom benne, hogy a ketaminhoz hasonlóan kiterjedt vizsgálatok indulnak majd az Alstriol kapcsán is, amint eredményeink napvilágot látnak. A ketamin esetében már ismertté vált néhány molekuláris mechanizmus, amelyek viszont inkább kiterjesztik, mintsem megmagyarázzák a szinapsziszokra kifejtett hatást. Ami világosan látszik, hogy a ketamin hatására az idegsejtek szinte azonnal elkezdnek bizonyos fehérjéket előállítani, amelyek később a szinapsziszok működésében játszanak majd fontos szerepet. Viszont az alkotóelemek nagyobb száma nem magyarázza az új szinapsziszok képződését, ugyanúgy, ahogy több téglából önmagában még nem lesz több ház. A folyamat lényegét jelenleg nem értjük, így kell még várnunk néhány évet, míg kérdéseinkre választ kaphatunk.

– *Tehát az Önök által kifejlesztett szernek, a ketaminnal ellentétben, nincs mellékhatása.*

– Legalábbis eddig nem találtunk ilyet. Többek között ezért fűzünk hozzá nagy reményeket. Ma óriási igény lenne gyors

hatású, hatékony és mellékhatás mentes antidepresszánsokra. Bizonyos ma használatos antidepresszívumok a terápia kezdetén nemhogy javítanak, de átmenetileg még ronthatnak is a beteg állapotán, sőt az ilyenkor elkövetett öngyilkosságokhoz is határozottan hozzájárulnak. Mint említettem, a gyógyító hatás csak hetek múlva jelentkezik, miután az esetleges negatív ha-

tásokon szerencsésen átesett a beteg, és akkor sem jön létre a nagyarányú rezisztencia miatt. Ilyen tehát a depresszió klinikai helyzete, nem csoda, hogy több mint 300 millió ember szenved ettől a betegségtől szerte a világban. A munkaképtelenséget okozó betegségek közül a depresszió a második leggyakoribb, s bizonyos kutatások szerint tíztizenöt év múlva ez lehet az első. És gyógyítása rengeteg pénzbe kerül.

– *Kiket fenyeget leginkább a depresszió? Kiből lehet depressziós?*

– Bárkiből, ha megfelelő intenzitású stresszhatás éri, ugyanis a depresszió leggyakoribb kiváltó oka a stressz. Még akinek „fát lehet hasogatni a hátán”, az is áldozatul eshet, de nyilván ebben az esetben nagyon erős stresszhatás szükséges. Viszont, ha valaki olyan géneket örököl a szüleitől, hogy kisebb a stressztűrő képessége, az akár egész élete során szenvedhet a depressziótól. Rajtuk, s minden depressziós betegen próbálunk segíteni a fejlesztés alatt álló gyógyszerünkkel.

Az interjút készítette: FARKAS CSABA

Az ismertetett kutatást a KTIA-OTKA Mobility MB-08C OTKA81190 számú projektje támogatja.

Az információs hálózat születése

Ötödik rész

FÁBIÁN TIBOR

„Ha ez a levelem megérkezik, Édesem, gondoldj rám egy kicsit.”
(Tóth Árpád)

A posta, mint intézményesített állami hírközlési rendszer, csak a XV. század vége felé kezdte meg hálózatának kiépítését. Nyugat-Európában sorra alakultak a nemzeti, esetenként páneurópai szolgálatok előbb a levelek és a csomagok, később pedig – mai kifejezéssel – VIP-utasok szállítására. (A cikk első része a múlt évi februári, a második az augusztusi, a harmadik a szeptemberi, a negyedik rész a novemberi számunkban jelent meg.)

Újkori európai posták

A postaszolgálat gyökerei a középkor utolsó évtizedeibe nyúlnak. Franciaországban XI. Lajos hozta létre 1464-ben az állami futárszolgálatot, melyet VIII. Károly mintegy húsz évvel később az ország egész területére kiterjesztett a váltóállomások rendszerének kiépítésével. A királyi hírhozók a Párizsból sugarasan kiinduló kilenc fő útvonalon közlekedtek például Calais, Brüsszel, Lyon, Marseille, Nantes városába. A küldöncök „gyorsaságára” jellemző, hogy Rómából Párizsba a levél egy hónap alatt érkezett meg.

A francia példát Anglia is követte: IV. Edward 1481-ben – a skótokkal vívott háború idején – megalapította az állami „lovagló postát”. Ezt csak hivatalos célokra lehetett igénybe venni. A postaszolgálat VIII. Henrik alatt terjedt el, a postaházak működését a király által kinevezett főpostamester felügyelte. A postát többször „privatizálták”, végül a jövedelmeket a mindenkor York hercegének engedték át. Az ismételt államosításra az 1700-as évek végén került sor.

A Habsburgok uralta területeken az 1450-es években kezdődött – igaz, nem uralkodói parancsra, hanem „családi vállalkozásban” – az előre meghatározott útvonalakon rendszeres időközönként közlekedő postajáratok szervezése. A Taxis család Tirolban, Stájerországban előbb lovasküldönc-szolgálatot működtetett, majd 1495 után Bécs és Brüsszel között teremtett „császári” posta-összeköttetést I. Miksa bécsi udvara és fia, Fülöp herceg – a későbbi spanyol király – brüsszeli rezidenciája között. Hálózatuk egyre terjesz-

kedett, a XVI. században a lovasposta már Spanyolországba, Itáliába is járt, sőt magánosok leveleit is továbbította.

A Német-római Birodalom területén a XIII. századtól a „városi posták” terjedtek el, melyeket a Hanza-szövetség szervezett a kereskedelem fejlesztése érdekében. A lovasküldöncök és fuvarosok például Riga és Amszterdam, Lübeck, Hamburg és Nürnberg között tartottak rendszeres összekötte-

től a Lipcse–Drezda közötti postakocsi-járat már rendszeresen közlekedett.

Az utazás kényelmét, gyorsaságát növelendő, az 1740-es évektől a posták delizsánsz-(gyorskocsi) járatokat is indítottak. A pontos menetrend szerint – de csak nappal – közlekedő, négy-öt lóval vontatott postakocsikon rendszerint 5–10 utast és csomagjaikat szállítottak. A magasított bakon ülő postakocsis kürtjével jelezte a járat



1. ábra. A harmincéves háborút lezáró münsteri békekötés „hírhozója” (Ismeretlen művész fametszete)

tést. Később futár- és kocsi-posták közlekedtek Lipcse, Bécs és Prága között. A posta központjává Nürnberg és a Majna melletti Frankfurt vált, a Thurn-Taxis család is ez utóbbi városban alapította meg „vezér postagazgatóságát”.

Poroszországban és Brandenburgban már 1470-ben megszervezték a kormányzati postát, de a fejedelemségek területére kiterjedő hálózatot csak a harmincéves háború után hozta létre I. Frigyes Vilmos porosz uralkodó (1. ábra). Az első szászországi személyszállító postakocsi-járat 1658-ban indult, 1681-

érkezését, indulását (2. ábra). A delizsánsz ausztriai közlekedtetését Mária Terézia 1748 decemberében rendelte el, s az első kocsi – a királynő személyes jelenlétében – mintegy fél évvel később, Flórián napján indult Bécsből St. Pöltenbe. A későbbiekben – heti hat alkalommal – Bécsből Passauba, Pozsonyba, Prágába, Linzbe és Budára is el lehetett jutni. A hazai delizsánsz-járatok 1750-ben indultak, Bécs és Pozsony között naponként, Bécs és Buda között hetenként jártak. A Buda–Temesvár–Nagyszében útvonalon csak havonta közlekedett postakocsi [1].

Az egyes posták gyakorlatilag már európai hálózatot alkottak, s monopóliumot kaptak a személyszállításra is. A *communicatio* sebessége – a fogalmat ekkor még a *közlekedésre, szállításra* és nem az emberek közötti kommunikációra használták – a bankok, tőzsdék, nagykereskedők és hírszolgálatok igényét nem elégítette ki. Tudták, hogy „A tudás = hatalom”, és aki előbb jut az információ birtokába, az vagyont nyerhet. A „naprakészség” helyett azonban Párizsból Londonba egy levél sokszor csak egy hét alatt, Londonból Edinburgba öt-tíz nap alatt érkezett meg.



2. ábra. Delizsánsz (színes litográfia az 1830-as évekből)

A Chappe-féle telegráf előzményei

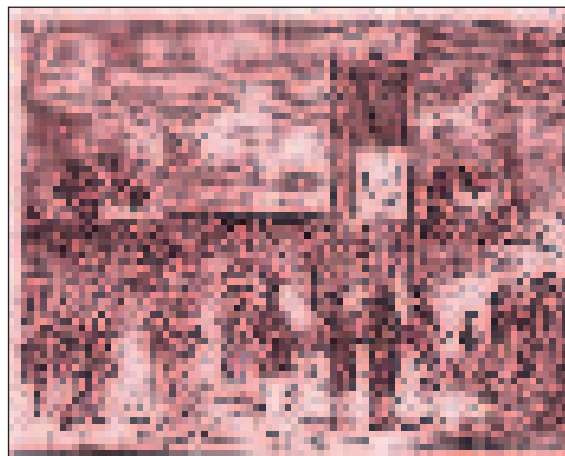
A XVII. században született távcső az optikai távjelzés számára új lehetőségeket teremtett. Különböző színű zászlók lengetésével, mozgatható mesterséges karok beállításával annyiféle jelet lehetett összeállítani, hogy az ábécé minden betűjére jutott egy. A távcső pedig módot adott arra, hogy ezeket nagy távolságból is fel lehessen ismerni.

Állítólag Roger Bacon angol tudós már rendelkezett olyan szerkezettel, melynek segítségével – és a „fekete mágia” révén – lakóhelye 50 mérföldnyi környezetében mindent látott. Legalábbis ezt híresztelték róla. Posztumusz *Opus maius* c. könyvében arról (is) értekezett, hogyan kell több lencsét úgy elhelyezni, hogy „nagyítócsövet” kapjanak. Elképzelhető, hogy egy ügyes iparos – ismerve Bacon munkásságát – már a XIII. században megalkotta a „távolbalátót”.

Johannes Lippershey holland üvegcsiszoló mester egyike volt azoknak, aki bikonkáv és bikonvex lencséből álló, ún. hollandi távcsövet készített. Binokuláris látócsővére 1608 októberében kért szabadalmat, de a kizárólagos gyártás jogának megadását a middleburgi tanács – tekintettel annak haditechnikai jelentőségére – a teljes titoktartáshoz kötötte, majd egy évvel később elutasította. Horváth Árpád szerint: „Érthető az elutasítás, hiszen a hadsereg és a haditengerészet, de a kereskedelmi hajózás szempontjából is óriási fontosságú műszer gyártását és forgalomba hozatalát nem bízhatták egyetlen műhelyre. Másrészt, és ez már meglepő, a találmányt nem tartották újnak.” [2] Hasonló távcsőtalálmányt Zacharias Jansen middleburgi, Jacob Metius nassauai szemüveggészítő is benyújtott, de ők sem kaptak szabadalmat....

Robert Hooke angol tudós a londoni Royal Society előtt 1684 májusában mutatta be távcsöves leolvasású optikai távirójának tervezetét. A szó szoros értelmében alakjel-

zöt talált fel: sötétre festett, átlátszatlan, egyszerű mértani idomokat, például X, Δ, Γ, T, ⊥, ∇, +, −, Λ alakzatokat használt. Az idomokat faállványzatra függesztette, háttérként az égbolt szolgált. Éjjel az idomokat fáklyák világították meg. A kísérleti adó-vevő állomásokat a Temze két partján, egymástól kb. 800 méterre javasolta felállítani. Mivel az idomok cseréje meglehetősen nehézkes és időrabló művelet volt, találmányát figyelemre sem méltatták [3].



3. ábra. Hoffmann távirójának utólagos rekonstrukciója 1868-ból [6]

Guillaume Amontons francia fizikus az 1690-as években kezdte kísérleteit. Belleville és a dombokon fekvő Meudon község között, mintegy 11 km távolságot áthidalva, lassan forgó szélmalomok szárnyaira erősített, cserélhető betűk segítségével váltott titkos üzeneteket (1695). A „távíratof” távcső segítségével olvasták le. Szélmalom-távírója nem kapott királyi támogatást, a feladás homályába merült.

Richard Lovell Edgeworth – angol föld-birtokos, feltaláló, az Ír Királyi Akadémia alapító tagja – optikai jelátviteli kísérleteit az 1760-as években kezdte. Fogadást kötött, hogy a newmarketi lóverseny nyerteinek rajtszámát egy óra alatt továbbítja Londonba, kb. 105 km-re. A fogadást végül is Edgeworth elvesztette, a feladatot *tellograph* találmányával nem tudta megoldani. Optikai távjelzője – végső kiviteli formájában – súlypontja körül különböző pozíciókba állítható, 6 méter magasságú egyenlő szárú háromszög alakú lap volt [4]. Kissé túlzó leírása szerint a jelzőlap állását nappal 18–20 mérföldről (29–32 km) is világosan azonosítani lehetett. Az angolok Edgeworthot tartják a vasúti idomjelzők „atyjának”...

Christoph Ludwig Hoffmann német udvari orvos valamikor a hétéves háborúk idején szintén feltalált egy optikai távirót, melynek részletei a kutatók előtt sokáig ismeretlenek voltak. A találmány leírása ugyanis Hoffmann orvosi témájú könyvének a mikroszkópról és teleszkópról írt fejezetében jelent meg (Münster, 1782), ahol részletesen vázolta a toronyóra átalakításával nyert adót (3. ábra), a kódkönyv segítségével titkosított hírvitelt. Távcsővel a számlapon lévő jelet, illetve a kívánt szimbólumra állított mutatót még 22,5 km-ről is le lehetett olvasni, amint a buchenbergi kísérlet bizonyította. A távirót elsősorban a lottóhúzás számainak továbbítására ajánlotta. A steinfurtnaknak azonban nem volt szükségük „gyors” hírcserére, nem tartották igényt Hoffmann találmányára [5].

Irodalom

- [1] Benda Kálmán (főszerk.): *Magyarország történeti kronológiája*. Akadémiai K. Budapest, 1981–2. II. 573.
 [2] Dr. Horváth Árpád: *A távcső regénye*. Műszaki K. Budapest, 1988. 27–8.
 [3] Mészáros Etelka: *Kezdjük az elejéről! A távjelzés történeti fejlődése*. Magyar Távközlés.

1996. 2. 62–63.

[4] Richard Lovell Edgeworth, Maria Edgeworth: *The Memoirs of Richard Lovell Edgeworth...* Hunter, Cradock & Joy. London, 1820. p. 8.

[5] Hans Walter Wichert: *Ein Vorschlag zur optischen Telegraphie aus Westfalen aus dem Jahre 1782*. Technikgeschichte. Bd. 51 (1984) Nr. 2, S. 86–93.

[6] From Semaphore to Satellite. International Telecommunication Union. Geneva, 1965. p. 12.

Hogyan kell felfuttatni egy bozont?

SIMON TAMÁS

Kezdjük mérési eredményekkel! 2011. július 25-én, egy hétfői napon ez volt az Origo.hu hírportál első két legolvasottabb cikke:

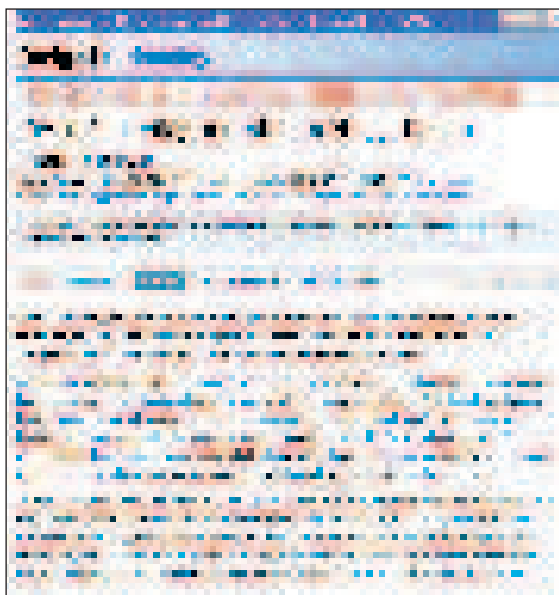
1. Hunyadi Jánost és magyar pártokat is emlegetett a norvég merénylet – 66 207 egyedi látogató (<http://origo.hu/nagyvilag/20110725-magyarorszagot-is-empli-manifestum-anders-behring-breivik-a-norvegiai-merenylo.html>)

2. A legizgalmasabb tartományban nem sikerült kizárni az isteni részecske létezését – 34 584 egyedi látogató (<http://origo.hu/tudomany/20110725-lhc-higgs-rabukkanhattak-az-isteni-reszecske-első-nyomaira-a-cernben.html>)

Az első cikk Anders Behring Breivikről, a norvég tömeggyilkosról szólt, a második a Higgs-bozonról (itt a címre majd még visszatérünk). Ezek vezették az aznapi nézettségi listát Amy Winehouse halála, a benzínáremelés és további norvég tömeggyilkos cikkek előtt. Az eredmény azért is szép, mert aznap természetesen Breivik bírósági tárgyalása volt az újság fókuszában. Még szebb, hogy a Facebook-megosztások tekintetében már nem maradt el a Higgs-bozon a tömeggyilkostól (sőt, 465–457 a bozon javára), és jobban is kommentelték a cikket (itt 71–47 a bozonnak). A Facebook-megosztások száma jó jelzője annak, hogy mennyire tartanak érdekesnek az olvasók egy adott cikket (mennyire tartják érdemesnek arra, hogy ismerőseiknek is ajánlják; a közel félezer megosztás itthon már magas értéknek számít). A kommentek viszonylag magas száma önmagában is jó, de még jobban örülhetünk, ha elolvassuk őket, ugyanis fizikáról vitatkoznak egymással a látogatók (nem mindenben precízen, de az most mindegy).

Hogyan jutottunk el ideig? Miért lehetséges, hogy a CMS és az ATLAS detektorok előzetes Higgs-adatai jobb nézettséget értek el, mint az, hogy mennyibe kerül szerdától a benzin?

Hosszú út, több mint hároméves munka van az eredmény háttérében. 2008 tavaszán hívott fel a kitűnő ismeretterjesztő-fizikus, Jéki László, hogy csináljunk egy részecskefizika sorozatot az Origo tudomány rovatában. Az LHC-ről beszélt, amelyet – megvallom őszintén – nem nagyon volt még a látókörömben. A téma azonban egyből elvarázsolt, és belevágtunk.



A júliusi bejelentés után pár nappal készített elemzés. Nagyon magas volt mind a kommentek, mind a Facebook-megosztások száma, tehát az olvasók kedvelték a témát

Látogatás a CERN-ben

A CERN-be bárki ellátogathat, és előzetes bejelentkezés nélkül, ingyenesen megtekintheti az igen látványos, interaktív kiállításokat. Előzetes bejelentkezéssel vezetett túrát is lehet kérni, amelynek során néhány érdekes berendezést, kutatási helyszínt mutatnak meg a látogatóknak. Tipp: 2013 tavaszától körülbelül másfél évig leállítják az LHC-t, ezért az alagútba, illetve a detektorokhoz is lejuthatnak az érdeklődők. Érdemes megcélozni ezt az időszakot, és magyar vezetőt kérni a CERN-től. Részletes információ itt: <http://outreach.web.cern.ch/outreach/visites/index.html>

Laci kitűnő cikkeket küldött, és elfogadta a számára szokatlannak tűnő szerkesztői javaslataimat, amelyek főképp az online média sajátosságaiból adódtak. Egy folyamatosan változó, sok más érdekes cikket kínáló címlapon erős hívószavak és összefoglalók kellenek a figyelem felkeltéséhez. Az olvasót szó szerint be kell csalni a cikkbe, amelyet aztán szintén nagyon erősen kell elindítani, hogy egyáltalán továbbgörgessék. Erős hívószavakból ezen a területen nem volt hiány: a világ legnagyobb részecskegyorsítója adta magát, a Nagy Hadronütköztető önmagában is jól hangzott, de „a részecskefizika Szent Grálja” és az „isteni részecske” vitték el a pálmát. Jógosan mondhatja bárki, hogy szenzációhajhász megoldás volt az utóbbi kettőre építeni a címetek, ám ezek nagy szolgálatot tettek, amikor a nagyközönség által alig ismert terület iránt kellett felkelteni az érdeklődést.

Így aztán, amikor 2008 őszén a legtöbb újság még csak fekete lyukakról és világvégéről cikkezett a CERN-nel kapcsolatban, Magyarországon már egy igen részletes, mégis közérthető és érdekes cikksorozatot olvashattak az érdeklődők az LHC műszaki paramétereiről és tudományos céljairól. Én pedig – szerencsés magyar újságíróként – ott ültem októberben a CERN-ben, és tanúja voltam az LHC „bekapcsolásának”. Itt ismertem meg először kint (is) dolgozó magyar fizikusokat, akik a mai napig rengeteget segítenek a munkában, Lévai Péterrel és Horváth Dezsővel az élen. Folyamatos konzultáció nélkül ilyen bonyolult területen lehetetlen lenne hiteles cikkeket írni.

Aztán jött a sajnálatos meghibásodás és egyéves leállás (amely a mai sikerek fényében inkább egy rossz álmoknak tűnik), és nemcsak a gyorsító egy részét, hanem az olvasói tábor is újra kellett építeni. Sőt, voltak igen negatív hangok is: lám, csak ennyit tud ez a jól beharangozott csúcsberendezés. Taktikát kellett változtatni, és a 2009 őszi tervezett újraindítást csak egy blogon követtem (<http://cernblog.wordpress.com/>). A ki-tartó érdeklődők tábora azonban itt is egyre duzzadt, és 2010 márciusában már több mint 12 ezren követték figyelemmel, amint az LHC megcsinálja az első 7 TeV-es ütköztetésekét. Miután az adatgyűjtés már stabilan zajlott, elérkezett az idő, hogy a téma fokozatosan visszatérjen az Origóra. Jéki Laci ezt sajnos már nem érthette meg.

Magyar fizikatanárok a CERN-ben

Magyarország nem csupán a kutatásokban vesz részt a CERN-ben. Sükösd Csaba fizikus (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem) 2006-ban kezdeményezte fizikatanárok kiutazását és továbbképzését. A nagy sikerű oktatási programban ma már a CERN minden tagországa részt vesz.

A CERN Horváth Dezső fizikust kérte fel, hogy a CERN részéről szervezze meg a továbbképzés tudományos részét. „2006 óta minden évben szervezünk olyan akciót, amikor egy autóbuzsnyi magyar fizikatanár, tehát körülbelül 40 fő kimegy a CERN-be egy hétre. Délelőttként előadásokat hallgatnak a részecskefizika kísérleti és elméleti vonatkozásairól, az előadásokat a CERN-ben dolgozó magyar fizikusok és informatikusok tartják. Délutánként a laborokat, kísérleteket látogatják, illetve saját maguk is végeznek kísérleteket, mérési gyakorlatokat. Óriási a lelkesedés, és egyre több fiatal jön” – mondja Horváth Dezső. A 2013-as program augusztus 11–17. között lesz.

A továbbképzés honlapja: Hungarian Teacher Programme
http://education.web.cern.ch/education/Chapter1/Page3_HU.html

Jelentkezés: Sükösd Csabánál (sukosd@reak.bme.hu)

Azóta minden fronton minden rendben zajlik, és technológiai sikerek mellett már tudományos eredményekről is lehet cikkeket írni. A témának stabilan nagy olvasótábora van a portálon, és lassan elhagyjuk az „isteni részecske” kifejezést is. A „termék be van járátva”, és sok más helyen is igen komolyan foglalkoznak vele: nagyon jók Stöckert Gábor cikkei az Index.hu tudomány rovatában; óriási közönségsiker volt Lévai Péter előadása a Mindentudás Egyeteme 2.0 sorozatban (www.mindentudas.hu); világszínvonalú illusztrációk kíséretében beszélt a témáról Trócsányi Zoltán az MTA diákprogramjában; kifogyhatatlan Horváth Dezső ismeretterjesztő energiája – hogy csak néhány dolgot említsünk. De mások is sokat dolgoznak azért, hogy az emberek tudják, miről szól a CERN és az LHC. Valószínűnek tartom, hogy nemzetközi viszonylatban is igen jól állunk a nagyközönség tájékozottsága tekintetében ezen a téren. A Higgs-bozon ma már a kocsmasztaloknál is szóba kerül, és azt hiszem, egy bozon számára ez lehet a siker csúcsa.

Honlapajánló

A CERN nagyközönség számára elérhető honlapja

<http://public.web.cern.ch/public/>

Újságíróknak: CERN Press Office

<http://press.web.cern.ch/press/lhc-first-physics/>

CERN Document Server

<http://cdsweb.cern.ch/>

CERN Courier

<http://cerncourier.com/cws/latest/cern>

A nagyenergiás fizika 2009-ben 50 esztendőszünetű nemzetközi folyóirata.

CERN Bulletin

<http://cdsweb.cern.ch/journal/?name=CERNBulletin>

A CERN hírújságja, feliratkozási lehetőséggel.

CERN Twitter

<http://twitter.com/cern/>

A legfrissebb információk maximum 140 karakterben.

100 éve hunyt el König Gyula

OLÁH-GÁL RÓBERT¹

König Gyula a modern magyar matematikai iskola megteremtője volt. Előtte is tevékenykedtek kiváló matematikusok, mint például Stoczek József, Vész János Ármin, Hunyady Jenő, nem is említve a Bolyaiakat. De valahogy a Bolyaiak elszigetelve maradtak, így nem beszélhetünk arról, hogy a Bolyaiak iskolát teremtettek volna. Szénássy Barna írja: „Ismeretes, hogy a két Bolyai matematikai tevékenysége az első időkben nem keltett különösebb figyelmet sem itthon, sem külföldön. Alkotásaik teljes tudatában, de a sikertelenség fátyol érzésével hunyták le mindketten szemüket. Évtizedek múltán ismerték csak fel eredményeik fontosságát, és így azok a múlt század utolsó harmadában foglalták el matematika-történeti méltó helyüket.”²

König viszont matematikai iskolát teremtett. Az ő tevékenységével lépett be a magyar matematika a nemzetközi élménykörbe. Írásunkban egy még ismeretlen König-eredményről szeretnénk beszámolni, amely önmagában elég lett volna König világhírnevéhez, de amely sajnos kimaradt még a magyar matematika történetéből is.

König Gyula 1870-ben, 21 évesen doktorált Heidelbergben, ugyanott és ugyanazon félévben, mint Eötvös Loránd. Könignek Leo Königsberger volt a témavezetője. Írásunknak nem célja, hogy bemutassuk König Gyula életpályáját, hiszen ezt számtalan tanulmány, cikk és egy remek kis monográfia (Szénássy Barna: *König Gyula 1849-1913*)³ is megtette. Csak olyan kiegészítéseket szeretnénk közölni, melyek ismeretlenek a nagy matematikusunk életéről.



König Gyula díszmagyarban, valószínűleg akkor, amikor az MTA tagja lett (Az eredeti kép az MTA KK tulajdona)

Tény, hogy König azért lett világhírű, mert 1904-ben a III. Matematikai Nemzetközi Kongresszuson bejelentette a kontinuum hipotézis megoldását. (A kontinuumhipotézis: nincs olyan halmaz, amelynek számossága a valós számok számossága – kontinuum-számosság)

¹ Készült a Sapientia, Erdélyi Magyar Tudományegyetem, KPI által támogatott tevékenység keretében

² Szénássy Barna: *König Gyula 1849-1913*, p. 64.

³ Akadémiai Kiadó, 1965., 142 oldal

–, és a természetes számok számossága – megszámlálhatóan végtelen – közé esne.) Sajnos König egy olyan, Bernsteintől származó tételre építette a bizonyítását, amely téves volt. Ez utólag nagyon elszomorította. Pedig a König eszmeifutása fényes eredmény maradna, ha a korábbi eredmények is helyesek lettek volna. Így sajnos csak egy tudományos figyelmeztetés maradt a matematika történetében. Egyébként a kontinuum hipotézis, ismeretelméletileg hasonló a párhuzamosok axiómájához: sem elfogadása, sem tagadása nem okoz ellentmondást egy adott axiómarendszeren belül. A kontinuum hipotézis tisztázása Kurt Gödel (1906–1978) és Paul Cohen (1934–2007) nevéhez fűződik. Gödel 1940-ben bebizonyította, hogy a kontinuumhipotézis nem cáfolható, míg Cohen 1963-ban belátta, hogy nem bizonyítható a Zermelo–Fraenkel-axiómarendszerben⁴.

Igen meglepett viszont egy 1885-ből származó König-levé, melyet Réthy Mórnak írt, és amelyben megemlíti, hogy ő Lindemann előtt bebizonyította a π transzcendensségét, és ráadásul egyszerűbben. A π transzcendens volta azt jelenti, hogy a π , vagy Ludolf-féle szám nem lehet egyetlen racionális együtthatójú algebrai egyenletnek sem a gyöke.

Néhány szót König és Réthy levelezésének tárgyáról. Az MTA 1880 körül elhatározta, hogy újra kiadják a Bolyaiak halhatatlan művét, a Tentament. Ehhez kerestek szakértőket, akik a latin nyelvben és a matematikában egyaránt járatosak. König Gyulára esett a választás, aki akkor már az MTA levelező tagja volt. König látta, hogy ez egy személyné kolosszális munka, és az MTA egyetértésével és felkérésével, meggyőzte az akkor még Kolozsváron dolgozó Réthy Mór, hogy vállalják közösen a Bolyaiak halhatatlan művének a kritikai kiadását. A König és Réthy levelezés 80%-ban a Tentamen kiadása és szerkesztése körüli bonyodalmakat és technikai problémákat tartalmazza. A π transzcendenssége így jött szóba közöttük, ugyanis mint ismert Bolyai János a Tér Tudományában (melyet a közvélemény Appendix név alatt ismer), bebizonyította, hogy a π az δ geometriájában nem transzcendens. Bolyai János bebizonyította, hogy az δ nem-euklideszi geometriájában a kör négyszögesíthető, vagyis adott területű körhöz, szerkeszthető vele egyenlő területű négyszög.

König Gyula levele Réthy Mórhoz

Budapest, 1885.X.3.

Igen tisztelt tanár úr!⁵

Nagy megnyugvással olvasom levelében, hogy az 1885 elejére kijelentett nagy szorgalmából nem lett semmi. Bizony én is úgy vagyok, annyi mindenféle dolga van az embernek, hogy hátramarad minden. Én remélhetőleg még márciusban nekiülök Bolyainak, és talán ezután, ha úgy gondolja, berendezzük a nyomtatást és nekimegyünk a dolognak.

Küldeményeit rendben megkaptam. A differenciálszámítási jelölésekre nézve még mindig ott vagyok, hogy ahol lehet, modernizálunk. Ahol nem megy, mint például az x -nél, segítünk, ahogy lehet; erre nézve – gondolom – már megírtam, hogy talán valami δx felét lehetne használni, talán ad valami új tipografikus módosulást, például δ (egyeses δ) – Nem hiszem, hogy még más ily kényes megállapítás szükségeltetik, különben nagy érdekléssel várom erre vonatkozó megjegyzéseit.

A fizetési kérdést nem hoztuk az akadémiai értekezlet elé, mert úgy állapotunk meg, hogy minden esetre meg lesz elégedve, t. i. szó szerint veszik az első határozatot, és évenként 8 old. 20 illetőleg 10 frt. Nagyon kérem, a nyomtatásra vonatkozó megjegyzéseit és kívánalmait velem közölni, hogy az előkészületeket, elsősorban az első ívnek, mint mintának elkészíttetését, megkezdhessem.

Annak bebizonyítása, hogy e és π nem lehet racionális együtthatókkal leíró algebrai egyenlet gyöke, mint tetszik tudni egészen új. Az első Hermitetől a Comptes rendus 77-ik kötetében „Sur la fonction

exponentielle” cím alatt – Külön fizetben is megjelent Gautier Villarsnál.

A π -re nézve Lindemann az előbbi értekezés fölhasználásával mutatja ki a tételt a Math. Annales XX. kötetében. Egész röviden benne van a Berlińi Akadémia Berichte-iben 1882. 79-82 lap és a Comptereendus 115. kötetében.

Magam még Lindemann⁶ előtt 1882. februárban egy sokkal egyszerűbb bizonyítást vázoltam egy akadémiai ülésen, de aztán közbejött eljegyzésem, házasságom, a publikálás elmaradt, és közben megjelent Lindemann cikke, egyelőre egészen félretettem és majdan csak akkor veszem elő, ha mostani dolgaimmal készen vagyok.

Pályamunkám még a múlt év legvégén jelent meg az Annalokban, most végre magyarul is elkészült, a nyomdában igen sok bajom volt a komplikált képletekkel. Egyidejűleg van szerencsém egy példányt át-küldeni.

Nem jön húsvétra, Pestre?

Kiváló tisztelettel, őszinte híve: König Gyula

Természetesen az első dolgom az volt, hogy kikeressem az MTA III. Osztályának 1882. februári jegyzőkönyvét, amely szerencsére megőrződött, az MTA Könyvtárának Kézirattárában.

„A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának ülése 1882. február 13.

Sztocek József osztály elnök elnöklete alatt jelen voltak az illető osztályból.

Frivaldszky János, Lenhossék József, Szily Kálmán, Schenzl Guido rendes tagok, Kápolnai Pauer István, König Gyula, Hunyady Jenő, B. Eötvös Loránd, Konkoly Miklós, Galgóczy Károly, Fröhlich Izidor; Rózsay József, Lengyel Béla, Krenner József, Schuller Alajos, Horváth Géza, Thanhoffer Lajos, Fodor József, Wartha Vince levelező tagok, egyéb osztályokból Hunfalvy János rendes tag, Deák Farkas, Vécsey Tamás levelező tagok.

42. König Gyula levelező tag „A Ludolf-féle számról értekezik”.

43. Hunyady Jenő levelező tag „A geometria lineáris rokonságairól” című értekezését olvassa fel.

44. Konkoly Miklós levelező tag felolvassa ily című értekezését:

A, „Hulló csillagok radiatio pontjai”.

B, „Az üstökösök vegyalkat részei általában”.

45. Klein Gyula polytechnicum tanár, mint vendég: „Vamparella és a protista osztályról” tart felolvasást.

46. Téglás Gábor részéről: „Egy új csontbarlang a bedellői hatáiban” című értekezést bemutatja Szabó József rendes tag.

A négy első értekező dolgozata a szokott módon bírálatra adandó, Téglás Gáboré a math. és természettudományi bizottsághoz teendő át, melynek anyagi segélyével tétetett meg a kutatás.

47. Elnök a jelen jegyzőkönyv hitelesítésére felkéri Hunyady és König urakat.

Szabó József osztálytitkár.

Hitelesített 1882. február 16.

Hunyady Jenő, König Gyula levelező tagok.”

Tehát egyértelmű, hogy König ezzel a szenzációs felfedezésével is megelőzte Lindemannt. A baj az, hogy ezt nem közölte. Még nagyobb fájdalomra kicsi az esélye, hogy König eredeti bizonyítását, valahol, valamelyik levéltár mélyén megtaláljuk. König Gyulának kevés kézirati hagyatéka maradt meg. Csak sajnálhatjuk, hogy Könignek ez a világra szóló eredménye is valószínűleg elveszett!

IRODALOM

Szénássy Barna: König Gyula 1849-1913, Akadémiai Kiadó, 1965
MTA Könyvtár Kézirattára, Réthy Mór hagyatéka.

⁴ Paul Cohen bizonyítását 1963-ban, a Moszkvában megrendezett Nemzetközi Matematikai Kongresszuson a Debrecenbe telepedett híres logicista, Dragálin Albert (1941-1998) ismertette.

⁵ Ms 5323/ 145.

⁶ Ferdinand von Lindemann (Hannover, 1852. április 12. – München, 1939. március 6.) német matematikus. Teljes neve Carl Louis Ferdinand von Lindemann.

2012 telének időjárása

PÁTKAI ZSOLT

Az őszel elkezdődött csapadékos időjárás télen is folytatódott, sok mediterrán ciklon vonult át a Kárpát-medencén. Jelentős eső és hó egyaránt előfordult, de -20°C alatti hőmérsékletet nem mértünk az ország területén. Következzenek a 2012-es tél legfontosabb időjárási eseményei.

December

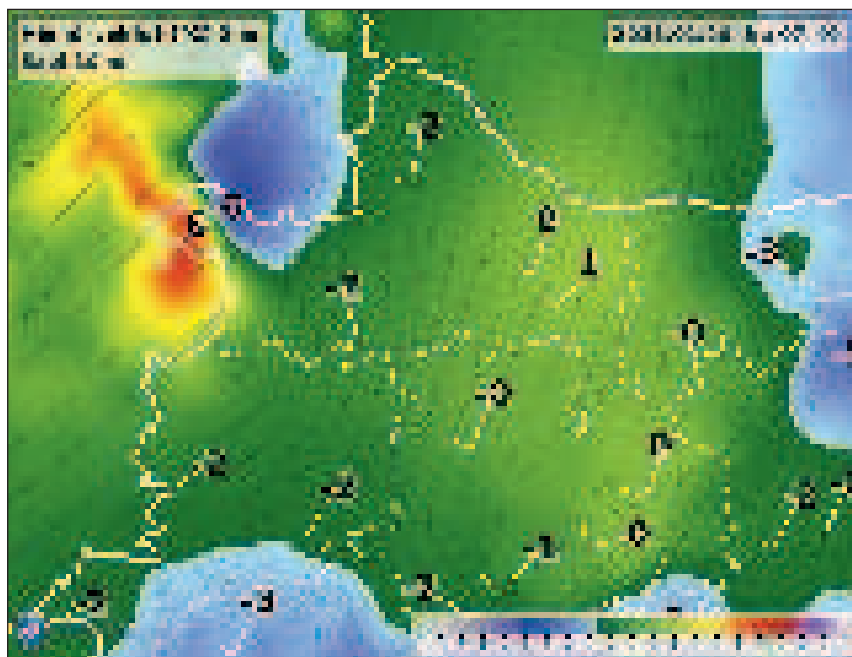
A meteorológiai tél első napjaiban csapadékos, egyre inkább havazásos idő kezdődött. Az első, síkvidéken is számottevő hóréteg kialakulása 5-én egy mediterrán ciklon csapadékrendszeréhez kötődött, ekkor mintegy 1–8 cm hó hullott. A hó nem ma-

dik dekádja nem csupán december, hanem a három téli hónap leghidegebb periódusa is lett. Két napon is – december 10 és 13-án – országszerte keményen fagyott. A tél legalacsonyabb hőmérséklete ekkor állt be ($-18,1^{\circ}\text{C}$, Nyírlugos, december 10.). Ez azért is különleges, hiszen „hagyományosan” január, illetve február szokott a tél leghidegebb időszakává lenni. Továbbá az is érdekes volt, hogy már ekkor kifejezetten vastag hótakaró (20–60 cm) alakult ki a Kelet-európai-síkságon, a hófelszín fölött pedig erősödött az éjszakai lehülés, nagy területen volt zord az idő (-20 , -30 fok). Ez előre sejtette, hogy a hideg levegő előbb vagy utóbb betör a Kárpát-medencébe. Szerencsére a Kárpátok vonulatai meg-

nagy része ónos esőként ért talajt, de a fagy-pont körüli hőmérsékletnek köszönhetően nem halmozódott fel vastag rétegben. Ezt követően egészen karácsonyig átlagosnak mondható időjárásban volt részünk, nem múlt el nap több-kevesebb csapadék nélkül, a hőmérséklet csúcserőke pedig nem haladta meg a $+5$ fokot. December 23-án a soron következő frontálzónából több helyen hullott – de csupán kis mennyiségben – a hó. A karácsony egy apró időjárási érdekességgel is szolgált: 26-án olyannyira enyhe idő volt, hogy Baranya megyében a legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet 11–12 fok körül alakult – ez még egy téli nap délutáni hőmérsékletének is becsületére válna.

Míndezek eredményeképpen a december a sokévi átlaghoz képest $0,9$ fokkal hidegebbnek adódott. A hónap legmagasabb hőmérsékletét a Baranyában fekvő Mázán ($14,9^{\circ}\text{C}$, december 26.), a legalacsonyabb hőmérsékletet pedig az említett Nyírlugoson mérték. A havi csapadékmennyiség szinte mindenütt meghaladta az átlagot, sőt délnyugaton a sokévi átlag 2–3 szorosa is lehullott. Ebben a térségben mérték a legnagyobb havi csapadékösszeget is (Barcs, $123,6$ mm). A napi legnagyobb csapadékösszeg $39,5$ mm-nek adódott (december 26, Nagybjom, Somogy megye).

Foglaljuk össze röviden a 2012-es esztendőt. 2011-et követően ismét egy nagyon száraz éven vagyunk túl. 2011-hez képest mégis súlyosabb károk keletkeztek a mezőgazdaságban, mivel – 2011-gyel ellentétben – már 2012 elején száraz volt a talaj, rekordszáraz volt a március, és a tenyészidőszak nagy részében kevés csapadék hullott. Csak az őszi esőzéseknek köszönhetően nem lett rekordszáraz az esztendő, „csupán” a 10. legszárazabb. Az év átlaghőmérsékletét tekintve $1,4^{\circ}\text{C}$ -val melegebbnek adódott az 1971–2000-es időszak átlagánál.



1. ábra. Hőmérsékleti viszonyok a Kisalföldön 2013. január 29-én délelőtt

radt meg sokáig, pedig az éjszakai hidegek voltak. Az Észak-Alföldön és az Észak-középhegységben hajnalra -10 fok alá süllyedt a hőmérséklet. A következő havazásra nem kellett sokat várni, hiszen 8-án megérkezett az újabb mediterrán ciklon. Ebből főleg a déli országrészben havazott sokfelé, mennyisége elérte a 10–17 cm-t. Rendkívül érdekes módon a hónap máso-

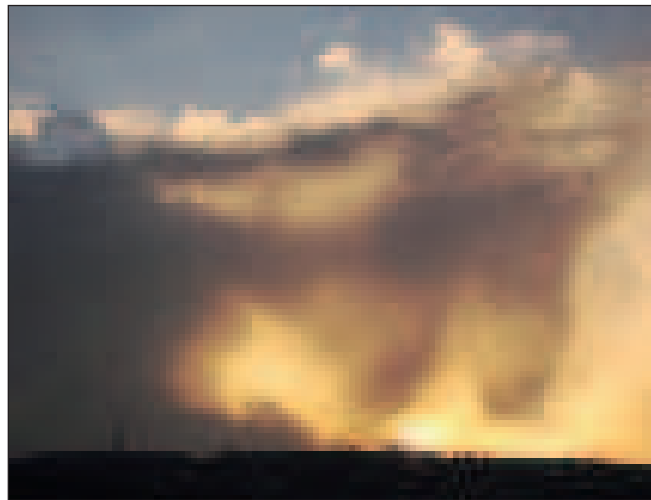
fogták az igazán kemény hideget, ráadásul tartós anticiklon sem alakult ki – ami kedvező lehetett volna egy zord periódus kialakulásának.

A néhány napos hideget december 15-én egy nyugatról érkező front enyhítette. Térségünkben a front hullámot vetett, az északi, északkeleti országrészben pedig jelentős (10–30 mm) csapadékot okozott. Ennek

Január

2013 első hónapjában tovább folytatódott a változékony, gyakori frontátvonulásokkal tarkított időjárás. A következő jelentősebb havazás január 6-án alakult ki, ekkor egy melegfront felhőzetéből a Duna-Tisza közén hullott mintegy 5–9 cm hó. Két nappal később az ország többi részén

is havazott, de jelentős hótakaró nem alakult ki (2–5 cm). Napközben olvadt, éjszaka pedig olykor erősen fagyott ebben az időszakban.



2. ábra. Hózáporsáv naplemente idején (2013. február 21.)

A tél egyik legjelentősebb havazása 14-én következett be. Újabb mediterrán ciklon érkezett a Genovai-öbölből, ennek kiterjedt melegfronti felhőzetéből a Dél-Alföldet kivéve 5–25 centi friss hó hullott. A melegfront térségünkben hullámot vetett, sőt délnyugat felől újabb ciklonok érkeztek gyors egymásutánban, így a következő 5–6 napban sokféle esett. Az Észak-Dunántúlon szinte végig havazott, más területeken eső, havas eső, hó, sőt ónos eső egyaránt előfordult. Ennek eredményeként január 20-ra virradóan az ország túlnyomó részén hó borította a talajt – bár ennek vastagsága erősen változó volt: az Észak-Dunántúlt leszámítva kevesebb, mint 10 cm. Ugyanakkor a Kisalföldön a jelentős hótakaró (20–30 cm) mellett hófűvások is előfordultak. Az 500 méter alatti állomások legnagyobb téli hóvastagságát ezen a napon mérték a Soproni-hegységben található Brennbergbányán (60 cm), nem sokkal korábban Sopronban pedig 43 cm-t regisztráltak.

A hónap végéig folytatódott a változékonyság, minden nap esett szórványosan hó, havas eső. Napközben olvadt, éjszaka viszont olykor keményen fagyott. A hótakaró a hónap végére síkvidéken elolvadt, csupán a hegyekben maradt számottevő hóréteg. Végül egy érdekesség január 29-ről, Sopron környékéről: a megélnékülő délnyugati szélben Sopron-Kuruc-domb állomáson a hőmérséklet 10 óraker elerre a 6 fokot, míg a tőle 7 km-re, kicsit lejjebb fekvő Fertőrákoson még -6 fok volt. (1. ábra) Az inverziós felhőzet később ott is felszakadt, és a hőmérséklet is számottevően emelkedett.

Január legmagasabb hőmérsékletét 21-én Kőrösszakálón mérték (15,1 °C), 6 nappal később Szécsényben pedig a leghidegebbet (-17,3 °C). A hónap legnagyobb csapadék-összegét Győrben regisztrálták (102 mm). Eközben az ország másik felében Nyírlugoson csupán 29,9 mm hullott. A felhős, gyakran csapadékos időjárás, illetve a fagyponnal alatti hőmérséklet miatt a hegyi területeken jelentős mennyiségű zúzmara rakódott le. Emellett több esetben tapadó hó is előfordult, emiatt főként a Mátrában több alkalommal leszakadtak az elektromos vezetékek.

Február

A tél utolsó hónapját is a mediterrán ciklonok és a kevés napsütés jellemezte. Jelentős csapadékkal járó ciklon volt a 3-án érkező, ebből országosan 10–35 mm esett, sőt Nyíregyháza-Napkoron 42,9 mm-t mérték. A következő csapadékrendszerből 6-án a Balaton-Budapest tengely mentén hullott – ekkor zömében hó. Kisebb hó a következő napok során is előfordult, majd 10-én a Duna-Tisza közén intenzíven havazott. Budapesten ekkor mérték a tél legvastagabb hótakaróját, 17 cm-t. A hónap közepe táján néhány napra a kelet-európai anticiklon húzódott fölé, így ekkor számottevő csapadék nem volt. Ugyanakkor borult maradt az ég, mivel a kialakuló inverziós rétegződés alatt megrekedett a nedvesség.

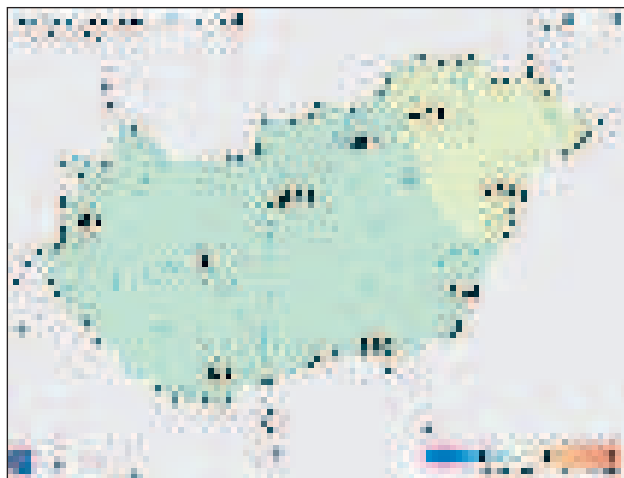
Az anticiklonba ékelődve egy sarkvidékről származó hidegfront tört utat magának déli irányba, amely 20-án el is érte hazánkat. Számottevő csapadékkal ugyan nem járt, viszont másnap – amikor a magasban is megérkezett a hideg – intenzív hózáporok alakultak ki. A főváros térségében a budai oldalon néhány óra leforgása alatt 3 hózá-

por is átvonult, majd a naplemente időszakban színpompás fényjátékkal kápráztatta el az időjárás a szemlélődőket (2. ábra).

A hónap utolsó dekádja sem telt el mediterrán ciklon nélkül: 22–23-án újabb jelentős csapadék zúdult az ország területére. A tél maximális hóvastagságát ekkor mérték Kékestetőn: március 23-án este 91 cm volt a hóréteg. Ez magas értéknek mondható, hiszen ezt megelőzően 2006-ban volt ilyen nagy hó (92 cm). Érdekes módon az abszolút hóvastagság-rekordot nem Kékestető jegyzi, hanem az Alpok-alja térsége. 1947. február 19-én Kőszeg-Stájerházak meteorológiai állomáson 151 cm-es hóvastagságot regisztráltak.

Februárban a legmelegebbet Milotán (16,0 °C, február 26.), a leghidegebbet pedig Zabarón mérték (-13,0 °C, február 11.). A hónap legnagyobb csapadék-összegét Szentgotthárdon regisztrálták (122 mm), míg Győr-Péren csupán 25,3 mm hullott.

A 2012/13-as télről összefoglalásként elmondhatjuk, hogy a csapadékot tekintve a sokévi átlag több mint kétszerese hullott le – ennek oka a sok mediterrán ciklon volt. Ez nagy hasznára vált a mezőgazdaságnak, hiszen a korábbi két évben rendkívül kiszáradt talajrétegek nedvessége teljes mértékben pótlódott. A ciklonok felhőzetével arányosan a három téli hónap napos óráinak száma az átlaghoz képest jóval, mintegy 40–100 órával alacsonyabban alakult (3. ábra). Ezen belül február különösen felhősnek adódott, hi-



3. ábra. A téli hónapok napfénytartam-eltérése az átlagtol (órában)

szen míg a Tiszántúlon 60–70 órát sütött a nap, addig Pécsen csupán 38-at – ez önmagában is nagyon alacsony érték az ilyenkor átlagos 110 órához képest. Arról pedig, hogy a 2012/13-as téli félév legalacsonyabb hőmérséklete miatt nem télen következett be, majd a tavaszi összefoglalóban írunk.



(2013. március 21.)

MEGAVULKÁNOK ÉS KIHALÁSOK

A hatalmas vulkánkitörések és tömeges kihalások közötti kapcsolatok régóta foglalkoztatják a kutatókat. Úgy tűnik, most egy világszerte végzett kutatássorozat eredményeként sikerült közvetlen összefüggést találni e két esemény között. A legesélyesebb jelölt a triász végi kihalás, valamint négy másik tömeges kihalás, melyeket – legalább részben – megavulkáni kitöréssorozatok és a nyomukban bekövetkező globális klímaváltozás okozhatott. Mindaddig azonban egyik eseményt sem tudták egymással összhangba hozni, vagyis a kitörések nyomán visszamaradt kőzeteket a biológiai változásokkal. Több amerikai kutatóintézet, illetve egyetem munkatársai most igen szoros kapcsolatot találtak egy vulkáni esemény és a triász végi kihalás között; a kitörés idejét 201 564 000 évben állapították meg. A rendkívül pontos kormeghatározást urániumizotópok vizsgálatával végezték el, olyan bazaltokon, melyek mind a Közép-atlanti Magmás Provinciából (angol rövidítéssel CAMP) származnak.

A hatalmas kitöréssorozat nagyjából 200 millió évvel ezelőtt kezdődött, amikor a Föld akkori szárazföldjeinek majd mindegyike egyetlen hatalmas szuperkontinensbe tömörült. Négy rövid fázisban, mindössze 600 ezer év leforgása alatt nagyjából 5 millió köbkilométernyi láva ömlött ki, és ennek során keletkezett az a rift, mely végül létrehozta az Atlanti-óceán medencéjét. A CAMP-lávák maradványai ma is megtalálhatók Észak- és Dél-Amerika, illetve Észak-Afrika területén. A kutatók Új-Skóciából, Marokkóból és New York külvárosaiból származó mintákat elemeztek. A korábbi kutatások nyomán ugyan feltételeztek kapcsolatot a CAMP-kitörések és a kihalás között, de a bazaltok kormeghatározása 1 és 3 millió éves hibahatár között mozgott. Az új hibahatár viszont alig néhány ezer év, ami a geológiában egy szempillantásnyi időnek felel meg. A kormeghatározást urániumizotópos vizsgálatok segítségével Terrence Blackburn és munkatársai (MIT) végezték el.

Kimutatták, hogy a marokkói minták az legidősebbek, a másik két helyszínről származó bazaltok 3000, illetve 13 ezer évvel később követték azokat. A bazal-

tok alatti üledékes kőzetekben olyan polleneket, spórákat és egyéb fossziliákat találtak, amelyek nagyon jellemzőek a triász időszakra, a bazalt fölötti rétegekből viszont ezek teljesen hiányoznak. Ilyenek pl. a konodonták (leginkább angolnafélékhez hasonló kihalt lények), ősi krokodilok, gyíkok, és lombos fák levelei.

A bazaltréteg korának meghatározását tovább segítette a kihalást közvetlenül megelőző üledékreteg. Olyan ásványzemségeket találtak benne, amelyek bizonyítják a Föld periodikus mágneses polaritásváltását. Egy ilyen esemény jelei éppen a határreteg alatt mutatkoznak meg. Mivel ezek a rétegek a Föld számos helyén előfordulnak, kideríthető volt belőlük, hogy ugyanebben az időben erőteljes vulkánosság zajlott le.

A harmadik kronológiai bizonyítékot maguk az üledékes réteget szolgáltatták. Az ilyen kőzettípusokon nem lehet olyan közvetlen kormeghatározást végezni, mint a vulkáni kőzeteken, éppen ezért nagyon fontos, hogy közvetett úton pontos kormeghatározást végezhesenek rajtuk. Paul Olsen (Columbia Egyetem) és mások jó ideje feltételezték, hogy a Föld precessziója (a földtengely ciklikus változása a Nap irányába és a vele járó hőmérsékleti változások) folyamatosan olyan rétegeket hoztak létre, amelyek jól tükrözik nagy tömedencék váltakozó feltöltődését és kiszáradását, s e folyamatok elég megbízható rendszerességgel, kerekén 20 ezer évente következnek be. A bazaltok pontos kormeghatározása és a körülöttük levő üledékes kőzetek korrelációja az új kutatások szerint azt mutatja, hogy a precesszió a kérdéses időben ugyanúgy működött, mint napjainkban.

A hatalmas kitörések nyomán rengeteg kénrészecske kerülhetett a légkörbe és vulkáni telet hoztak létre, melynek során sok élőlény egyszerűen megfagyott. Ugyanakkor azt is kimutatták, hogy a vulkáni tevékenység egyes fázisai során megkétszereződött a légköri szén-dioxid-koncentráció, ami, üvegházhatású gáz lévén, a lehűléssel pont ellenkező hatást, felmelegedést váltott ki, ez pedig a melegebb érzékeny élővilágot pusztította, különösen a növényeket. Az óceánok vize egyre jobban elsavasodott, ami a vázépítő élőlényeket tizedelte meg.

A triász végi eseményt a földtörténet negyedik kihalásaként tartják számon, a dinoszauruszoké, vagyis a kréta/tercier határon történt kihalás volt sorrendben az ötödik. Több kutató szerint jelenleg éljük át a hatodikat – a szén-dioxid szintje gyorsabb ütemben növekszik, mint a triász végén.



(2013. március 18.-április 3.)

A FENNAKADT LEMEZ

Földünk tektonikailag egyik legbonyolultabb régiója Észak-Amerika nyugati része, pedig az itt lejátszódott, és a jelenben is zajló folyamatok látszólag elég egyszerűek. Egy óceáni kőzetlemezt (a Csendes-óceáni) bukkint egy szárazföldi lemez (Észak-amerikai) alá. A klasszikus lemeztectonikai magyarázat szerint az alábukó lemezek egyre mélyebb jutnak a földképenyben, melybe végül beleolvadnak. Ezt figyelembe véve nagy meglepetést keltett, hogy a Csendes-óceáni-lemez egy darabjának, a Farallon-lemeznek a maradványa, kihűlve ugyan, de ott rejtőzik mintegy 100 kilométeres mélységben Kalifornia, illetve Északnyugat-Mexikó alatt. Ezt derítették ki a Brown Egyetem geofizikusai, akik eredményeiket a Proceedings of the National Academy of Sciences folyóiratban publikálták.

A Farallon ősi óceáni lemez volt, mely mintegy 100 millió éve még beékelődve létezett a Csendes-óceáni- és az Észak-amerikai-lemez között, majd e két utóbbi közeledésével alámerült a köpenybe. Egyik kései utóda, a Juan de Fuca-lemez és az észak-amerikai kontinens találkozásánál alakult ki Földünk egyik legaktívabb szeizmikus zónája, a Szent András-törés. A Farallon egyik „érdeme”, hogy hátán cipelve ősi, nagyon távoli helyekről származó kontinentális töredékekkel és szintén ősi szigetívek maradványaival gazdagította, növelte Észak-Amerika területét.

Az új kutatás szerint a Farallon egyes darabjai nem merültek alá a köpenybe, hanem még mindig a lemez utódaihoz kapcsolódnak. Szeizmikus tomográfiai adatok alapján már évek óta tudják, hogy létezik egy ún. nagysebességű anomália a kaliforniai Sierra Nevada-hegység alatt. A szeizmikus hullámok sebessége információkat nyújt a mélybeli hőmérsékletekről és az anyag összetételéről. Általánosságban: ha a hullámok sebessége alacsonyabb, az anyag forróbb és lágyabb, ha viszont gyorsabban haladnak, azt jelzi, hogy az anyag keményebb és alacsonyabb hőmérsékletű. A Kalifornia alatt felfedezett Isabella-anomália nagy tömegű és vízben szegény kőzettestet jelez 100–200 km-es mélységben, ám azt nem tudták, hogy mi lehet ez az anyagtömeg. A kutatók azt sejtették, hogy az anomália a kőzetburrok egy lesüllyedt darabját jelentheti, mely hidegebb és szárazabb az őt körülvevő köpenyanagnál.

Néhány éve azonban a kutatók egy másik anomáliát is felfedeztek a mexikói Baja-félsziget alatt. Mivel nagyon közel van a Farallon-töredékekhez, feltételezték, hogy valójában azok nyúlványai lehetnek. Miután alaposabban átvizsgálták a régiót, kiderült, hogy a felszínen, az anomália keleti részén andezitekből származó üledékek vannak. Ezek jelenléte pedig arra utal, hogy olyan vidék ez, ahol a Farallon-lemez darabokra tört és andezitlávra tört a felszínre, miközben az óceáni kéregdarab alábukott (e folyamat jellegzetes vulkáni terméke ugyanis az andezit). Ez hívta fel a kutatók figyelmét arra, hogy talán a kaliforniai Isabella-anomália is egy olyan kéregmaradvánnyal függ össze, ami még hozzákapcsolódik a Farallon nem alábukott maradványaival. Ezt a feltevést jól alátámasztják azok a vizsgálatok, amelyeket nemrégiben az egész nyugati partvidéken elvégeztek. Az anomáliák mindenütt nagyjából ugyanabban a mélységtartományban, kerekén 100 kilométeren jelentkeznek, még északabbra, Oregon és Washington államban is, ahol a hajdani Farallon-lemez maradványait sejtik. Ez a felismerés oda vezethet, hogy részben vagy teljesen újra kell értelmezni Észak-Amerika nyugati részének eddig sem egyszerű geológiai történetét.

És hogy ez mennyire így van, bizonyítja egy újabb közlemény, melyet nemrég tettek közzé a Nature-ben. Azt már régóta tudják, hogy a fent említett régió, a Sziklás-hegység vonulatai, illetve a közük ékelődött fennsíkok tucatnyi kéregblokkból állnak, melyeknek mind a származási helye, mind a kora más és más. Az említett hagyományos modell szerint a Farallon-lemez mint valami szállítószalag hozta magával a kéregblokkokat, ahogy az Észak-amerikai-lemezhez közeledett, majd alá bukott. Kérdés azonban, hogy miért nem találunk hasonló szerkezetet Dél-Amerika nyugati partvidékén, ahol az óceáni kéreg klasszikus szubdukciója (alábukása) zajlik egy kontinentális lemez alá. A szeizmikus tomográfia módszereivel végzett kutatás kiderítette, hogy Észak-Amerikában jóval bonyolultabb a helyzet, mint gondolták. A Farallon-lemez kisebb lehetett az eddig feltételezettnél és különös módon nem a kontinens peremvidékén zajlott le a szubdukciója, hanem még nyugatabbra összeütközött egy eddig nem ismert óceáni lemezzel. A szeizmikus tomográfia révén kimutathatók olyan mélytengeri árkok, melyek kijelölik a hajdani szubdukció sávját, ahol a Farallon nagyon meredeken, majdhogyanem vertikálisan bukott alá a földképenybe. A folyamatot kísérő vulkánosság sok kéreganyagot termelt, mely szigetívek formájában emelkedett ki az árkok vonala mentén, és anyagot szolgáltatott a kéregblokkokhoz. Eközben az Észak-amerikai-lemez nyugat felé mozgott, először felemésztette a koráb-

ban ismeretlen óceáni lemezt, és csak ez után találkozott össze a Farallon-lemezzel. A folyamat során egyik szigetívet a másik után olvasztotta magába, melyek szinte mind hozzájárultak a Nyugat felépítéséhez.



(2013. 3. szám)

LELKI BETEG MIGRÁNSOK

„A dolog sürgős” – mondja Berlinben a török páciens. A török pszichiáterek azonban nem tudnak neki időpontot adni. Azt tanácsolják, hogy menjen kórházba, a beteg azonban vonakodik, mert a német intézményben nem értenék meg.

Azra Vardar etológusnő szerint a nyelvi nehézségek késleltetik, vagy meg is gátolják a migránsok lelki egészségének kezelését. A németül alig beszélő betegeket a német terapeuták nem értik, vagy diszkriminálják. Németországban kevés német beszél törökül és az egészségbiztosító sem fizeti a tolmácsot, holott a migránsok között például a depresszió kétszer-háromszor gyakoribb mint a „bennszülöttek” között.

A kutatók megkíséreltek 20 000 személy bevonásával felmérést végezni, de csak 667 migráns volt hajlandó részt venni, ők azonban hűen képviselték a Berlin és Hamburg környéki török migránsok kor, jövedelem, nem és képzettség szerinti összetételét.

Az eredmény meglepő volt. A vizsgált személyek között kétszer-háromszor gyakoribb volt a depresszió, szorongás és a pszichoszomatikus zavarok, mint a helyben született németek között.

Önmagában a migráció tényénél is jobban terheli őket, az életkörülmények megváltozása, a kirekesztettség és elhatárolódás megtapasztalása, ami gyakran pszichikai problémákhoz vezet. Angliában a karibi bevándorlók között is sokszorosára nőtt a pszichózisok száma azokban a városrészekben, ahol a bevándorlók kevés magukhoz hasonló között élnek. Az elszigeteltség és a támogatás hiánya némelyeknél skizofréniát okozott. Az érkezési országban átélt konfliktusok és az egykori hazájukhoz való felemás viszony is lelki zavarokat idéz elő.

Gyakori, hogy a betegek túlságosan későn folyamodnak orvosi segítséghez. Ezt szeméremből, tudatlanságból, vagy azért teszik, mert az ő kultúrájukban a panaszait nem tekintik betegségnek. Mégis újab-

ban sok bevándorló talál az egészségügyi rendszer egyes részeiben pszichikai panaszaira segítséget. A pszichiátriai klinikák ambulanciáin a páciensek 31 százaléka migráns, ami jelentősen nagyobb a népesség közti arányuknál.

A berlini régióban, noha a lakosság 44 százaléka külföldi gyökerű, a páciensek csak 22 százaléka migráns. A körzetben 120 szociális intézmény van. Közülük némelyek szívesen gyógyítanak migránsokat, mások viszont alig foglalkoznak velük, különösen, ha nem beszélnek németül. Az egészségügyi szerveknek csak alig fele alkalmaz tolmácsot, akit a saját zsebükből kell fizetniük és ritkán találni közöttük kvalifikált személyt. Pedig a saját népcsoportjukhoz tartozó munkatárs döntő a betegek számára. Az Alexianer St-Hedwig kórházban már a bejelentkezésnél felbukkannak olyan fejek, amelyek nem tipikusan németek. „Így legalább az anyanyelvemen beszélhetek. Odafigyelnek rám és választ kapok a kérdéseimre.” – mondják a betegek. A török gyökerű betegek ugyanazokhoz a fogalmakhoz más értelmet, jelentést asszociálnak, mint a született németek. A németek a depressziót összekötik az életöröm hiányával, szomorúsággal, boldogtalansággal, okaként pedig a túlhajtott munkát vagy családi gondokat jelölik meg. A török migránsok viszont a depresszió fogalmához a skizofréniát vagy kényszerbetegséget kapcsolják és az agy megbetegedését vagy genetikai okot sejtnek mögötte.

Ez magyarázza, hogy az egyébként németül jól beszélő migránsok is miért keresik fel szívesebben az anyanyelvükön beszélő terapeutákat. A pszichikai betegségek megértése beszéd útján történik. A terapeutának ismernie kell a beteg kultúrájában elfogadott bűntudatot, felelősségérzetet, vallásos elképzeléseit, hogy hol szól bele a család. Egy nyugat-afrikai páciens, aki az őseivel beszélget, nem föltétlenül pszichotikus, s ezt tudnia kell annak aki kezeli.

A török férfiak 40 százaléka nem tudja, hogy a drogok élvezete függéshez vezethet, ezért azt sem érti mit jelent az „elvonás”. Ehhez járul még, hogy az iszlám országokból érkező migránsok alig tesznek különbséget a könnyű és kemény drogok között, ezért könnyen esnek az utóbbiak csapdájába. Némelyeket azonban a szenvedély nyomása helyes útra terel. Egyik felvilágosítással foglalkozó orvos meglepődött, amikor megtudta, hogy az előadásain részt vevők egynegyede már kezelte magát lélektani zavarokkal. A török származású migránsok második és harmadik generációja már jobban viszonyul a pszichiátriához, csak a német terapeutákba vetett bizalmukat kell növelni.

XXII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Szellemi Tulajdon
Nemzeti Hivatala

Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

Az Ecse-halom komplex földrajzi vizsgálata és bemutatása

KOVÁCS MIKLÓS

Karcagi Nagykun Református Gimnázium, Egészségügyi Szakközépiskola és Kollégium

Illyés Gyula: Kúnhalomok

*Kúnhalomok ti, a sokhalu, bő Obtól
e kis Kaposig elfüzerlő dombok,
csönd-állomások, nyomjelző vakondok-
túrások, mesék babszemei, hogy hol*

*furt az a Szomj, bújt az az Éh előre
- oly mélyen, hogy már földalatti multban -
mely idehozott bennünket, kifűltan
tántorgó népet szabadlevegőre:*

*ti vagytok a mi - katedrálisaink!
„Márvány-zenék?!“ Oh, csak módunk szerint,
így, sárból! - óh ti, piramisaink!*

*Mert mégis feltörő vágy s hit nyomát
zengitek! Idegem hallja nomád
dobotok tompa tam-tamját: tovább!
(Illyés 1973)*

Szülővárosom, Karcag 2006-ban volt öt-
száz éves. Az évforduló óta eltelt idő
éppen arra szolgált, hogy megismerjem a
város történetét és megfogalmazódjon ben-
nem Karcag, illetve a város környéki szór-
vány- és határrészek történelmi és földrajzi
szempontú vizsgálata. Jelen pályamunkám-



ban a karcag-ecsezugi határrészen található
kúnhalom, az Ecse-halom komplex földrajzi
vizsgálatát végzem el, elkészítem annak tu-
dományos-kutató felmérését.

Azok az elemző, elsősorban állapotrög-
zítő felmérések, amelyek a kúnhalomokról
készültek, az Ecse-halom kapcsán szegé-
nyesen, meglehetősen szűkszavúan jegyzik
meg, hogy régészeti feltárás nem volt rajta,
és különösebb tájképi értéket sem képvisel
(Bartha 2002). Jóllehet ez igen szubjektív
megítélés, hiszen ezek a halmok tájképileg
is markáns jelenségei a karcagi vidéknek.
Ezt a hiátust szeretném leginkább pótolni és
kiegészíteni pályamunkámban, hiszen ku-
tatásom fókuszja az Ecse-halom vizsgálata,
felmérése, kataszterezése, annak minél rész-

letesebb elemzése és bemutatása. Elsőként a
kúnhalomokkal kapcsolatos alapvető szakiro-
dalmat tanulmányoztam, kiemelten dr. Tóth
Albert tanár úr és dr. Bartha Júlia néprajz-
tudós munkáit, majd többszöri terepbejárás,
mérés, feltérképezés és növényteni vizsgá-
lat után a lehető legpontosabb és legrészle-
tesebb állapotrögzítő, tudományos elemzést
kívánom feltárni erről a halomról, mint saját
kutatási eredményt. Az Ecse-halom katasz-
terezési felmérésének vizsgálatát egységesen,
a Tóth Albert által ajánlott és javasolt felmé-
rés lista szerint végeztem. Ez 10 szempont
alapján vizsgálja a kúnhalomokat: a halom
nevének eredete, fekvése, magassága, álla-
pota, felszíne, a halom közvetlen környezete,
régészeti adatok, botanikai vizsgálat, tájképi
értékek, irodalmi, néprajzi és kultúrtörténeti
vonatkozások.

A kúnhalomok kiemelt természetvédel-
mi oltalmáról a természet védelméről szóló
1996. évi LIII. törvény (Tvt.) 23. § (2) be-
kezdése rendelkezik. A Tvt. a kúnhalomokat
a védett természeti területeken belül a ter-
mészeti emlék kategóriába sorolja, „ex le-
ge” védettek. (1) Ebből kifolyólag kutatásuk
és vizsgálatuk engedélyhez kötött. Az Ecse-
halom esetében engedélyért a Közép-Tisza-
vidéki Környezetvédelmi, Természetvédelmi

és Vízügyi Felügyelőséghez fordultam, melyet a szolgáltatási díj befizetése ellenében meg is kaptam, így el is végeztem a halom felmérését. Téziseimet jelen pályamunkámban foglalom össze.

A halom nevének eredete

Nagyon jól tükrözi és példázza a kunhalom sorsát Karcag város szülőltének, etnográfusának és egyben az Alföld kutatójának, Györfly Istvánnak (1884–1939) példaértékű munkája, aki 1921-ben csak Karcag határában 63 kurgánnak jelölte helyét és nevét a térképen. Az általam vizsgált halom esetében a név eredete tudományosan tisztázott, elfogadott, ilyen szempontból könnyebb és



Az Ecse-halom

szerencsésebb a halom nevének etimológiai beazonosítása. Ezt azért is fontos megjegyezni, mert a halmok nevének eredete ma már jórészt kideríthetetlen.

A halmok neveinek többsége hordozhatja a hozzájuk fűződő történeti eseményeket, legendákat, mondákat, néphagyományokat, egykori tulajdonosok neveit, vagy régi határneveket (Tóth 2004). Minden valószínűség szerint az ecs-öcs, „fiatalabb fivér” rejlik az Ecse-halom nevében. Pesty Frigyes Jászkunság I. című kéziratos helynévtárában a következő szerepel: „Ecse zug. Ecse nevű kunvezértől kapta a nevét.” (Pesty 1978) Ugyanezt az elnevezést erősíti meg munkájában Barna Gábor néprajztudós, egyetemi tanár is, nevezetesen Karcagon, az Ecse-halom és Ecse-zug, egy Ecse nevű kun vezértől kapta a nevét. (Barna 1994)

A halomhoz néphagyomány, legenda is fűződik, amely a történeti mondák között a kincsmondák kategóriájába tartozik. Nem véletlenül nevezték a halmot Aranyshalomnak is. Ez klasszikus példája annak, amikor egy-egy halom több néven is szerepelhet. Talán ezt azért is indokolt elmondani és közölni, mert előfordulhat, hogy a környékbeli lakosság éppen ilyen néven ismeri őket.

A halom fekvése

Fekvése, elhelyezkedése szerint az Ecse-halom Karcag határában, már a Hortobágyon található, az országos jelen-

tőségű és védett Kunmadarasi-pusztában, amely a Hortobágyi Nemzeti Park része. Ennek területi folytatása déli irányban az Ecsezug-pusztá, Karcag határát kijelölő Ecsezug szórvány területe. A halom a Németeri-főcsatornától északra, körülbelül 500 méterre található (Tardy 1996). Felszínét elgyomosodott gyepp borítja. A területen nem egy, kultúrtörténetileg és tájképileg is egyaránt jelentős kurgán van, az Ecse-halom mellett a Nagy-Füves-halom, a Dög-halom és a Zöld-halom (Rakonczay 2003).

A halom magassága

Az Ecse-halom tengerszint feletti magassága 94,7 méter, a halom tetején geodéziai magasságjegy található (Tóth 1998). Ha a halmokat egymástól való távolságuk alapján osztályozzuk, az Ecse-halomról egyértelműen megállapítható, hogy egyes, más néven egyedül álló halom. Ez a leggyakrabban előforduló típus, amikor a halmok néhány kilométerenként követik egymást. A halom abszolút és relatív magassági paraméterei, valamint a halom településének magassági viszonyai alapján, a halom vertikális elrendezésében megállapítható az a törvényszerűség, miszerint a többi kunhalomhoz hasonlóan csak egy bizonyos abszolút magassági határ fölött fordulnak elő (Tóth 2004). A Hortobágyon és a Nagykunságban lévő halmok esetében a 90 méteres tengerszint feletti magasság tekinthető a halmok településének leggyakoribb szintjének, jelen halom esetében ez 94,7 méter.

A terepi munka során több mérést is elvégeztem a halommal kapcsolatban. A halom relatív magassága 10 méter, már messziről is jól láthatóan kiemelkedik környezetéből. Nagysága 430 négyzetméter (0,043 ha), kerülete 200–205 méter. A halmon átmenő árkolt földút hossza 85 méter, szélessége 2,5 méter, emelkedése megközelítőleg 10°. Az út és a halom tetején lévő geodéziai magasságjegy távolsága 8 méter, relatív szintkülönbsége 6–7 méter. A geodéziai pont és az egykori katonai őrtorony távolsága 18 méter. Megmértem mérőszalaggal a halom átmérőjét is, nem volt egyszerű a kivitelezése, ennek értéke 84 méter.

A halom állapota

A halom az ép, a megbontott, a ráhordott, a roncsolt, az elhordott és a halomhely kategóriák közül jelenleg a roncsolt állapotot tükrözi (Tóth 2004). Az Ecse-halomon végzett súlyos roncsolás nem a helyi lakosság talaj- és anyagnyerő tevékenysége miatt jött létre, hanem elsősorban a közlekedés okozott jelentős károkat a halomtestben. Megmértem a halmon átmenő jelenlegi földút hosszát, megközelítőleg 85 méter hosszú, szélessége a halomtest közepén 2,5 méter. A nyom-

sáv is szemmel láthatóan nagymértékű, esős, csapadékos időben a talaj felázik, ilyenkor a járművek kerekei egyre mélyebb és mélyebb nyomsvárat vájnak, amely további talajerózióhoz vezethet. Sajnálatos módon, bejárva a halom közvetlen környezetét 1 hektáron belül, annak északi részén, egy-egy kitaposott földutat, egyértelműen járművek kerekeinek nyomsvárait véltem felfedezni. E kettő közül a halom tövében húzódó út jelenthet nagyobb veszélyforrást, amely potenciálisan magában hordozza a további roncsolást és sérülést (2).

A halmon áthaladó földút roncsoló hatása azonban még nem minden. Ecsezugot egyszerűen csak Bombatérnek hívják, nem véletlenül. Az Ecse-halom közvetlenül az egykori hortobágyi bombázótér szélén fekszik. A terület 1942 óta szolgált katonai célokra, akkor még békésebb formában, majd 1956–1986 között szembeülni kellett a rémálommal, ugyanis az itt gyakorlatozó szovjet katonai csapatok okoztak jelentős környezeti pusztítást (Körmendi 2006). A Varsói Szerződés által használt katonai objektum évekig károsította a halmot. Különösen roncsolt az egykori megfigyelő torony környéke, amit néhány évvel ezelőtt lebontottak, vasanyagát méthelre szállították (Tóth 2002). A Németeri-főcsatorna partján, 500 méterre az Ecse-halomtól, tábla figyelmeztet bennünket, hogy veszélyes területre értünk, s a belépést mindenki csak saját felelősségére tegye meg. Ez már önmagában is félelmetesnek tűnik. Ennek megfelelően egyértelműen igazolható, hogy a halmok állapotában károkat, roncsolást és csonkítást okozhatnak különféle katonai beavatkozások, esetleg a halmok lőtéri tereptárgyként való használata. Sajnos, ezt a sorsot, szovjet „barátaink” itt állomásozása idején az Ecse-halom sem kerülhette el. Aki kinn járt az igazi Bombatéren és valóban szembeülni azzal a pusztítással, amit itt valamikor a szovjet alakulatok végeztek, csodálkozhat azon, hogy az Ecse-halmot nem tüntették el a helyéről a katonai bombák.

Van még egy rizikófaktor, amely hosszú távon veszélyeztetheti a halom állapotát. Valahányszor csak kinn jártam, szinte minden alkalommal láttam a halomtesten és annak közvetlen 1 hektáros környezetében is nagy mennyiségű szarvasmarha- és juhtrágyát. A halom már talajerózióval sújtott részén jól kivehetőek e haszonállatok patáinak nyomai, helyenként mély nyomot hagyva, erősen belefűrődve a sérült talajzónába. Kérdezem, hogy az ilyen jellegű intenzív állattartás nem juttatja-e az Ecse-halmot is az Ágota-halom sorsára. Ugyanis a nagyarányú, intenzív tiprás hosszú távon itt is megváltoztathatja a halom alakját, a halom történő legeltetés miatt tovább sérülhet a növénytakaró, ennek következtében fokozódik a talajerózió. (3)

A halom felszíne

A halom felszíne erősen magán hordozza az antropogén hatások jeleit. A tetején, a halmon átmenő földúttól balra, geodéziai magasságjegy van. A földúttól jobbra pedig, a halom erősen leconkított déli részén, az egykori katonai őrtorony 2,8x2,8 méteres beton alapzata található. Az őrtornyot és a tetején lévő őrbódét néhány évvel ezelőtt lebontották és vasanyagát elszállították a MÉH-telepre. Egyrészt balesetveszélyessé vált a torony szerkezete és állapota, másrészt pedig tájidegen elemnek volt tekinthető, rontotta a természetes képet.

Több olyan természetes és mesterséges eredetű tárgy található meg a halom felszínén, amely rontja a vizuális hatást: állati trágya, bagolyköpetek, vas- és betonarabok, vasszegek, drótfonatok, konzervdoboz-maradványok, alumíniumkanál, téglá- és cserépdarabok, tört üvegmardványok, az egykori katonai őrtorony beton alapzata, földbe öntött betonmaradványok stb.

A halom közvetlen környéke

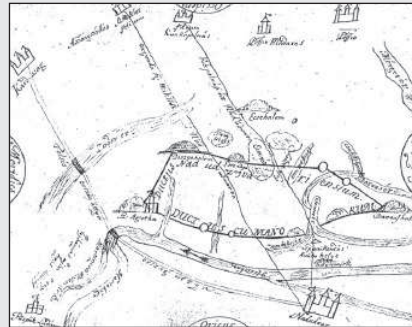
A halom közvetlen környékének vizsgálatánál a halmot ölelő kb. 1 hektáros területet jártam be, ezt a nagyságrendet ajánlja a katasztrézési szempont is. A területen lévő marha- és birkatrágya arra utal, hogy a legelő használata intenzív, a halomtessen pedig egyértelműen kirajzolódna a gépi kaszálás nyomai. 500 méterre a halomtól húzódik a Németéri-főcsatorna, rajta csatornahíd. Több szórványépület is van a halom közvetlen közelében. Találunk egy időszakosan igénybe vett kis tanyát, a hozzá tartozó nyitott karrámmal, ahol az Igari Kft. magyar szürkéket tart és legelteti a csordát a területen. A halom tövében Kerekes Sándor gazdálkodó tanyaépületei találhatóak, továbbá birkahodály, szalma- és szénabálák, karamok, disznó- és csirkeólak, gémes kút, itató és géppark. Sanyi bácsi évtizedek óta él ezen a tanyán Erzsike névvel, ez pedig ma már ritkaságnak számít az ecsezugi tanyavilágban, hiszen szinte teljesen elnéptelenedett ez a szórványrész. Oly annyira, hogy 2012 nyarán az Ecsezugi tanyaközpontból az utolsó család, Ökrös Antal családja is elköltözött, így a tanyaközpont az egykoron elnéptelenedett Baranya megyei Gyűrűfű sorsára jutott. Bátran ki merem jelenteni, hogy Ecsezug Karcag Gyűrűfűje.

Régészeti adatok

Az Ecse-halom feltáratlan. A régészeti értékek meghatározásánál a kunhalmok esetében alapvetően két tényezőt kell figyelembe venni. Egyrészt, megvizsgálva a halom felszínét, található-e rajta régészeti leletanyag, csontmaradványok, cserépdarabok és törmelék. (Tóth 2004) Megvizsgálva az

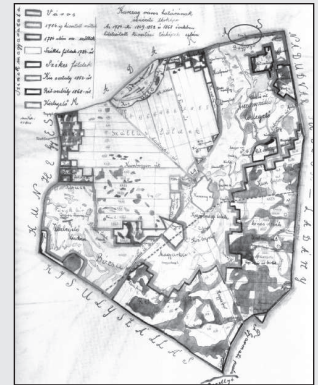
Az Ecse-halom legendája

„Kápolnás községben élt egy rendkívül zsugori ember, aki temérdek pénzt összeharcsolt a szegény emberektől. Egyszer a törökök (vagy tatárok) betörték az országba, és ami értékes dolog volt, mind elhordták. A zsugori megjie, és szegény testvérét, aki harangozó volt, rávette, hogy ássák el a kincset a torony fundamentumába. Mikor éjjel már a pénz



Az Ecse-halom legendája (Kimmach Ö.) és egy XVIII. századi vázlat a karcagi vitás határrészeiről. Az Ecse-halom már ezen a vázlaton is fel van tüntetve (Elek 2008)

lenn volt a gödör fenekében, fel akart jönni a harangozó, aki a pénzt levitte. De amint a gödör szélén volt már; zsugori öccse az ásóval fültövön vágta úgy, hogy az elszédült és gödörbe esett. Öccse ráhányta a gödör földjét, azonban haza, nem mert menni, mert félt, hogy addig valaki felássza a pénzt. Valami nyöszörgést hallott a föld alól efféle szavakkal: „Adja Isten, hogy soha innen el ne mehess, hanem mint valami macskának, éjjel-nappal nyitva legyen a szemed, úgy őrizd a kincsedet!” Azután csönd lett. Hajnalban nagyot nézett, mikor felébredt, mert macskává lett, próbált beszélni, de nem tudott. Reggelre megérkeztek a törökök (tatárok), a falut felgyújtották, a lakosokat leölték. A templomnak is csak a fala maradt meg. Tenger sok év eltelt, begyepesedett a falu helye, csak a templom omladozó falai maradtak fenn. Azonban a csikós, gulyás, kanász, juhász, nem mert közel menni se éjjel, se nappal a romhoz, mert akármerről akarta megközelíteni, két tüzes szem csillogott felé. Egyszer iszonyú zivatar lett. Egy juhász csacsin akart menni, de útközben utolérte a vihar. Behűzódott hát a kidőlt-bedőlt toronyba, a kalapját szemére húzta és lefeküdt. Éjjel volt már; mikor föl-ébredt, fölne, hát két tüzes szem nézi közvetlen közelről. Felugrott, botjával a két szem közé ütött, s im, a macska borzasztó ordítására megnyílt a föld és elnyelte. Amint a résen benézett, a sok kincs fénye majd elvette szeme világát. Rögtön ásni kezdett és nemsokára egy zsák pénzt ássott ki. Azután gondosan leföldelte a gödört, a pénzt felrakta a csacsira és hajnalra haza is vitte. Tizenhárom éjszaka mindig vitte, amikor az utolsó zsákkal is hazavitte, a csacsit agyonverte, mert félt, hogy elárulja. Ettől az időtől fogva nem tudott nyugodni, mert félt, hogy ellopják a pénzt. Egyszer ismét a törökök elől menekült a falu. Ő is két cselédjével ládába rakta a temérdek pénzt és az Aranyos-halom (mások szerint az Ecse-halom) oldalába egy mély gödört ásatott, a hova a csolnakot leeresztették, azután bebuktatta a két embert a gödörbe és ráhányta a földet. Amint elsimitotta és letaposta a földet, a lába belesüppedt térdig a földbe, de ki nem tudta húzni. Megbolondult, míg el nem halt, úgy maradt, mert ki nem lehetett ásni a földet, mivel az ásó nem ment bele semmi szín alatt.” (Kimmach Ö.)



Karcag vízjárta határa az ár-és belvizmentesítési munkálatok előtt. A város határában egykoron több mint ötven kunhalom emelkedett. Az Ecse-halom az asszonyzállási közlegető, Bugyogó határában található (Tóth 2008)

Ecse-halom felszínét, ilyen régészeti anyag nem található rajta, egy kis területtől eltekintve zárt gyeptakaró borítja. Ennél fogva régészeti szempontból kevésbé informatív. A másik szempont, amely alapján a halmok régészeti adatait megadhatjuk, a halmon történő legális régészeti ásatás ténye. Az Ecse-halomon régészeti ásatás nem volt. A kunhalmok régészeti geomorfológiai típusai közül az általam vizsgált halom kurgán típus, kör alaprajzú, lankás oldalak-

kal emelkedő, 3–11 méter magas, csúcsban végződő kúpszerű forma.

Botanikai értékek

Az Ecse-halom felszíne bolygatott, erősen leromlott, elgyomosodott gyeppel borított. A halom felszíne többnyire fűvel borított, ez a roncsolás helyén azonban jelentős foltban hiányzik. Vizsgálataim során a következő domináns növényfajokat találtam a halom fel-

színén: fehér üröm (*Artemisia absinthium*), kövér porcsin (*Portulaca oleracea*), ligeti zsálya (*Salvia nemorosa*), mezei cickafark (*Achillea collina*), útszéli bogáncs (*Carduus acanthoides*), mezei iringó, népies nyelven „ördögszekér” (*Eryngium campestre*) (4).

A Karcag környéki kun temetkezési szokások egyik kultikus növénye az ürömfű volt. A Kárpát-medencében előforduló négy fajtája közül itt, a Nyugat-Ázsiából származó fehér ürömről kell gondolnunk (*Artemisia absinthium*), ennél fogva a törökségi kultúrából származik felhasználása. A növényt elsősorban rontáselhárító céllal tették a sírokba, ma is ilyen céllal használják még Kazahsztánban a kazakok és a Kaukázusban élő kumük. A misztikus világkép is felhasználja az ürömet démonűzésre, ártó erők távoltartására. A középkorban elterjedt neve a boszorkányseprű, arra is utal, hogy e növény bizonyos módon alkalmazva, füst, főzet, olaj, alkohol, kenőcs formában egyik lehetséges röptető, ill. segédeszköze a dimenzióváltásnak, a látásmód megváltoztatásának. Ezt támasztja alá szélsőséges könnyítő és csiraölő hatása is. A középkori temetőből Selmeczy László Karcag-Asszonyzálláson végzett ásatási indexei az egyetlenek, amelyek egyértelműen bizonyítják, hogy a XIV–XVI. századi kun temetkezési szokásokban még nagy szerepet kapott a fehér üröm. (Bartha 2002)

Tájképi értékek

A kunhalmokat négy tájképi érték kategóriába soroljuk: kiemelten értékes, értékes, közepesen értékes, nem értékes. (Tóth 2004) Megítélésem szerint, a halom tájképi értéke alapján az *értékes halmok* kategóriájába tartozik. Ez azt jelenti, hogy magas, illetve közepes magasságú a halom, 500 méteres sugarú körön belül némi zavarással: jelen esetben fásor, a Németéri-főcsatorna, tanyaépületek, hodályok, nádas, tehenészet, telepített erdő. Távolról a halom épnek tűnik, szabályos kúpszerű formát mutat, viszonylag könnyen látható és beazonosítható, erőteljesen kiemelkedik környezetéből. A halom az ecsezugai tájnak sajátos látványa, a tájból való kiemelkedésével szinte tekintélyt és tiszteletet kölcsönöz magának. Közelve a halomhoz azonban egyértelműen kirajzolódnak a roncsolás nyomai, a távolról szabályos kúpnek vélt forma hirtelen megváltozik, közelről már kettős kúpformát tükröz, egy magasabb, jobb állapotban lévő, és egy alacsonyabb, csonkolt kúpot.

A halomtest szimmetriaviszonyai alapján történő osztályozás szerint megkülönböztetünk szimmetrikus és aszimmetrikus típusokat. A szimmetrikus palástú halmokat jelentősebb utólagos antropogén behatás még nem érte. Ha viszont a halomtestből valamilyen oknál fogva egy jelentős da-

rab hiányzik, akkor azt aszimmetrikusnak kell minősíteni. (Tóth 2004) Ilyen az Ecse-halom is. Mint ahogy a 4. kataszterezési pontnál kifejtettem, az Ecse-halom esetében többek között a tetőn keresztül zajló közlekedés, a földút bevágódása okozott károkat, tehát antropogén aszimmetriát mutat, amely jelentős megbontást, roncsolást okozott a halomtesten. A halom környékén járművek által kitaposott nyomok és több „ad hoc” jelleggel kialakított földút fedezhető fel, helyenként tapasztalható a talaj szikesedésének folyamata, padkás-szikesek és vakszik kialakulása.

Irodalmi, néprajzi, kultúrtörténeti vonatkozások

Az Ecse-halom irodalmi, néprajzi és kultúrtörténeti téren is értékes lehet, mivel több halomhoz is fűződnek legendák, történetek, hiedelmek, egyéb néprajzi kuriózumok. Valamennyi a régmúltban lejátszódo események indexe. Az Ecse-halomhoz fűződő hagyomány a történeti mondák között a kincsmondák kategóriájába tartozik, talán éppen emiatt hívták még Aranyshalomnak is.

Összegzés

Az Ecse-halom komplex elemzése jelentette önálló kutatásom célkitűzését, azért végeztem el a kutatási munkákat, hogy a halomra vonatkozó szegényes állapotrögzítő adatokat saját kutatási eredményeimmel kiegészítsem. A halom feltérképezése során részletes elemzést készítettem az egyes kataszterezési szempontok alapján, amelyek magukban foglalják a kutatási munkámból levont következtetéseket is, a jövőben pedig táptalajt adhatnak további kutatási tervek kivitelezésére.

Mivel a kunhalmok többsége kultúrtájban helyezkedik el, az antropogén károsító hatások miatt fokozottan veszélyeztetettek, folyamatos védelem és óvás szükséges ahhoz, hogy fennmaradjanak az utókor számára. Hatékony védelmük a megfelelő jogi háttér nélkül ma már elképzelhetetlen, ennek elméleti keretei mára ki is alakultak. Hosszú és göröngyös út vezetett ahhoz, hogy országos védelemben részesülő értéké válhassanak, de el kell ismerni, hogy mindennapi, gyakorlati védelmük még napjainkra sem tekinthető teljes mértékben megoldottnak. (5)

Bízom abban, hogy az Ecse-halomt érintő kutatási témámmal és eredményeimmel olyan természeti értéket sikerült feltárnom és bemutatnom, amely valóban felkelti mindenki, nem utolsó sorban pedig a saját korosztályom érdeklődését is a téma iránt, egyúttal kutatási tevékenységemmel sikerült felhívnom a figyelmet az Ecse-halom megvédelmére és megóvására. ♦

Bibliográfia

- Barna Gábor (1994): Hősök és hőstípusok a magyar történeti mondákban, Néprajzi Konferencia, Szeged (73-82.)
- Bartha Júlia (2002): A Kunság népi kultúrájának keleti elemei, *Studia Folkloristica et Ethnographia* 44, Debrecen (35-48.)
- Elek György (2008): Várostarténet 52 tételben, Karcag város története 1506-1950 között, Karcag (5-6.)
- Illyés Gyula (1973): Teremtési, összegyűjtött versek 1946-1968, Szépirodalmi Könyvkiadó, Budapest (511.)
- Kimmach Ödön (1903): Helynevekhez fűződő mondák Karczag vidékén, *Ethnographia* XIV (58-60.)
- Körmendi Lajos (2006): Az álom fonákja, Válogatott írások, Barbaricum Könyvműhely, Karcag (185-190.)
- Pesty Frigyes (1978): Pesty Frigyes kézíratos helynévtárából, I.: Jászkunság, Katona József Megyei Könyvtár és a Verseggy Ferenc Megyei Könyvtár, Kecskemét-Szolnok (150-155.)
- Rakoncay Zoltán (2004): A Hortobágytól Bátorligetig, Az Észak-Alföld természeti értékei, Mezőgazda Kiadó, Budapest (130-133.)
- Tardy János (1996): Magyarországi települések védett természeti értékei, Mezőgazda Kiadó, Budapest (293-295.)
- Tóth Albert (1998): Szolnok megye tisztántúli területeinek kunhalmjai, Szolnok Megyei Levéltár évkönyve, Szerkesztette Botka János, Zounok 3., (349-409.)
- Tóth Albert (2002): Az Alföld piramisai, Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás (5-9., 75.)
- Tóth Albert (2004): A kunhalmokról – más szemmel, Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás – Debrecen (117-123.)

Internetes források:

- (1) *“Ex lege” védett kunhalom.* (2010. július 07.). Letöltés dátuma: 2012. október 25., forrás: http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=sub_527
- (2) Babai, D. (dátum nélkül). *Halmok jelenlegi állapota.* Letöltés dátuma: 2012. október 24., forrás: <http://www.kunhalmok.hu/magyar/oldal/foglalkoztatol>
- (3) Babai, D. (dátum nélkül). *Kunhalmok.* Letöltés dátuma: 2012. október 24., forrás: <http://www.kunhalmok.hu/magyar/oldal/hatarozo/>
- (4) *Segédletek Letölthető anyagok.* (dátum nélkül). Letöltés dátuma: 2012. október 25., forrás: http://www.kunhalmok.hu/magyar/oldal/segedletek_kunhalom/
- (5) Kiss, C. (1998.). *A kunhalmok védelme és megtekintésük lehetőségei.* Letöltés dát.: 2012. október 25., forrás: <http://www.nimfea.hu/programjaink/nvtka/20kunhalmok.htm>

Az Önálló kutatások, elméleti összefoglalók kategória II. díjas írás

A XX. század geológiai fordulata

100 éves Alfred Wegener kontinensvándorlás-elmélete

TEMPFLI DÓRA

Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium

1912. január 6. Alfred Wegener német meteorológus a Német Geológiai Társulat nagytanácsa előtt előadást tart az általa kidolgozott kontinensvándorlás-elméletről. Ugyan a tanács akkoriban elutasította a felvetést, ám 100 évvel később, 2012-ben a világ geológustársadalma elismeréssel ünnepli Wegener korszakalkotó gondolatát.

A geológia mint tudományág több évszázados múltra tekint vissza. A fejlődést és az előrehaladást a tudomány minden területén nagy tudósok nagy gondolatainak köszönhetjük. Gondoljunk csak a fizikában Newtonra vagy Einsteinre, a csillagászatban Kopernikusra vagy Galileire, vagy a biológiában Darwinra. Az övékéhez hasonló átütő elmélet fűződik a földtudományokban Alfred Wegener nevéhez, aki a kontinensvándorlás-elmélet megfogalmazásával új irányt adott a geológiának, mégpedig úgy, hogy maga elsősorban meteorológus és sarkkutató volt.

Már az ókorban is éltek olyan nagy gondolkodók, akik kőzetekkel, ásványokkal és egyéb földtudományi témákkal foglalkoztak, ám ekkor még nem beszélhetünk geológiáról mint külön tudományágról. A modern geológia megalapozójának többnyire James Hutton skót tudóst tartják. Az ő nevéhez fűződik az a – máig elfogadott – gondolat, mely szerint ugyanazon geológiai folyamatok mindig ugyanolyan formákat hoznak létre. Ennek a továbbfejlesztése nyomán jutott Charles

Lyell az *aktualizmus* vagy más néven *ma-íság* elvére, amely kimondja, hogy napjainkban a Földön ugyanolyan folyamatok munkálkodnak, mint az előtti földtörténeti korokban. Ez a két alapvetés tehát a XIX. század végére már köztudott és elfogadott volt. Ám ennyivel nem lehetett minden földtani jelenséget megmagyarázni, a XX. század geológusainak bőven akadt még kutatnivaló. És ekkor lépett a színe Alfred Wegener.

Wegener 1880-ban született Berlinben. Fiatalkorában a csillagászat vonzotta leginkább, de kutató-felfedező szellemét zavarta, hogy a csillagászatok egy-egy obszervatóriumhoz vannak kötve, fizikai kihívással nem kell szembenéznük, illetve úgy gondolta, hogy a csillagászat terén már nem maradt számára felfedeznivaló. Ekkor fordult érdeklődése a meteorológia és a sarkkutatás felé. A XX. század elején e területek kutatása még gyerekcipőben járt, így Wegener megfelelő kihívást talált bennük. Ezzel párhuzamosan geológiai ismeretekre is szert tett, de saját bevallása szerint sohasem érdekelte különösebben a földtan. Érdeklődési körének megfelelően gyakran végzett méréseket meteorológiai sárkányokkal és ballonokkal. Az aeronautika e része akkoriban még nagyon kezdetleges volt, Wegener e téren is úttörő munkát végzett. Kitartásának és meteorológiai ismereteinek köszönhetően egy akkori világrekord is fűződik a nevéhez: bátyjával

együtt 1906-ban 52 órát töltöttek egy ballonban Európa felett, 17 órával megdöntve a korábbi csúcst. Ugyanebben az évben Wegener egy dán expedíció tagjaként két évet töltött el Grönlandon, ezután pedig már soha többé nem tudott elszakadni a sarkvidéktől, örök szerelme maradt, ami végül az életébe került. Az első grönlandi utazása során rengeteg időjárás vizsgálatot hajtott végre, méréseket végzett, továbbra is ballonokkal és sárkányokkal kísérletezett. Később még három grönlandi expedíción vett részt. A második alkalommal – elsőként a világon – gyalogosan átszelte Grönland északi, kietlen jégvilágát kelet-nyugati irányban. Ám az 1930-as „Nagy Német Grönland-expedícióról” már nem tért haza, a végtelen grönlandi jégmezőkön nyoma veszett a hóiharban. A sors különös fintora, hogy nevét a világ nem az általa imádott sarkvidékeken végzett számos kutatása és tudományos eredménye miatt ismeri, hanem egy olyan elmélet révén, amit egy háborús sérülés utáni lábadozás során dolgozott ki.

1912-ben az I. világháborúban Alfred Wegener berendelték szolgálatra a hadseregbe. Ám többszöri sérülései miatt végül felmentették a szolgálat alól, így ott hon lábadozhatott. Eközben sok ideje maradt tudományos munkáinak kidolgozására, finomítására, illetve új hipotézisek felállítására. Egy régi atlasz világtérképét nézegetve szöveget üttött fejében az a gondolat, mely szerint a kontinensek, különösen Dél-Amerika és Afrika partvonalai túlságosan illeszkednek ahhoz, hogy ez a



Alfred Wegener 45 évesen; második, majd utolsó grönlandi expedícióján



véletlen műve lehetne. Ez idő tájt jutott el hozzá egy értekezés, amely azt taglalta, hogy az említett két kontinensen nagyon hasonló élővilág élhetett valamikor, legalábbis a nemrégiben talált leletek erre engedtek következtetni. Ennek a két gondolatnak az összevonásából született meg Wegener gyanúja, hogy a kontinensek valaha összefüggtek, kapcsolódtak egymáshoz. Ezzel még nem is lett volna probléma, már több, öt megelőző tudósban felvetődött ugyanez. A nagy kérdés az volt, hogy mi miatt váltak szét a kontinensek, és hogy kerültek a mai helyükre. Erre adott Wegener olyan választ, ami napjainkig igaznak bizonyult, de az akkori tudóstársadalom nem tudta elfogadni.

Wegener elméletének a lényege, hogy az összes kontinens kb. 200 millió évvel ezelőttig egy szuperkontinensben, a Pangeában tömörült. Ezt követően azonban az őskontinens elkezdett feldarabolódni, a kontinensek pedig elsodródtak egymástól. Tehát Wegener azt feltételezte, hogy a földrészek közzetömege az alatta fekvő képlékeny, hosszú távon folyékonyan viselkedő földköpenyen úszik. Éveket töltött azzal, hogy a természettudományok széleskörű tanulmányozásával a lehető legtöbb bizonyítékot összegyűjtse a kontinensvándorlás bizonyítására. Ehhez felhasznált geológiai, meteorológiai, szeizmológiai, oceanográfiai, paleontológiai, botanikai és sok egyéb jellegű forrást. Lényegében négy fő bizonyítékot talált az kontinensvándorlásra: 1. Dél-Amerika és Afrika partvonalai összeilleszthetők, tehát a két kontinens valaha összetartozott. 2. Európa bizonyos geológiai formái Észak-Amerikában folytatódnak, például a Skót-félföld az Appalache-hegységként. 3. Dél-Amerikában, Dél-Afrikában, Ausztráliában, sőt még az Antarktison is megtalálták bizonyos, meleg éghajlatot kedvelő pálmafélék fossziliáit, tehát ezek a területek valaha egyek voltak és sokkal melegebb éghajlati övben, nagyjából az Egyenlítő környékén helyezkedhettek el. 4. Lemurok csak Madagaszkáron, Indiában és Sri Lankán élnek, annak viszont nagyon kicsi a valószínűsége, hogy ezek a kistestű félmajmok átjutottak volna az óceánon, tehát az Indiai-óceán helyén egykor összefüggő kontinens terült el.

Bár a felsorakoztatott érvek helytállóak, az elmélet nem tökéletes és bizonyos szempontból igencsak hiányos. Wegener kortársai leginkább az elmélet háttérére, vagyis a kontinensvándorlás mozgatóru-

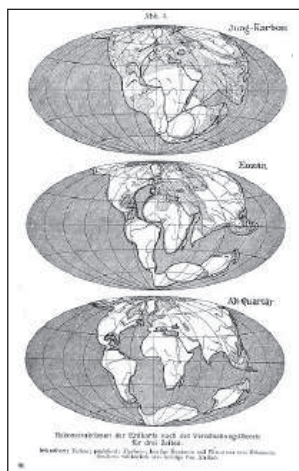
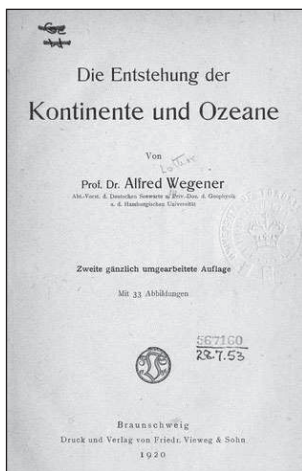
gójára voltak kíváncsiak, hiszen az elmélet nem ad kielégítő magyarázatot arra, hogy pontosan hogyan is sodródtak el a lemezek a jelenlegi helyükre. A választ Wegener csillagászati tényezőkben sejtette, például a Nap és a Hold gravitációs hatásában, illetve a Föld tengely körüli forgásából adódó centrifugális erőben.

deznek, néhol egymásra torlódnak, és így úsznak az alattuk lévő folyékony földköpeny-rétegen, az asztenoszféra. Végül is ez volt az a magyarázat, amit a geológusok a kontinensvándorlás-elméletből hiányoltak, ez írta le megfelelően azt, hogy milyen erők hatására sodródnak a kontinensek. Így tehát Alfred Wegener munkája révbe ért, a tudományos világ elfogadta és elismerte elmélete helyességét.

Wegener – oly sok tudóssal és művésszel egyetemben – csak halála után tudott igazán elismertté és népszerűvé válni. Mivel Németország nem különösebben bővelkedik nagy felfedezőikben, világutazókban, előszeretettel állítják előtérbe Wegener-t, a német sarkkutatót. Ezt jól példázza az is, hogy a német Tenger- és Sarkkutató Intézetet is róla nevezték el (Alfred Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung). Ugyancsak Wegener emlékéét őrzi az a róla elnevezett emlékérem, amit 1983 óta az Európai Földtudományi Unió ad át a geológiában, de legin-

kább a meteorológiában, oceanográfiában és a hidrológiában elért kiemelkedő teljesítmények elismeréseként. És immár Wegener nevét a csillagok közt is megtalálhatjuk, mivel 1970-ben Hold-krátert, 1973-ban Mars-krátert, 1992-ben pedig aszteroidát is elneveztek róla. A Holdon való megjelenése azért is fontos, mivel számos csillagászati témájú munkája közül az egyik az volt, hogy a Holdon található kráterek eredetét vizsgálta. Ő jutott el elsőként arra a helyes feltételezésre, hogy a kráterek kozmikus becsapódások nyomai.

Alfred Wegener elmélete manapság széleskörűen elfogadott, és a fiatal generációk már az iskolás éveik során megismerkednek a kontinensvándorlás és a lemeztektonika fogalmával. A tudomány és a technika mai állása szerint az elmélet helyes. Erre a műszerek fejlődésével és egyre nagyobb érzékenységgel újabb és újabb bizonyítékokat találnak. Az utóbbi évtizedben, ebben legnagyobb szerepe a műholdas helymeghatározásnak, a GPS-rendszer kiépülésének volt. A Föld körül keringő műholdak segítségével nagyon pontosan meg lehet határozni adott pontok helyzetét. Ezekből az információkból hosszútávon megállapítható, hogy az adott pont milyen irányba és mekkora sebességgel mozdul el. 1997-es mérések szerint a Dél-amerikai-lemez (az egyik leglassúbb) kb. 1,45 cm/év sebességgel mozog, míg a Nazca-lemez (az egyik leggyorsabb), ami a Csendes-óceán délkele-



Wegener: A kontinensek eredete; Folyamatára a kontinensvándorlásról

Sajnos ez az állítása nem bizonyult igaznak, ezek az erők nem lennének elegendőek kontinensek megmozgatására, és ezt már a kortársai is bizonyítani tudták. Épp ezért kielégítő magyarázat hiányában Wegener teljes elméletét elvetették, a világ továbbra sem fogadta el a kontinensvándorlást. De Wegener nem adta fel az ötletet, 1915-ben megjelent könyvét, „A kontinensek eredetét”-t, amelyben az elméletét fejti ki és bizonyítja, élete végéig négyszer dolgozta át és bővítette ki. Az utolsó kiadásban már halványan előkerül Arthur Holmes geológusnak azon gondolata, miszerint a folyékony földköpenyben bizonyos hőáramlások, úgynevezett konvekciós áramlások zajlanak. Wegener ekkor már gyaníhatta, hogy ez lehet a kontinensvándorlás mozgatója, de a világ továbbra sem volt hajlandó figyelmet fordítani a témára. Alfred Wegener 1930-as tragikus grönlandi halála után még több mint 30 évnek kellett eltelnie ahhoz, hogy elismerjék az elmélet helyességét. Ugyanis ekkor, 1960-70 között alakult ki a lemeztektonika elmélete, amely magába olvasztotta Wegener kontinensvándorlás-elméletét, illetve Harry Hammond Hess 1960-ban napvilágot látott elméletét az óceánaljzat-szétterülésről, vagyis hogy az óceánfenéki kéreg vulkanikus hatásra folyamatosan újraképződik. E kettő összefoglalásaként fogalmazták meg a lemeztektonikát, mely szerint a Föld kérge nem egy összefüggő burok, hanem több lemezdarabból áll, amik néhol szétöre-

ti medencéjét alkotja, kb. 7,55 cm/év sebességgel sodródik. Az átlagember számára ezek az adatok érdekesnek, de leginkább haszontalannak tűnhetnek, hiszen ezt a mozgást a hétköznapiakban nem érzékeljük. Mégis ezek azok a mérések, amelyek a jelen és a jövő egyik legfontosabb kutatási területének az alapját biztosítják: ilyen és persze ennél összetettebb mérések segítségével próbálnak a tudósok már évek óta egy olyan módszert kifejleszteni, amelynek segítségével földrengéseket előre lehetne jelezni. Ez pedig már határozottan olyan téma, ami a világ számottevő részén a hétköznapi emberét is érinti. Egyesek szerint az előrejelzésnek megkerülhetetlen akadályai

vannak, mivel a lemezmozgások túlzottan kiszámíthatatlanok. Ám ha a műszerek egyre nagyobb érzékenységgel egyre pontosabb adatokat tudnánk gyűjteni a lemezmozgásairól, talán valamilyen tendenciát vagy szabályszerűséget fel lehetne fedezni. A siker pedig több ezer ember életét, lakhelyét és megélhetését tenné biztonságosabbá. Wegener ehhez megadta a kezdőlökést, a többi már rajtunk múlik! ↵

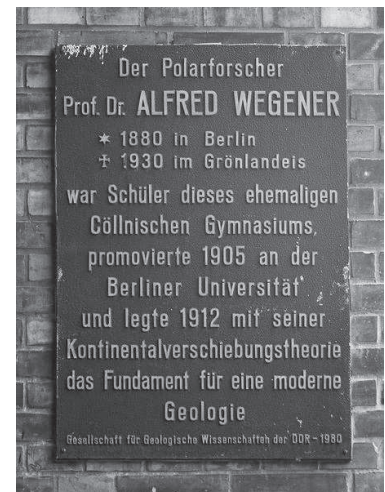
A szerző a Természettudományos múltunk felkutatása kategóriában a Tudományos Újságírók Klubja különdíjának nyertese



Az utolsó grönlandi expedíció állomása, amely közelében Wegener és társa eltűntek a hóviharban



Wegener-emlékbélyeg



Wegener emléktáblája Berlinben, egykori iskolája falán

Források:

- Walter Sullivan: A vándorló kontinensek, Gondolat Könyvkiadó, 1985
 Müller Pál: Az élet története és a lemeztektonika, Gyorsuló idő-sorozat, Magvető Kiadó, 1979
<http://hypertextbook.com/facts/ZhenHuang.shtml>
http://nol.hu/lap/tudomany/20120118-szazeves_a_foldtant_meguujito_kontinensvandorlas_elmelete
<http://idw-online.de/de/news457998>
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/100-jahre-erdplatten-theorie-der-verlachte-revoluzzer-mit-der-weltformel-a-807228.html>
 Alfred Wegener Institut: http://www.awi.de/de/entdecken/geschichte_der_polarforschung/bedeutende_polarforscher/alfred_wegener/
<http://www.geod3.com/deu/d/Kontinentalverschiebungstheorie>
<http://www.pbs.org/wgbh/aso/databank/entries/do12we.html>
http://www2.klett.de/sixcms/list.php?page=geo_infothek&article=Infoblatt+Die+Kontinentalverschiebungstheorie+von+Alfred+Wegener&node=Alfred+Wegener
<http://de.wikipedia.org/wiki/Plattentektonik>
http://de.wikipedia.org/wiki/Alfred_Wegener
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kontinentaldrift>

Híres kortársak árnyékában avagy Sajnovics János, a csillagász-nyelvész

NICKL ESZTER–SZALAY ZSÓFIA
Széchenyi István Gimnázium, Sopron

2012 – 2004 után ismét – a Vénusz-átvonulás éve volt, azonban ezután több mint 100 évig nem fordul elő ez a jelenség. A korábbi átvonulások közül számunkra az 1769-es a legfontosabb. Ugyanis ekkor két magyar csillagász, Hell Miksa és Sajnovics János több ezer kilométert tett meg azért, hogy olyan földrajzi helyre (Vardóbe) jusson, ahonnan látható az átvonulás és így méréseket végezhesen azzal kapcsolatban. Ezek alapján Hell Miksa pontosította a Nap-Föld távolságot. Az út másik fontos eredménye Sajnovicsnak a magyar-lapp nyelvirokossággal foglalkozó könyve (*Demonstratio*), melynek egy eredeti, 1771-es nagyszombati kiadása megtalálható iskolánk könyvtárában. Ez adta az ötletet, hogy egy nemzetközi pályázat révén egy kis csapattal bejárjuk útjukat Bécstől Trondheimig.

A két tudós közül irásunkban Sajnovicsra szeretnénk irányítani a figyelmet. Neki annak idején kevesebb jutott a rivaldafényből, pedig Hell tehetséges tanítványaként akár a Magyar Királyi Főcsillagász pozíciót is megérdemelte volna.

Sajnovics életéhez illetve munkásságához főleg a következő öt település kötődik: Tordas, Győr, Nagyszombat, Bécs és

Első utunk Tordasra vezetett, főszereplőnk itt született 1733. május 12-én, a nemesi kálozi és tordasi Sajnovics család sarjaként. Sajnos a családi kastély állaga mára jelentősen leromlott. De szerencsére



A tordasi templomkert

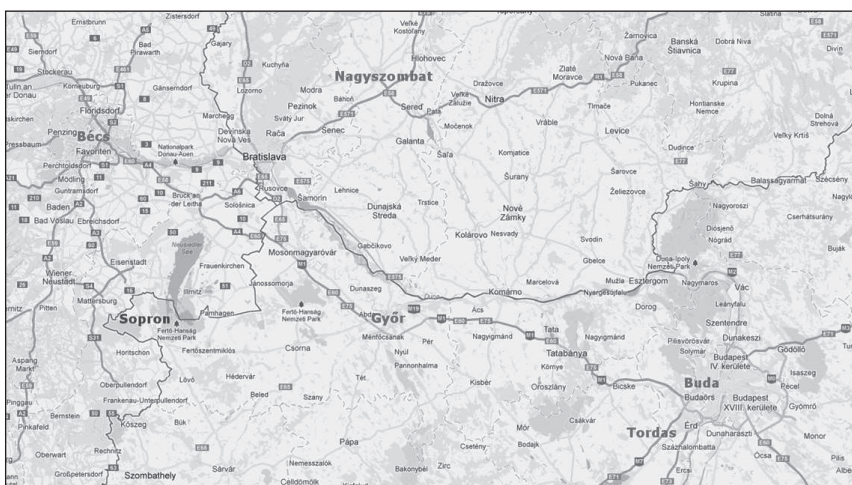


A család kastélya Tordason

Diarium, Demonstratio, Idea Astronomiae. Ezekon keresztül szeretnénk bemutatni, hogy Sajnovics János valóban polihisztor volt. Nemcsak a természettudományokat – elsősorban a csillagászatot és matematikát – művelte magas fokon, hanem nyelvtudománnyal is foglalkozott és abban marandódot alkotott: lefektette az összehasonlító nyelvészet alapjait.

Tordasról 8 éves korában a győri jezsuita gimnáziumba került, így következő utunk ide vezetett. Itt öt éven át csepegtették fejébe – többek között – a latin nyelv szabályait. Ekkor még nem is gondolta, hogy a kinkeservvel elsajátított latin nyelvtan egyszer még hasznára lesz. Az egykori jezsuita gimnázium épületében ma a Czuczor Gergely Bencés Gimnázium működik. Innen nem messze, a Kazinczy utcában találjuk a Rozália-házat, amely Sajnovics otthona volt az idő tájt.

A gimnázium igazgatója nagyon kedvesen fogadta megkeresésünket, és utána nézett, hogy vajon milyen dokumentum lehet náluk Sajnovicsról. *A győri kath. főgimnázium története 1626-1900¹* című könyvben a diákok névsorában találta meg Sajnovicsot 1742 és 1747 között.



Buda. Úgy döntöttünk, meglátogatjuk azokat a helyeket, amelyek a tudóshoz kapcsolódnak. Életútját ezeken keresztül, nem feltétlenül időbeli sorrendben mutatjuk be.

nem csak ez őrzi a tudós emlékét. A templom melletti kis parkban egy emlékmű: öt kőből készült nyitott könyv utal a munkásságára. Ebből mi hármat emelünk ki:



A győri bencés gimnázium

¹ Több tanártársa közreműködésével írta Acsay Ferenc, Győrött, 1901.

Ez így rendjén is van, hiszen tanulmányait 1747-től a jezsuiták budai gimnáziumában folytatta, majd ott is fejezte be. Nagyon érdekelte a csillagászat és a matematika is. Talán ez is oka lehetett annak, hogy felvételét kérte a jezsuita rendbe, amelynek tagjai között neves csillagászokat találhattunk abban az időben (közülük is kiemelkedett Hell Miksa). Emellett sorra építették a korszerű csillagvizsgálókat (pl. Bécsben és Nagyszombatban).

Az egykori Budai Jezsuita Akadémia és Gimnázium nyomait ma már hiába keressük. Az épület a Mátyás-templom mellett állt.

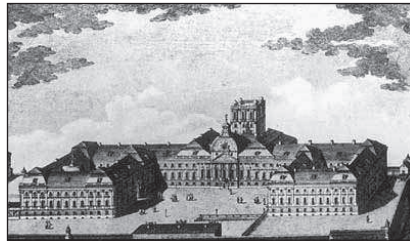


Az egykori budai jezsuita gimnázium

Sajnovics 1773-ban tért vissza ide, aho-va rendje matematikatanárnak nevezte ki. Ugyanebben az évben a pápa feloszlatta a jezsuita rendet, így világi tanárként tanított tovább.

1777-ben a nagyszombati egyetem – ami korábban a jezsuitáké volt – Budára költözött, az üresen álló királyi palotába. A csillagvizsgáló számára egy külön tornyot húztak fel az épületre. Sajnovics abban reménykedett, hogy végre eljött az ő ideje, és az új helyen átveheti az igazgatóságot. Ezzel élete nagy álma vált volna valóra: királyi főcsillagász lehetne! Azonban az addigi igazgató, Weiss Ferenc 60 évesen is vállalta a költözködés kényelmetlenségeit. Így Sajnovicsnak továbbra is az adjunktusi állás maradt. Úgy érezte, ha már van csillagvizsgáló, akkor ideje lenne egy kicsit népszerűsíteni a csillagászatot a lakosság körében. Ezzel a céllal írta meg *Idea Astronomiae* című művét, amely 1778-ban látott nyomtatásban napvilágot. Miután a várt igazgatói kinevezés elmaradt, otthagya a csillagdat. 1785-ben hunyt el Budán, csalódottan és elhagyottan.

A királyi palotából a csillagvizsgáló előbb a Gellért-hegyre költözött, majd Pestre. Ma ismét Budán találjuk, az ELTE légymányosi épülettömbjében. Ahogy a honlapjukon olvasható, itt a csillagászati tanszék könyvtárában őriznek olyan, akkoriban legfontosabbnak számító csillagászati évkönyveket, amelyekben a nagyszombati észlelések és eredmények is megtalálhatók. A Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet könyvtárában is elérhető néhány Sajnovics-émlék: az *Idea Astronomiae* könyvecskéről itt tudunk fényképeket készíteni.



A budai vár a XVIII. században

A budavári palotán ma már hiába keressük a szögletes tornyot – időközben lebontották.

Budáról Trencsénen keresztül – ahol szerzetesi próbaidejét töltötte – Nagyszombatba vezetett Sajnovics útja. Itt 1751-től az egyetem filozófia fakultásán tanult. Weiss lett az 1755-ben felépült nagyszombati csillagvizsgáló igazgatója, így amikor Sajnovics 1766-ban visszakerült ide, már direktoraként köszönthette. Sajnovics csillagászati tevékenységének nagy részét ebben az obszervatóriumban, Weiss igazgatása alatt végezte. Az astro.elte.hu honlapon a következőt olvashatjuk a nagyszombati csillagvizsgálóról: Adottságait, felszereltségét tekintve meghaladta az európai átlagot. Kitartó, pontos észleléseket végeztek, elsősorban a Naprendszer pozíciós asztronómiája terén. Itt érte utol Hell felkérése, hogy kísérje el Vardöbe, az 1769. évi Vénuszátvonulás megfigyelésére. Erre az útra 1768 áprilisában indultak, így a nagy út előtt 2 évig dolgozott Nagyszombatban, majd 1770-ben visszatért és újabb 3 évet töltött el ezen a helyen. A *Demonstratio 2.* kiadása is Tymnavia-ban, azaz Nagyszombatban készült el 1771-ben, a jezsuiták házi nyomdájában.

Nagyszombatban Stöszel Emma tanárnő segítségével próbáltunk eljutni az egykori jezsuita templomhoz és a (rég) egyetemhez. Egy hölgyet szlovákul megszólítva, ő magyarul válaszolt nekünk, miután hallotta, hogy egymás között így beszélünk. Szóba elegyedtünk vele, és miután elmondtuk mi járatban vagyunk, nagy meglepetésünkre elmesélte, hogy ő éppen Weiss Ferenc életét kutatja. Ezért tudja, hogy itt nagy valószínűséggel semmi olyan dokumen-



A nagyszombati jezsuita templom és egyetem

tumot nem fogunk találni, ami számunkra fontos lehet, mivel azok a költözőeszkor mind elkerültek Budára. Elvezetett bennünket a Keresztelő Szent János székesegyházhoz, melyet a jezsuiták építettek a XVII. században. Elsétáltunk az egykori egyetem épülete mellett is, amelynek tetején működött annak idején a csillagvizsgáló, de ezt a tornyot – a budaihoz hasonlóan – már régen lebontották.

Miután Nagyszombatban befejezte tanulmányait, Sajnovicsot 1758-ban Bécsbe rendelték, hogy megismerkedjen a gyakorlati asztronómiával. Csillagászjelöltként két évet töltött a bécsi egyetem csillagvizsgálójában, amely akkor már – Hell Miksának, a csillagda igazgatójának köszönhetően – Európa-szerte elismert intézmény volt. A gyakornokság éveiben mesterétől, Helltől – akire felnézett és mindig tisztelettel említette, pl. a Demon-



Ennek az épületnek a tetején volt az egykori obszervatórium



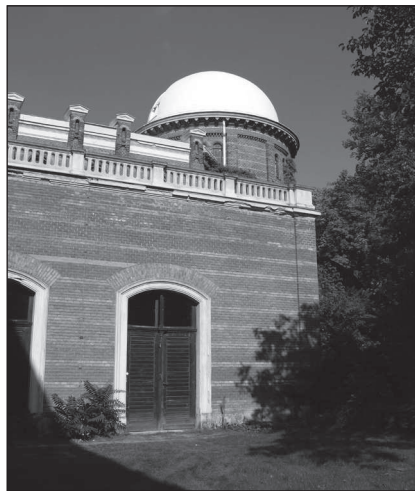
A nagyszombati jezsuita templom

stratioban – elsajátította a csillagászat minden csinját-bínját. Ezután a bécsi egyetemen felsőbb matematikával kapcsolatos tanulmányokat folytatott. Ugyanakkor Hell ebben az időben mintegy titkárként kezelte Sajnovicsot. *Hell szerkesztette az obszervatórium csillagászati évkönyveit is, amelyben más csillagvizsgálók (pl. a nagyszombati) észlelései és eredményei is helyet kaptak. Ezekből a közleményekből az derül ki, hogy Sajnovics szorgalmas észlelő volt, sok megfigyelést végzett, de igazi munkaterülete az elméleti számítások végrehajtása volt.*

A bécsi egyetemi obszervatórium 1755-ben készült el. A jezsuiták által „üzemeltetett” épület tornyában kapott helyet, amely a templomukkal szemben, a belvárosban állt.

1872 óta a „Türkenschanz” dombon működik az egyetemi csillagvizsgáló, amely sok, számunkra izgalmas dokumentumot őriz. Itt található Hell Miksának szinte minden jegyzete, például a vardói észlelés alapján írt Observatio-é is. De minket elsősorban Sajnovics János kéziratái érdekeltek, az expedícióról vezetett naplót is megtaláltuk itt.

A régi egyetem épületében ma az Osztrák Tudományos Akadémiát találjuk, míg a torony – ahogy a kedves olvasó bizonyára kitalálta – időközben lebontásra került.



A bécsi egyetemi obszervatórium

Utoljára hagyjuk Sajnovics életének egyik távoli, de nagyon fontos állomását: Vardót. Ide sajnos nem sikerült eljutnunk, csak Trondheimig követtük nyomon a Hell-féle expedíció útvonalát Sajnovics naplója alapján. Egy helyszínről biztosan állíthatjuk, hogy ott megérintettük tudósaink lábnyomát. Az útinaplóban Fokstuen néven szerepel az a hely, ahol a XVIII. századi utazók lovat válthattak. Ezt sikerült megtalálnunk a Dovre-fennsíkban Norvégiában. Itt Laurits Fokstugu úr el-

mondta, hogy ő a 11. nemzedék azon a helyen; és valóban, az ősei lovakat tartottak a dán király felkérésére, hogy elősegítsék a dél-észak irányú forgalmat a fennsíkon. Az egykori fogadó épületeiből már csak a képen látható áll, a többi egy tűzvészben megsemmisült. A lovakat „kölesönzőkről” nyilvántartást is vezettek, de sajnos már nincsenek a birtokában ezek a könyvek.

Még annak szeretnénk volna utánajárni, hogy vajon őriznek-e a Dán Királyi Akadémiánál valami dokumentumot arról, hogy Sajnovicsot ez a társulat a tagjává fogadta. Annyit tudunk kideríteni, hogy a Dán Királyi Akadémia történetét fel-



A régi bécsi obszervatórium

dolgozó könyvben (Lovers of Learning) Sajnovics néven megemlíti, mint Hell kísérelőjét; illetve szó van a könyvben a Demonstratio-ról, annak a társaság előtt történő felolvasásáról – azaz nem felejtették el, helye van a „Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab” történetében.

Idea Astronomiae

Az Idea Astronomiae Cicero egyik idézetével kezdődik: Az ismeretlen iránt semmi vágyat nem érzünk”. Sajnovics János ezzel a művel a csillagászatban nem jártas kortársai érdeklődését akarta felkelteni ez iránt a tudomány iránt. Úgy gondolta, hogy az emberek nem foglalkoznak olyan dolgokkal, amiket nem ismernek. A lakosság annak idején kíváncsi volt, hogy miért építettek Budán magas tornyot a Királyi Palotára, Sajnovics ezekre a kérdésekre akart válaszokat adni, fontosnak tartotta elmondani, hogy a csillagászatnak milyen ágai vannak és főleg milyen hasznot hajt. Ma a „tudományos ismeretterjesztő” kategóriába sorolnánk a könyvet, hiszen nyelvezete az átlagember számára is érthető.

Művét 4 fő fejezetre és azokon belül 3-3 alfejezetre osztotta. Az I. fejezetben számba veszi az európai obszervatóriumokat. Megismerhetjük közelebről a csillagászati tornyokat, eszközöket és észleléseket. Az 1780-as évek óta természetesen jóval több és korszerűbb obszervatórium van, de a szerepük nem változott: ezek a csillagok,

égitestek megfigyelésére, vizsgálatára alkalmas épületek.

A II. fejezetben megvizsgálhatjuk a csillagkatalógusokat, a bolygóábrázolókat, és megtudhatjuk, hogyan is kell a csillagászati naptárakat használni. Mindezeket a számoló csillagászok készítették azokból az adatokból, amiket az észlelő csillagászoktól kaptak. Ezért nagymértékben függték egymástól. Egymás hibáit kijavítva egyre pontosabb adatok kerülhettek a táblázatokba, katalógusokba.

A III. fejezet a csillagok fizikai rendszeréről, fizikai, sőt erkölcsi hatásairól szól.

Sajnovics véleménye szerint a fizika alapja a csillagászat. Isaac Newton se jött volna rá a tömegvonzás törvényére anélkül, hogy ne olvasott volna Brache észleléseiről és főleg Kepler számításairól. Ebből következik, hogy a fizikai csillagászatnak az a feladata, hogy az észlelő és számoló csillagászok eredményeit felhasználva alkossák meg a fizika törvényeit. Ezek a törvények ma is érvényesek. A csillagok horoszkópokon, jóslásokon keresztül hatnak ránk erkölcsileg. Ezek fontosságát és határnyait is megemlíti művében Sajnovics.

A IV. fejezetben a csillagászat hasznáról olvashatunk az időszámításban, a földrajzban, hajózásban – és Isten megismerésében.

Sajnovics szerint a csillagászat is művészet. A zene, festészet mellé sorolható, sőt inkább fölülük, mert a csillagász „azzal, hogy végzi a fáradtságos munkát, legkisebb részben a lelkének és annál inkább a köznek tesz jót.” A csillagászok ismereteikkel segítik a népet. Az időszámítás is egy ilyen ismeret, pl.: a Hold állása segíti a vándorokat, a földműveseket és – Sajnovics szerint – az orvosokat is.

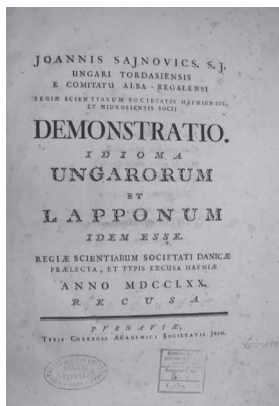
A geográfus is tehetetlen, ha nem kap információkat egy csillagásztól. Ezért ők a XVIII. században leginkább a földrajzi szélesség és hosszúság meghatározásával voltak elfoglalva. A hosszúságot a Nap és a Hold fogyatkozásainak észlelésével, de legkönnyebben a Jupiter holdjainak eltűnéseiből és előbukásaiából számolhatták ki; míg a szélességet a Nap, a Sarkcsillag vagy bármilyen, a meridiánon megjelenő csillag magasságának észleléséből határozták meg. Ezek ismeretében a geográfus könnyedén megállapította a települések szigetek, illetve zátonyok helyét a Földön. Ebből következik, hogy a hajózásban is fontos szerepük van a csillagásznak. A záró alfejezetben Isten létét kívánja alátámasztani, saját ismeretei alapján, amiket az égbolt vizsgálata közben szerzett.

A könyv végén összegzésként Sajnovics reméli, hogy az olvasó megértette, miért is olyan fontos a csillagászat. Így a jövőben egyre többen fogják értékelni a csillagászok fáradtságos munkáját. Valószínűleg napjaink csillagásza is szívesen vennék, ha valaki ilyen népszerűsítő összefoglalást írna róluk.

Demonstratio

Sajnovics Hell javaslatára és biztatása mellett kezdett a lapp nyelvvél – és a lapp néppel - foglalkozni a Vardöben töltött közel egy év alatt. Ebben a munkában egyedül a dán Leem által kiadott Nomenclatore Laponnicum (Lapp névjegyzék) című könyvre támaszkodhatott. Tapasztalatait koppenhágai tartózkodásuk során összegezte, ennek eredményeként született meg a Demonstratio. Mielőtt munkához látott, szakkönyveket tanulmányozott, és meglepően sok olyan művel találkozott, melyek a magyar-lapp/finn nyelvrokonsággal foglalkoztak. Azonban úgy vélte, hogy ezek nem elég megalapozottak, mivel csak a szavakban és nem a nyelvtanban keresték a hasonlóságot.

A tudós első észrevétele az volt, hogy a lapp hanglejtés és a mássalhangzók kiejtése (gy, ly, ty, ny, s, z, sz, zs) mennyire hasonlítanak a magyarhoz. Könyvében azt írja, hogy míg a norvégoknak nagy nehézséget okoz kiejteni a lapp szavakat, addig



A Demonstratio (1771)

neki annyi gondja van vele, mint egy született lappnak. A beszédjük hallatán úgy érezte, mintha magyarok között lenne. Ez azonban a híresztelések ellenére nem azt jelentette, hogy meg is értette őket. Az író megállapítása szerint a lapp nép az első évezred közepén válhatott szét. Egyes népcsoportok a tengerparton éltek, mások a hegyvidéken, ismét mások egész messze vándoroltak – emiatt teljesen más életmódot folytattak, és más népekkel kerültek kapcsolatba. Új szavakat kezdtek használni, és az azóta eltelt több ezer év alatt a két nyelv annyira megváltozott, hogy egy magyar és egy lapp ma már nem értheti meg egymást. Ennek alátámasztására példaként a legrégebbi fennmaradt magyar szöveget, a XI. századi Halotti beszéd és könyörgés-t hozza fel, amely szinte érthetetlen a XVIII. századi embernek. (A Halotti beszéd ebben a műben jelent meg először nyomtatásban.) Ha a nyelvünk né-

hány évszázad alatt ennyit változott, nem csoda, hogy ilyen sok idő elteltével a két, egymástól oly távol élő nép már nem beszéli egymás nyelvét.

Sajnovics 150 magyar és lapp szót hasonlított össze, elsősorban testrészeket, emberi cselekvéseket és égi jelenségeket – vagyis olyanokat, amelyekről feltehető, hogy nem változtak jelentősen. Ahogyan azonban már említettük, ő a nyelvtanra fektetett nagyobb hangsúlyt.

Következzen néhány példa, amelyekkel Sajnovics bizonyítja a nyelvrokonságot!

Egyik nyelv sem tesz különbséget a nevek között.

Se a magyar, se a lapp nyelvben nincsenek előszavak.

Ha a magyar a „*Zhioarvos* vagy *Szarvos* (*szarvval* ellátott) szót többes számban mondaná, így hangzana: *Szarvasok*, teljesen „lapp-szerűen” – olvashatjuk a Demonstratióban. Ebből megállapítható, hogy a többes szám jele a lappoknál is a „k”.

A melléknév fokozásban is jelentős hasonlóságot fedezhetünk fel a középfok képzésénél: az „üres” szó középfoka az „üresebb”, lappul ugyanez a szó „kuoras”, középfoka „kuoraseb”.

Közös múltunkra utal a számnevek használata: a legtöbb nyelv úgy mondaná: „adok neked négy könyveket”, azonban a magyar és a lapp is úgy használja, hogy „adok neked négy könyvet”.

Mi azt mondjuk, hogy „szép könyveket láttam”, vagyis a melléknevet nem ragozzuk, ha van mögötte főnév. Ugyanígy mondják a lappok is, és nem úgy, hogy „szépet könyveket láttam”.

A Demonstratio-t – latin nyelven - 1770-ben adta ki Koppenhágában a Dán Királyi Tudományos Akadémia. Hamarosan több nyelvre is lefordították, magyarul azonban csak később jelent meg. Külföldön nagy elismerést váltott ki a tudósok körében, Sajnovicsot a dán Akadémia és a trondheimi Tudós Társaság is tagjává választotta. Itthon távolról sem ez volt a helyzet: a nyelvészek nem ismerték el a munkát, sőt nem is foglalkoztak vele, mondván, hogy a szerzője „csak” egy csillagász. Mások a művet úgy értelmezték, mint a hun leszármazottság megtagadását. Nem értették, hogy Sajnovics miért állítja rokonságba a magyarságot, Attila leszármazottait a „lapp sátorlakókkal”.

A mű teljes címe Demonstratio idioma ungarorum et laponum idem esse. Sokan félreértették a címet, az „idem esse” kifejezés miatt, ami azonosat jelent. De van egy másik jelentése is: hasonló. Sajnovics ezt úgy értette, hogy két szó akkor is lehet azonos származású, ha ma már a hangalakjuk teljesen különböző. Áttanulmányozva a könyvet látható, hogy Sajnovics elődjeihez képest milyen alapos munkát végzett, és mennyire fontos észrevételeket tett a két

nyelv összehasonlítását illetően. Ebben minden bizonnyal segítségére volt matematikai észjárása, logikus gondolkodása és a latin nyelvtanban való jártassága.

„Sajnovics nyitott, érdeklődő, széles látókörű ember volt, aki szakterületétől távol eső területen nagy felfedezést tett.”

(Kalevi Mattila professzor, a helsinki csillagvizsgáló igazgatója)

A szerzők a Simonyi Károly alapította Kultúra egysége különdíj nyertesei

Köszönettel tartozunk:

- Tóth Konstantin OSB, a győri bencés gimnázium igazgatója
- Turtóczki Timea, a Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet könyvtárosa
- Stöszel Emma tanárnő, Somorja
- Günter Bräuhöfer, a bécsi egyetemi csillagvizsgáló könyvtárosa
- ifj. Nagy Rezső, Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló Székesfehérvár (az Idea Astronomiae magyar nyelvű kiadásának rendelkezésünkre bocsátásáért)
- Schröder Gyula plébános, Martonvásár (fontos információiért)
- Horty Gábor plébános, Vál (az anyakönyv előkerítéséért)
- Antal Zoltán iskolaigazgató, Vál (az anyakönyvről készített képekért)
- Laurits Fokstugu, Dombas (NO) (az éjjel adott riportért)
- Lang Ágota tanárnő (azért, hogy mindezen helyekre eljuttattott minket)

Források:

- <http://astro.univie.ac.at/en/institute/history/>
- <http://astro.elte.hu/astro/hun/tortenet/tsztortenet.html>
- <http://hu.scribd.com/doc/51649261/Csupor-Tibor-Csillag-es-C5%91si-szo>
- <http://mek.oszk.hu/06200/06237/06237.pdf>
- <http://members.iif.hu/visontay/ponticulus/rovatok/nyomhagyok/bartha-sajnovics.html>
- http://astro.elte.hu/astro/en/library/padeu/padeu_vol_16/padeu_vol16_bartha.pdf
- <http://www.nyest.hu/hirek/halzsiros-magyar-nyelvrokonsag-es-udvari-csillagda>
- <http://www.valosagonline.hu/index.php?oldal=cikk&cazon=640&lap=7>
- <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz9612/mege3.html>
- <http://mek.oszk.hu/06800/06848/06848.pdf>
- http://www.bakonybaranta.hu/kisber/tudastar/tudastar_mappa/Sajnovics_Janos_A_magyarok_es_lappok_nyelve.pdf
- Sajnovics János *Naplója*. Fordította Deák A. András, szerkesztette Szij Enikő, Budapest, 1990 (Bibliotheca Regulyana I.).
- Sajnovics János: Demonstratio idioma Ungarorum et Laponum idem esse, Tynaviae 1771
- Sajnovics János: IDEA ASTRONOMIAE, A csillagászat alapvető ismertetése. Székesfehérvár 1993

Mi lett velük?

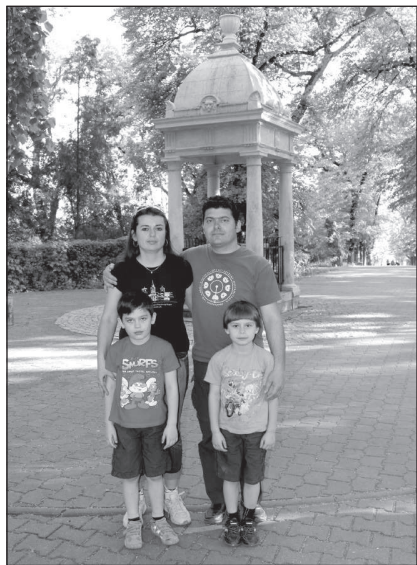
A Természet Világa diák-cikkpályázatának megindulásától több mint húsz év telt el, s ma elmondhatjuk, ez a feladatvállalásunk lett folyóiratunk egyik sikertörténete. A kezdetektől körülbelül *ötezer* fiatal próbált szerencsét cikkpályázatunkon, *ezernél* több diák arra érdemes cikke napvilágot is látott a Természet Világában.

Igyekszünk nyomon követni díjnyertes diákjaink sorsának alakulását, hogy mi lett velük, milyen pályát választottak élethivatásnak. Többen később le is írták: örök élményt adott nekik író-

palántává avatásuk a Természet Világában. A határainkon túlról, főképpen Erdélyből rendszeresen érkeznek cikkpályázatunkra diákoknak az írásai. Egy-egy középfokú tanintézményben, líceumban néhány lelkes rátermett tanár irányításával sok értékes diákcikk született, sok erdélyi díjnyertes fiatal ismerhettünk meg személyesen is az Akadémiánkon tartott díjátadó ünnepségeinken. Mostani összeállításunkban egykori díjnyertes nagyenyedi diákok emlékeznek, mondják el sorsuk alakulását.

Farkas Krisztina

Tizenöt évvel ezelőtt kezdődött az egész... X-XI. osztályosok voltunk, amikor Dvoráček Ágoston fizika tanár úr ajánlására barátnómmal, Szilágyi Ildikóval egy dolgozatot állítottunk össze Áprily madarai címmel. Jó szórakozásnak tartottuk az egészet: Áprily köteteket bújni, madárhatározókat lapozgatni, múzeumban madarakat fényképezni. Nem gondoltuk volna,



hogy a dolgozatainkkal (időközben kedvet kaptunk és még írtunk másokat is) színvonalas versenyekre fogunk majd eljutni és ráadásul meg is nyerni. De megérte! E pár év alatt a nagyenyedi Bethlen Gábor Kollégium Fenichel Sámuel önképzőkörre jó kis csapatát csiszolódott. Igazi élményekben volt részünk, amikor iskolánkat képviselve, Budapestre, Kunszentmiklósrá, Sepsiszentgyörgyre, Kézdivásárhelyre juthattunk el. Az évek teltek, befejeztük középiskolai tanulmányainkat, Kolozsvárra kerültünk egyetemre, de a költő szavaival élve „...helyü(n)kre régi dallal / mindig

újak jöttek...” és folytatták azt, amit mi elkezdtünk, ezzel is öregbítve iskolánk hírnevét.

Lassan már a 15 éves érettségi találkozó fele kacsingatunk és ez idő alatt történt egy-két dolog velem. 2000 nyarán a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem Matematika-Informatika Karának hallgatója lettem. Már első éven megismertem a jövődöbeli férjemet, Gábor Ferencet, aki a Protestáns Teológia ötödéves hallgatója volt. 2001 őszén Abrudbányára, a mőcsvidék egy „végvárába” helyezték lelkésznek, egy 50 lelkes kis gyülekezetbe. Ezután egy hármás ingázás kezdődött el Nagyenyed, Kolozsvár és Abrudbánya között.

2004-ben, az egyetem befejezése után, egy évet matematikát tanítottam Abrudbányán a helyi iskolában. 2005 őszén megszületett első gyermekünk Ferike, majd 2007 júniusában a második fiunk Zsolti, így 2010-ig főállású anyuka voltam. Eközben a férjemmel és a gondnokunkkal megalapítottuk az Abrudbányai és Verespataki Magyar Kulturális Egyesületet és az Abrudbányai Református Egyházzal közösen a helyi kis közösségünknek kisebb és nagyobb eseményeket, rendezvényeket szerveztünk, mint például Szent István nap a szórványban, Magyar közösség napja, Adventi találkozók, Farsangi bál, vajdahunyadi, gyulai, budapesti kirándulások, stb. 2010-től egyesületünk turisztikai információs központot indított be, a 10 km-re levő Verespatakon, itt dolgoztam két éven át idegenvezetőként.

Mint minden szórványnak, Abrudbányának is egyik nagy problémája a magyar óvoda és iskola hiánya. Habár az egyesületnek és az egyháznak közösen sikerült fakultatív magyarórákat beindítani, ez nem cserélhető fel egy igazi magyar óvodával és iskolával. Ezért a gyerekeink, akik már nagycsoportba, illetve előkészítő osztályba jártak, az őszől Nagyenyeden tanulnak. Azóta én is ott dolgozom egy reklámtervezési irodában. Szüleimnél lakunk, és Abrudbányára hétvégeken, illetve a vakációkban megyünk.

Reméljük, hogy a közeljövőben a férjemenek sikerül majd egy Enyedhez közelebb eső gyülekezetbe kerülnie, hogy a gyerekek iskoláztatása ne jelentsen gondot. Mert nagyon sokat számít az iskola ahova jársz, a tanárok akik tanítanak, a szellem amiben nevelkedsz. És remélem, hogy a gyerekeink, hozzám hasonlóan, még sokáig lesznek *enyedi diákok*.

Fogarasi Anna-Mária

Húsz évvel ezelőtt beírtattak szüleim a nagyenyedi Bethlen Gábor Kollégiumba, akkor léptem át először félénk és izgatott első osztályosként a híres iskola küszöbét. Tizenkét évig ebben a csodálatos intézményben tanulhattam, ahol sok értékes emberrel találkoztam, akiknek tanításai és tanácsai végigkísérnek a későbbiekben.

Kilencedikes koromban írtam meg első tudományos dolgozatomat. Sokat hallottam előtte a Fenichel Sámuel Önképzőkör működéséről és a pályázó diákok sikereiről. Mindenekelőtt nagyon szerettem volna sok érdekes dolgot tanulni a kutatások során. Főleg a Bethlen Gábor Kollégium gazdag múltja, híressé vált egykori diákjai érdekelték.



Négy év alatt több területen kutattam: Aprily Lajos költészetéről és életéről olvastam a kollégium dokumentációs könyvtárában, a nagyenyedi patak vízének szennyezettségi fokát mértem a laboratóriumban, az első kísérleti fizika „boszorkányos” könyveiben talált érdekes ábrákat próbáltam megfejteni és értelmezni szerény ismereteim szerint, megismerni azoknak a hajdani „mágusoknak” a munkáját. Sok érdekes és szívemhez közeli témával foglalkoztam.

Nagyon sokat jelentett/jelent számomra az önképzőkori tevékenység. Okultam a kutatásokból, új emberekkel találkozhattam, akiktől hasznos dolgokat tanultam, és nem utolsó sorban, örültem az elért szép eredményeknek és díjaknak.

Az önképzőkori munka során fontos és érdekes információkat kaptam és ugyanakkor kialakított bennem olyan készségeket, amelyek további tanulmányaim során és még ma is hasznomra válnak.

Szakmai téren kicsit eltávolodtam attól a területtől, ahol kutatásokat végeztem és tudományos dolgozatokat írtam, de nagyon örülök, hogy alkalman volt az önképzőkör keretén belül tevékenykedni és tanulni.

2008-ban a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem Közgazdaságtan Karán szereztem közgazdász oklevelet, 2011-ben ott mesteriztem. Párhuzamosan Franciaországban is sikerült elvégezni egy közgazdaságtani egyetemet. Jelenleg Kolozsváron lakom, közgazdászként dolgozom.

Annak ellenére, hogy a gyors mindennapok sok energiát és időt igényelnek, remélem, hogy valamilyen formában hozzájárulhatok még/majd a Bethlen Gábor Kollégiumban működő önképzőkör tevékenységéhez, segíthetek a kutató, pályázó diákoknak és örülök, hogy ennek a nagy csapatnak tagja voltam/vagyok.

Minden diákot szeretnék bátorítani arra, hogy kutasson, olvasson a jelenről és a múlttól egyaránt, kísérletezzon és gyűjtson információt. Használja ki azokat a lehetőségeket, amelyeket az iskola és a líceumi évek kínálnak, összegezze kutatásait tudományos dolgozatokban és pályázzon, mert sok szép élmény, emlék és tapasztalat fogja majd végigkísérni ezen az úton.

Horváth Enikő

2013-at írunk, és jelen pillanatban itt ülök a gépem előtt Kolozsváron, a kincses városban, és pötyögöm a fejemben kialakuló szöveget. Boldogan és büszkén írom le, hogy a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem kolozsvári karán, környezettudományok szakon vagyok másodikéves hallgató.

2011 nyarán végeztem a Bethlen Gábor Kollégiumban, matematika-informatika



osztályban. Sokat tanultam tanáraimtól, órákon és iskolán kívüli tevékenységeken is, de talán a legtöbbet, ami az egyetemista éveimet is megkönnyébbíti, az a szakdolgozatok írása és bemutatása volt.

Dvoráček Ágoston tanár úr karolt fel még tizedikes koromban és arra ösztönözött, hogy írjak, kutassak, bemutassak, majd publikáljak. Így ismertem meg a Természet Világát is. Az elején nagyon nehéz volt, kicsi kamasz lány voltam, azt se tudtam, hogy mi fán terem egy dolgozat megírása, hogy mit jelent kutatni. De szép lassan megtanultam, belejöttem, egymás után jöttek a dolgozati témák, és legtöbb díjazva is lett.

Érdemes dolgozni, igaz, elkezdni nehéz, viszont ha megérik a gyümölcs, az nagy büszkeséggel és örömmel tölti el az embert. Most már könnyebb elkezdenem az állami vizsga dolgozatomat, könnyű volt két hétig kampányolni és előadásokat tartani az egyetememről több száz diák előtt. Mindez a Fenichel Sámuel Önképzőkörnek, tanáromnak és az ott elvégzett munkának és a „képzésnek” köszönhető.

Maxim Orsolya

Diákpályázatok, leadási határidők, könyvészet, a könyvtáros bácsi, kivonatok... mindezek a képek nagyon távolinak tűnnek, habár alig két éve ballagtam. Jelenleg a Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem gyógyszerészeti karán vagyok másodikéves hallgató, nem is tudnám máshol elképzelni magam. Azt mondták a „nagyok”, hogy akinek elsőéves korában nem fordul meg a fejében, hogy ellőtte az életét, amikor egyetemet választott, nem is igazi egyetemista. Nos, ez a szomorú felismerés az én életemből (eddig) kimaradt. Ugyanolyan lelkesedéssel kezdtem a másodikévet, mint az első évet, s a természettudományok iránti érdeklődésem a líceumi éveimből fakad.

Kilencedik osztályos tanuló voltam, amikor belekeveredtem az iskolánkban működő Fenichel Sámuel Önképzőkör tevékenységébe. Tényleg „csak” belekeveredtem, egyáltalán nem tudatosan fogtam neki dolgozatokat írni. Első pályaművemben a településünkön, Nagyenyeden található különleges fákkal foglalkoztam, irodalmi utalásokkal társítottam, idősektől érdeklődtem, hogy mit tudnak a régi faiskolákról mesélni. Élvezetes munka volt, sok újat tanultam, embereket ismertem meg, s a munkám eredményét is hozott. Rengeteg tapasztalatot nyertem, emberi kapcsolatokat építettem ki, másoktól tanultam, s észre vettem, hogy már a harmadik, negyedik témával foglalkozom. Sokan kérdezték tőlem, mire jó nekem a sok éjszakázás, könyvböngészés. Okos választ soha sem tudtam adni, egyszerűen jó volt újat tanulni, kicsit mélyebben foglalkozni egy-egy témával, felfedezni az eredetileg összeférhetetlen tudományok között a kapcsolatot.

Az életem is igen intenzíven pörgött középiskolai éveim alatt. Folyton jöttem-mentem, hétvégezte alig voltam otthon, de rengeteg pozitív energiával töltöttem egy-egy



diákkonferencia ideje alatt. Külön meglepetés és megtiszteltetés ért, amikor 2009-ben a Természet Világa diákpályázatán elért eredményeim alapján meghívtak a Charles Simonyival való áprilisi rádióbeszélgetésre. Fel se fogtam, mi történik, de szenzációs volt ama pár perc részesének lenni.

A diákkori konferenciák és a Természet Világa esszépályázatain való munkásságomnak nem mindig voltak ilyen látványos hazadéakai. Ám így az egyetemi padban ülve sorozatosan ráeszmélek, mennyit tanultam mindezekből. Nem kapok sokkot, ha szóbeli vizsgára kell bemenni, nincs hidegrázásom, ha közönség előtt kell beszélni, alkalomadtán szembemegek emberekkel, akikkel anno együtt versenyeztünk, csak másfelé sodort az élet. Megedződtem az évek alatt, rengeteget tanultam, s az újtól nem félek,

hanem kíváncsi vagyok rá. Még akkor is, ha bizonytalan és kétélű. Ez jellemzi talán az összes KutDiákot: belevágunk az újba, mert tudjuk, hogy van mit felfedezni, s valahol majd jól sül el minden.

Nem látok előre az életben, de mindeddig sikeresen küzdöttem le az akadályokat és bízom benne, hogy szeretni fogom majd azt, amivel foglalkozni hivatottam. Az elmúlt két év kissé „laposabb” volt, nem jártam anynyi versenyre, konferenciára, de igyekeztem az energiámat építő jellegű tevékenységekre fordítani. Továbbra is cserkészkedem, építem a kollégista közösséget, önkénteskedem és igyekszem meglátni a mindennapokban a szépet és a jót. A diákpályázatoknak köszönhető élmények sokszor segítenek tovább, számos alkalommal csodáltam mások kemény munkáját, kitartását, ötletességét. Az irigység helyett még több ambíció szorult belém, lázasan dolgoztam azért, hogy egy-egy vékonyabb teljesítmény után duplán ügyes munkát végezzek.

Beszámolómat egy igen tanulságos idézzettel fejezem be, mely a cserkészmozgalom alapítójától, Lord Robert Baden-Powell of Gilwelltől származik: „*A természet ismeret megmutatja számotokra, hogy mennyi teljes szépségű és különleges dologgal látta el Isten boldogításunkra a földet. Legyetek elégedettek azzal, amit kaptatok és használjátok föl a lehető legjobban. Nézzétek a dolgok derűs oldalát, ne az borúsát.*” Kívánom, hogy ez legyen iránymutató az életben! Dolgozzatok lázasan önmagatok fejlesztésére és gondolkodjatok pozitívan, a természet csodálatos!

Szabó Emília

Erdővidékről, Barótról származom. A konfirmálás után egy kirándulás volt a jutalmunk. Ekkor léptem át a nagyenyedi kollégium kapuját először. Nagyon megtetszett az iskola, alighogy hazértem, arról kezdtem gyözködni szüleim, hogy ősztől enyedi diák szeretnék lenni. Nagyapámnak, aki szintén itt végzett, felcsillant a szeme. Rácsodálkoztam, hogy: jé, te is voltál diák? És éppen Enyeden? Akkor érted. Ősszel már itt kezdtem a tanévet.

Középiskolai tanulmányaim éve, a 2004–2007 közötti időszak, nagyon szép évek voltak. A Bethlen Gábor Kollégium diákjaként alkalmam nyílt belekóstolni sok-sok tanórán kívüli tevékenységbe: kirándultunk, olvastunk, fogalmaztunk. Remek tanáraink, csodás könyvtár és könyvtárosok voltak a vezetőink, olyan emberek, akik mindig tudtak ajánlani egy jó könyvet, akik mindig tudták, hogy kinek milyen versenyen kellene szerencsét próbálnia.

Ha a Természet Világa által felkínált nagyon szép lehetőségekre gondolok, akkor az jut eszembe, hogy életemben először a díjátadó ünnepség alkalmából sikerül Budapestre

utaznom. Nagyon büszke voltam, és kimondhatatlanul boldog. Én, az egyszerű kisdiák, bemehettem a Magyar Tudományos Akadémia épületébe. Ott bent izgulva lépkedtem, számolgattam a lépcsőket, s néztem, hogy vajon a többiek is meg vannak-e illetőve. Vajon itt így szokás? Ők mit érezhetnek? Amikor a nevemet hallottam, nagyon dobogott a szívem, biztattam magam, még egy lépés, s ennek is meg kell lennie. Felemelő



és ösztönző élmény volt. Azt éreztem, hogy érdemes tanulni, mert nagy öröm forrása ez a fajta munka. Ámultam, bámultam, mindent meg akartam csodálni, és minél többet szerettem volna látni, elraktározni. Ezek a pillanatok sarkalltak, hogy a következő tanévben is szerencsét próbáljak, akkor már azt hiszem, hogy el volt ültetve bennem az a kicsi bogár, amelyikből a kíváncsiság táplálkozik.

Azóta telnek az évek, azonban egy dolog biztos: a leckék, amelyeket a dolgozatok megírása, fogalmazása, formázása, felépítése során tanultam, mind olyan kis furfangokként ültek be a tarsolyomba, amelyek később, az egyetemen, és ha jól bele gondolok, ma tanárként is a javamra válnak. Nagyon hálás vagyok iskolámnak, lelkes tanáromnak és a Természet Világának, hogy elindítottak egy úton... Az apró kis olvasmányok, a találgatás, fogalmazás rávezetett későbbi utamra, a magyartanári munkára. Minden nap tanulunk valami újat, a régi leckék ma is inspirálnak. A legnagyobb leckét, az igényesség leckéjét a Természet Világától tanultam. Kívánom, hogy ezt sokáig, sokaknak taníthassák! Köszönöm szépen, hogy tanulhattam önöktől, tanáraink, tisztelt szerkesztők, zsűri, és töletek, kedves versenytársaim.

Udvari Ibolya

Tizenkét év telt el azóta, hogy átvettem a különdíjamat a Természet Világa diákpályázatán, a „Természettudományos múltunk felkutatása” kategóriában. Akkoriban a nagyenyedi Bethlen Gábor Kollégium tizenegyedik osztályos diákja voltam. 2006-ban a

kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem Gazdálkodástudományi Karán szereztem közgazdász oklevelet. Jelenleg gazdasági informatikusként dolgozom, Kolozsváron.

A Természet Világa diákpályázatra fizikatanárunk, Dvoráček Ágoston hívta fel a figyelmünket. Dvoráček tanár úr segítségével készítettem el a pályázatot.

A diákpályázat több volt egy egyszerű pályázatnál. Tudtuk, hogy csak színvonalas cikket küldhetünk be. Nagy érdeklődéssel és szeretettel készítettem azt a dolgozatot, mert egy olyan kutató munkásságának az ismertetése volt a cél, akit rég elfelejtettünk. Fenichel Sámuel nagyenyedi származású kutató Pápua Új-Guineából küldött haza lepkegyűjteményt és etnográfiai tárgyakat, ez utóbbi feltárása volt a dolgozatom témája.

Az iskolában sohasem sajátítottam volna el azt az ismeretanyagot, amit a diákpályázat megírása során sikerült. Megtanultuk, hogy egy tudományos munkát milyen tartalmi és formai szempontok alapján kell összerakni. Megtanultunk könyvtározni, ugyanakkor rengeteg értékes könyvhöz is hozzáférhettünk. (Az online keresés akkoriban még nem volt annyira elterjedt.) Rendszerezni kellett a rengeteg információt és olyan keretbe foglalni, ami mások számára is érdekes. Az olvasó számára világos és követhető érvelési rendszert kellett felállítani. Határidős pályázat volt, tehát az időt is jól kellett osztani. Ez a munka olyan készségek kialakítását segítette, amelyek később, az egyetemi évek alatt csak hasznomra váltak. A munkát ünnepélyes díjkiosztóval zártuk. Abban az évben még két másik diáktársamat is díjazták. Rendkívüli öröm és megtiszteltetés volt ott lennünk.



Tanultunk, kutattunk, kirándultunk, egymás sikereinek örültünk és mindezt egyetlen pályázatnak köszönhetően.

A jelenlegi diákokat csak biztatni tudom: pályázzanak. Olyan munka vár rájuk, ami, ha kitartóan végeznek, nagyon sok gyümölcsöt fog teremni. A mindennapi trend a gyors sikereket és a könnyen járható utat jutalmazza, azonban még mindig a tudás az egyik legfontosabb erény.

A XXIII. Természet-Tudomány Diákpályázat pályázati felhívása

Útmutató a diákpályázat benyújtásához

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

A pályázat **terjedelme 8000–20 000 betűhely** (karakterszám, szóközökkel együtt) legyen, tetszőleges számú illusztrációval. A kéziratot három példányban kérjük benyújtani. A nyomtatott változattal együtt a pályázatot **CD-n** (vagy DVD-n) is kérjük, a szöveget word formátumban, a képeket, ábrákat külön fájlban (JPG vagy TIFF). A pályázat tartalmazza készítője nevét, lakcímét, e-mail címét, telefonszámát, iskolája és felkészítő tanára nevét, a borítékra írják rá: Diákpályázat, valamint azt is, hogy melyik kategóriában kívánnak indulni. A dolgozatok benyújtásának (postai feladásának) határideje mindegyik kategóriában **2013. október 31.** Felhívjuk pályázóink figyelmét, hogy dolgozataikat **csak a fenti formában tudjuk elfogadni.** A pályázat beadható személyesen (Budapest, VIII. Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444 Budapest, 8. Pf. 256.)

Természetudományos múltunk felkutatása (I)

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

2. A természet- és műszaki tudományok tárgyi emlékeinek bemutatása.

(Laboratóriumi kísérleti eszközök, régi tudományos könyvek, régi tankönyvek, kéziratban maradt leírások, muzeális ritkaságok, ipari műemlékek – hidak, malmok, bányák –, vízügyi emlékek, botanikus kertek, csillagvizsgálók stb.)

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

Önálló kutatások, elméleti összefoglalások (II)

1. A természeti értékek feltárása, bemutatása, megvédése terén végzett önálló kutatási tevékenységet értjük alatta. Itt szerepeljenek tehát azok a dolgozatok, amelyek a veszélyeztetett élővilág megvédésével kapcsolatos önálló kutatásokat mutatják be. Ugyancsak itt várjuk az ökológiai egységekről vagy a természeti jelenségekről szóló elméleti jellegű pályaműveket is. Szeretnénk elérni, hogy a pályázók a könyvtárakban, a világháló révén és más módon szerzett értesüléseiket csak forrásként – vagyis nem saját alkotásként! – használják fel. Hangsúlyozzuk azonban, hogy a biológiai sokféleség, vagyis a biodiverzitás témakörébe eső önálló kutatások és témafeldolgozások kategóriája a biodiverzitás különdíj! Ezeket tehát ehhez a kategóriához kell címezni!

2. Természetvizsgálattal kapcsolatos – a kémia, fizika, biológia témakörébe eső – kisebb-nagyobb önálló elméleti búvárkodások összefoglalása. Kérjük, hogy a más kategóriákkal való keveredést ezúttal is kerüljék el!

A pályázat feltételei

1. Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvasmányos, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalan állapotúak legyenek. Ezúton kérjük a felkészítő tanárokat, szíveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni tanítványaiknak. Ne feledjék, hogy a diákpályázat cikkírói pályázat is, ezért a dolgozatokat úgy kell megírni, hogy annak tartalmát a természetudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék.

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

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

1–1 db I. díj 25 000–25 000 Ft

2–2 db II. díj 15 000–15 000 Ft

3–3 db III. díj 8000–8000 Ft,

valamint számos különdíj.

A pályázat díjait 2014 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban közzétesszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2014-ben lapunkban folyamatosan megjelenítjük. A kiemelkedő pályamunkák diák szerzőinek a feldolgozott témában történő további elmélyüléséhez szerkesztőbizottságunk tagjai és más felkért szakemberek nyújtanak segítséget. Arra kérjük tanár kollégáinkat, hogy tehetséges diákjaikat bátorítsák a pályázatunkon való részvételre, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget az egyes témakörök kiválasztásához.

Kultúra egysége különdíj

A Simonyi Károly akadémikus által alapított különdíjra a 2014-ben középfokú intézményekben tanuló magyarországi és határainkon túli diákok pályázhatnak. Ez a különdíj a kiíró szándékai szerint a humán és a természetudományos kultúra összefonódását hivatott elősegíteni.

Ajánlott témák:

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

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

3. Egy huszadik századi polihisztor. Olyan ember életének és munkásságának bemutatása, akinek a személyiségében megvalósult a kultúra egysége.

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

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

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

Díjazás: I. díj: 20 000 Ft, II. díj: 15 000 Ft, III. díj: 8000 Ft.

Szkeptikus különdíj

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

A különdíjra az alábbi szabályokat írta elő:

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

2. Bármiféle jogi, etikai, származási, vallási, nembeli vagy hasonló megkülönböztetés kizárt.

3. A különdíjat a pályázati bírálóbizottság hivatott odaítélni.

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

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

6. A bírálóbizottság döntését nem befolyásolom.

7. A különdíj nyertese az egyéb kategóriák valamelyik nyertese is lehet.

Felajánlásom a hagyományos díjakkal együtt is odaítélhető, amennyiben a bizottság azt úgy látja helyesnek. A 4.d) ponttal kapcsolatban meg kell jegyezmem, hogy bár reményeim szerint a pályaművek valós kísérletek eredményeként születnek majd, úgy hiszem, hogy az ilyen kísérletek eszközei, kellékei nem biztos, hogy a diákok számára könnyen hozzáférhetőek. Ezért a téma ésszerű, elméleti vagy etikai tárgyalása is egyenlő mértékben kezelendő, hogy a díj mindenki számára elérhető legyen. Az 5. pont azért fontos, mert a tudományos eredmény nem vélemények vagy konszenzus dolga, hanem megfigyelésen vagy kutatáson alapuló tények.

Külföldijammal szeretnék hozzájárulni a magyar diákok kritikai gondolkodásának fejlődéséhez.

A szerzők szíves hozzájárulásával mindent el fogok követni, hogy a díj-

nyertes, valamint még néhány arra érdemes pályaművet lefordíttassam és megjelentessem egy színvonalas amerikai folyóiratban.

Matematikai különdíj

Martin Gardner, a kiváló amerikai matematikus és tudománynpszerűsítő matematikai különdíjat tűzött ki diákpályázatunkon. Különdíjára az alábbi irányelvek vonatkoznak.

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

Néhány javasolt téma:

1. Egy ismert vagy újonnan kitalált játék matematikai háttere.

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

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

4. Váratlan és érdekes összefüggések, és ezek magyarázata.

5. A matematika valamely kevésbé ismert problémájának a története.

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

7. Legnagyobb, legérdekesebb matematikai élményem, történetem (órán, versenyen, olvasmányaimban, előadáson stb.).

A fentiek csak mintául szolgálnak, a pályázók teljesen szabadon választhatják meg a feldolgozás keretét és módszerét, a pályamű tartalmát és formáját egyaránt. A bírálóbizottság örömmel vesz minden egyéni ötletet és kezdeményezést.

Fontos, hogy a dolgozat stílusa színes, olvasmányos legyen, és megértése ne igényeljen mélyebb matematikai ismereteket.

Díjazás: I. díj 20 000 Ft, II. díj 12 000 Ft, III. díj 8000 Ft.

Biofizikai-biokibernetikai különdíj

Varjú Dezső, a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem egykori biokibernetika tanszékének (emeritus) professzora biofizikai-biokibernetikai különdíjat tűz ki a Természet Világa Diákpályázatán a következő irányelvek alapján:

1. Pályázhatnak a középiskolák tanuló önálló biofizikai-biokibernetikai témájú dolgozattal.

2. Javasolt témák: az érzékszervek és az idegrendszer működésének biofizikája, az állati és növényi mozgástípusok elemzése, az állatok magatartásának kvantitatív (számszerű) vizsgálata, matematikai modellek a biológiában, az élő szervezetek és a környezet kölcsönhatása, a biofizikai-vizsgálómódszerek fejlődésének története, híres biofizikus kutatók pályafutásának ismertetése.

3. Olyan dolgozatokat is várunk, amelyek a biológiában használatos valamilyen fizikai elven alapuló vizsgáló és mérő berendezések működését, felépítését ismertetik. Például: ultrahangos, lézeres, röntgenes vizsgálatok vagy szövettani metszetek készítése.

4. A különdíj nyertese a diákpályázat általános kategóriáinak valamelyik nyertese is lehet.

5. A dolgozat ismeretterjesztő stílusú, olvasmányos legyen; megértése ne igényeljen túl mély fizikai, matematikai, illetve biológiai ismereteket. A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

Díjazás: I. díj 90 euró, II. díj 60 euró, III. díj 30 euró.

Metropolis különdíj

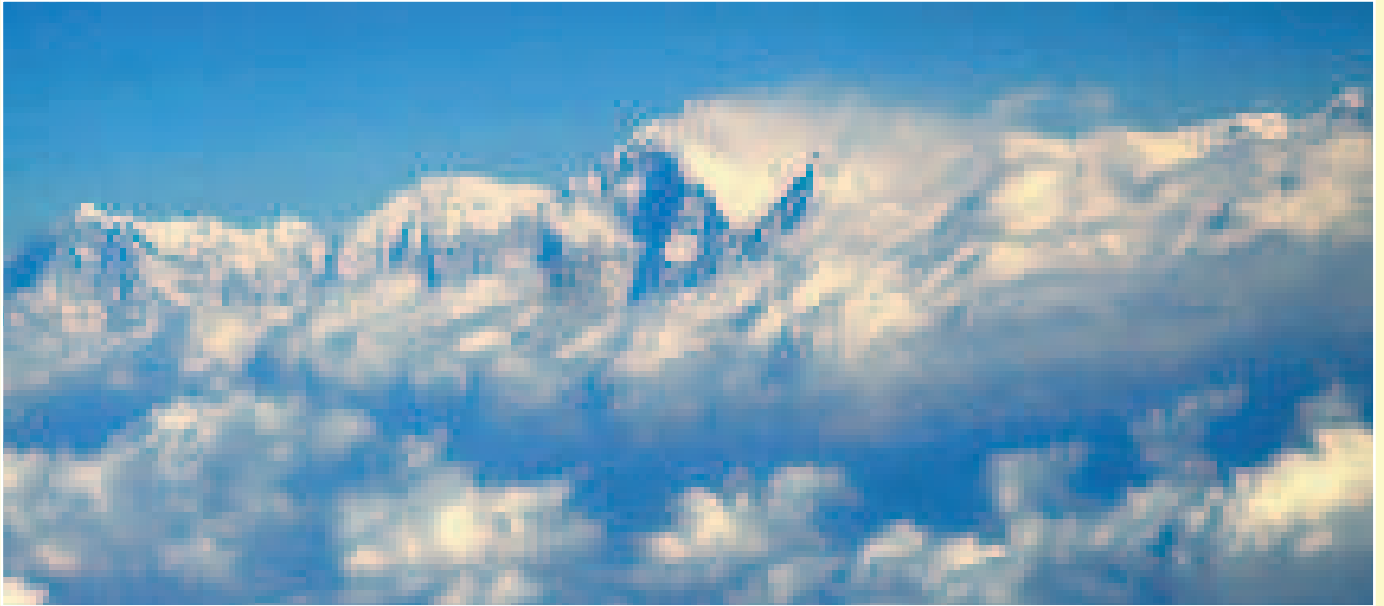
Nicholas Metropolis, görög származású amerikai elméleti fizikus és matematikus alapítványt hozott létre a számítástechnika alkalmazásai iránt érdeklődő tehetséges fiatalok részére. A Los Alamosban (Egyesült Államokban) működő Metropolis Alapítvány diákpályázatunkon a legjobb eredményt elérő középiskolásokat és felkészítő tanáraikat díjazza, valamint a legaktívabb iskoláknak előfizet a folyóiratunkra.

A Metropolis-díjra pályázó középiskolás diákoktól a szakmai zsűri azt várja el, hogy választ fogalmazzanak meg arra, a természettudományok területén milyen segítséget nyújthat a számítógép, a számítógépes szimuláció. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az önálló gondolatokon alapuló, egyéni megközelítésű, konkrét kutatómunkával összeállított, ugyanakkor olvasmányosan megírt pályaművek.

A Metropolis-díjban a diákpályázat más kategóriáiban benyújtott dolgozatok is részesülhetnek, olyanok, amelyek számítógépes alkalmazásokat mutatnak be, számítógépes szimulációt használnak.

A Természet Világa szerkesztősége és szerkesztőbizottsága

Nepáli pillanatképek



A Himalája fővonulata



Teraszok Nagarkot környékén



Gaviálok

Németh Géza felvételei



Egy hindu szentély előtt, Katmanduban



Indiai orrszarvúk a Chitwan Nemzeti Parkban



UNIVERSIDADE DE LISBOA

