

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY -

145. évf. 6. sz.

- 2014. JÚNIUS

ÁRA: 650 Ft

Előfizetőknek: 540 Ft



- CSOPORTOS MOZGÁS DRÓNOKKAL
- ŐSVÍZRAJZTÓL A PALEOKLÍMÁIG
- JELZÉSEK A KROMATIN TÁJON

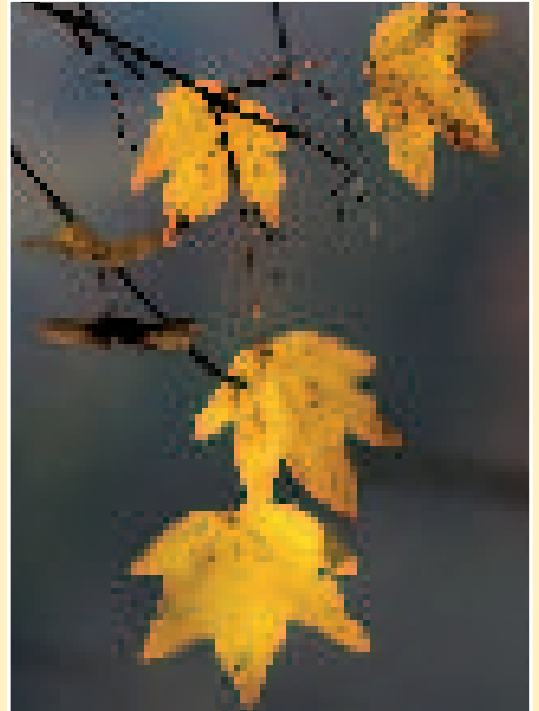
- EGYÜTTÉLŐ EGYSEJTŰEK
- ATLANTI VIHARCIKLONOK
- AZ ÉV ÉLŐLÉNYEI

- BESZÉLGETÉS SZEMERÉDI ENDRE ABEL-DÍJAS MATEMATIKUSSAL

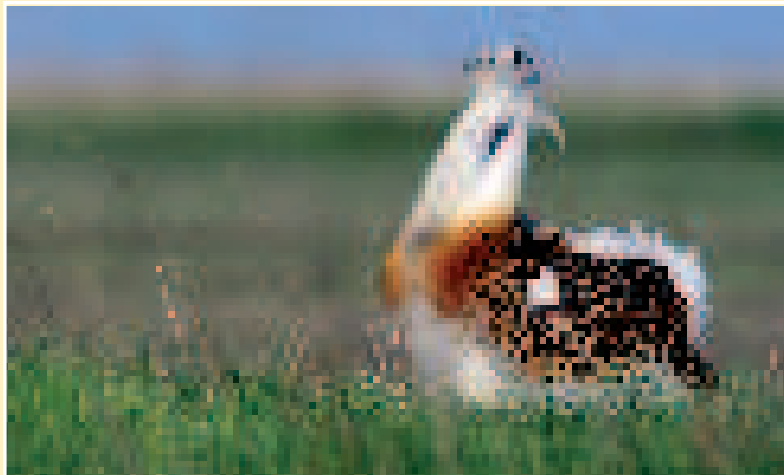
Az Év élőlényei



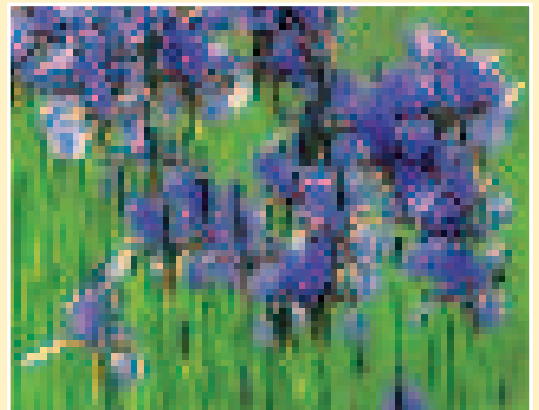
Poszméh *(Szili István felvétele)*



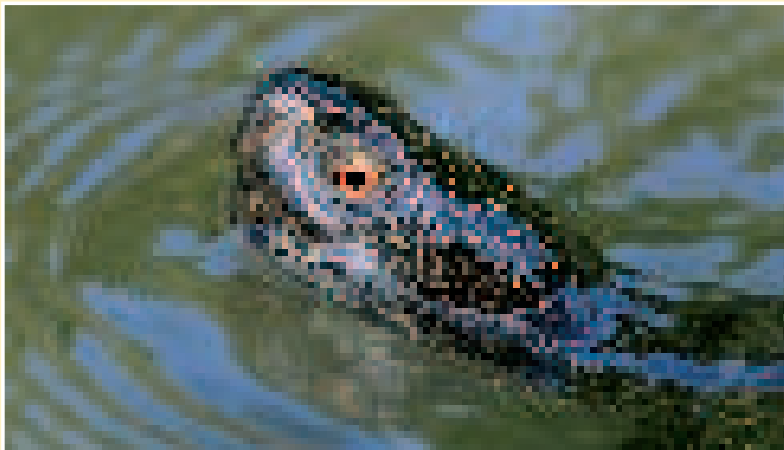
Mezei juhar



Túzok



Szibériai nőszirom



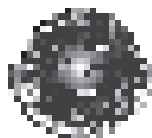
Mocsári teknős

(Kalotás Zsolt felvételei)



Mezei szegfűgomba *(Locsmándi Csaba felvétele)*

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN

MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI
TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
145. ÉVFOLYAMA



2014. 6. sz. JÚNIUS

Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi-díjas folyóirat



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

Főszerkesztő:

STAAR GYULA

Szerkesztőség:

1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.

Telefon: 327-8962, fax: 327-8969

Levélcím: 1444 Budapest 8., Pf. 256

E-mail-cím: termvil@mail.datanet.hu

Internet: www.termesztvilaga.hu

vagy <http://www.chemonet.hu/TermVil/>

Felélős 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.

Felélős vezető:

Lakatos Imre

vezérigazgató

INDEX25 807

HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:

Tudományos Ismeretterjesztő Társulat

1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.

Telefon: 327-8995

e-mail: eltud@eletestudomany.hu

Előfizethető:

Magyar Posta Zrt. Hírlap üzletág

06-80-444-444

hirlapelofizetes@posta.hu

Előfizetésben terjeszti: Magyar Posta Zrt.

Árusításban megvásárolható a Lapker Zrt. árusítóhelyein

Előfizetési díj:

fél évre 3240 Ft, egy évre 6480 Ft

TARTALOM

Virágh Csaba–Vásárhelyi Gábor–Vicsek Tamás:

Csoportos mozgás drónokkal..... 242

Ha már matematikus lett... **Szemerédi Endre** Abel-díjas gráfelméletessel

beszélget **Staar Gyula** 245

Venetianer Pál: Straub F. Brunó (1914–1996)..... 251

Horváth Ákos–Nagy Attila–Kiss Győző: Atlanti viharciklonok 253

Sipos Orsolya: Együttélő egyséjtűek.

Baktériumközösségek a természetben és mikrocsipekben 256

Ungvári Zsuzsanna: A térképi generalizálás automatizálása.

Hogyan készítsünk jó térképet?..... 260

Cserkész-Nagy Ágnes: Ősvízrajztól a paleoklimáig.

Pleisztocén folyóvízi üledékek a Tisza alatt 263

Vojnits András: Amerre a Mississippi hömpölyög. Második rész. A dzsessz városa..... 266

HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESÉGEK 270

Akadémiánk új elnöke: Lovász László..... 273

Kitüntetettjeink – 2014: Kordos László, Both Előd, Oláh István és Kecskeméti Tibor..... 273

Boros Imre: Jelzések a kromatin tájon. Első rész. Kromatin,

nukleoszómák, hisztonok 274

Szili István: Az Év élőlényei 277

Farkas Sándor: Az Év vadvirága. A szibériai nőszirm 280

ORVOSSZEMMEL (Matos Lajos rovata)..... 281

Egy olvasónk emlékei (**Lévai Pál**)..... 282

Az vagy, amid van (K. A.)..... 284

FOLYÓIRATSZEMLE 286

E számunk szerzői..... 288

Címképünk: A nyár színei (*Kalotás Zsolt* felvétele)

Borítólapunk második oldalán: Az Év élőlényei

(*Szili István, Kalotás Zsolt* és *Locsmándi Csaba* felvételei)

Borítólapunk harmadik oldalán: Szemerédi Endre fényképalbumából

Mellékletünk: A XXIII. Természet–Tudomány Diákpályázat cikkei (Klemm Kitti és Schneider Viktor írása) A XXIV. Természet–Tudomány Diákpályázat pályázati felhívása. Kalmárné Szász Julianna: Szegő Gábor nevével. Iskola az Alföld szívében, a Tisza partján. Szemerédi Kepes Anna: Rokoni emlékek. Vancsó Ödön: Emlékezés a problémamegoldóra

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

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

Főszerkesztő: STAAR GYULA

Szerkesztők:

KAPITÁNY KATALIN (yka@mail.datanet.hu, 327–8960)

NÉMETH GÉZA (n.geza@mail.datanet.hu, 327–8961)

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Titkárságvezető: LUKÁCS ANNAMÁRIA

VIRÁGH CSABA–VÁSÁRHELYI GÁBOR–VICSEK TAMÁS

Csoportos mozgás drónokkal

Az ELTE TTK Biológiai Fizika Tanszékén, az EU ERC COLLMOT projekt keretében folyó kutatásunk az élőlények és robotok csoportos mozgásáról szól. Az élőlényeket megfigyeljük, viselkedésüket modellezzük, modelljeinket pedig csoportosan mozgó, de önálló, nem központi irányított robotok vezérlésére használjuk. Célunk olyan vezérlőalgoritmusok és robotok fejlesztése, amelyek különféle csoportos repülési feladatok önszerveződő megoldására alkalmasak. Hasonló robotcsapat még nem készült a világon, ezért a fejlesztést 2014 februárjában a Nature is bemutatta a honlapján.

Az élőlények együttműködésének látványos megnyilvánulása az a mintázat, ami a csoportos mozgás során létrejön. Legtöbbünk látott már az égen sűrű rajban, esetleg V-alakban vonuló madarakat, a víz alatt sűrű rajokban úszó halakat, amelyek lélegzetelállító precizitással hangolják össze gyors irányváltásaikat. A szavannákon vonuló emlősök kollektív mozgásán madártávlatból megint csak látszik a madarak mozgásához hasonló rend.

magyarázzák. A modellek egyik legfontosabb alapfeltevése a kölcsönhatások lokális jellege: ahhoz, hogy egy adott egyed eldöntse, merre mozdul tovább, elegendő a környékén lévő néhány egyed állapotát figyelembe venni. Másik fontos jellemző az, hogy a modellek ágens-alapúak, vagyis az élőlénycsapat statisztikus tulajdonságait az egyedek pályáját egyenként megadó egyszerű szabályok következményeként reprodukálják, nem pedig a teljes rendszer állapotterére vonatkozó makroszkopikus összefüggésekkel, mint például a hótanban.

Az ilyen kölcsönhatásokon alapuló leírás sikeres: az élőlények mozgásáról számos területen számszerűsített, pontos képet kaphatunk a fizika segítségével [1] [2].

A fizikai modellek sikeressége jó esetben magával vonzza az ipari alkalmazások lehetőségét. Miután a csoportos mozgás matematikai háttere kidolgozásra került, a területen született eredményeket fel lehet használni például autonóm robotcsapatok irányítására. Ennek demonstrálása az

ELTE TTK Biológiai Fizika Tanszékén folyó EU ERC COLLMOT projekt egyik célja.

Mit jelent, hogy egy drón autonóm?

Ahhoz, hogy megértsük, miben tudnak segíteni egy robotcsapat fejlesztőinek az állatoktól tanultak, össze kell szednünk azokat a tulajdonságokat, amelyek hasonlóak egy önmagát vezérlő robot és például egy csapatban repülő madár esetén. Mint említettük, a madarak csak lokálisan, szomszédaikat észlelve és azokkal kölcsönhatva, vagyis önszerveződő módon alakítják ki a jellegzetes mintázatot. Ez a tulajdonság hasznos lehet olyan

robotok vezérlőalgoritmusának tervezésekor, amelyek csak véges hatótávolságú érzékelőkkel rendelkeznek (például ultrahangos vagy infravörös távolság-érzékelőkkel), vagy társaikkal csak véges hatótávolságú kommunikációt képesek biztosítani (például rádiófrekvenciás adó-vevőkkel).

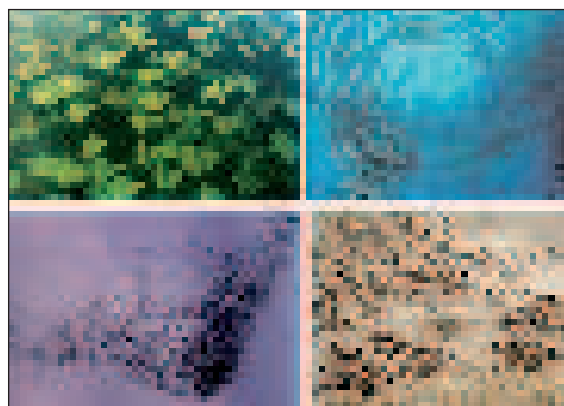
A modellek másik fontos jellemzője az ágens-alapú jelleg, ami annak felel meg, hogy a madarak nincsenek egy globális felsőbb irányításnak kitéve, döntéseiket önmaguk hozzák meg annak függvényében, hogy mit érzékelnek a külvilágból. Ez olyan robotok esetén hasznos, amelyek nem kommunikálnak például egy központi vezérlőállomással, hanem saját fedélzeti számítógéppel és érzékelőkkel vannak felszerelve.

Az említett két tulajdonság vezet arra a munkahipotézisre (és egyben az autonóm jelleg definíciójára), amelyre a csoportos mozgás megvalósítása felé vezető rögzös úton végig tekintettel vagyunk: a drónok rajzását leíró matematikai modellek alapjai lehetnek egy autonóm robotokra szánt decentralizált vezérlőalgoritmusnak.

Tervezzük robotot!

Ahhoz, hogy a leírtak alapján fejlesztett tetszőleges algoritmust kipróbáljunk, megfelelő technikai háttérre van szükség. A technológia fejlődése épp az elmúlt években jutott el arra a szintre, hogy elérhető áron kellően jól használható eszközöket lehessen vásárolni repülő robotokhoz.

Kereskedelmi forgalomban kaphatóak például az ún. kvadrokopterek (négy rotorral rendelkező repülő egységek). Ezek könnyen programozható és fejleszhető hardverrel és szoftverrel ideális alapként szolgálhatnak egy robot fejlesztéséhez. Egy ilyen eszköz a merev szárnyú repülőgépekhez képest mechanikailag egyszerű, robusztus és széles sebességtartományon tud



1. ábra. A csoportos mozgás során kialakuló mintázat különféle élőlények esetén hasonló

A madarakat szemlélve szinte eszünkbe sem jut, hogy a csapat tagjai között fennállna az ütközés veszélye, ezek a jelenségek tehát ösztönösen a biztonság érzetét keltik. Emiatt feltételezzük, hogy egy bármilyen sok egyedből álló csapat biztonságos dinamikusan együttműködésének előfeltétele az a képesség, hogy ezeket a mintázatokat kialakítsa.

A csoportos mozgás jelensége sokrétű, sokféle élőlény produkálja, valamint különböző méretskálákon előfordul, a statisztikus mechanikában szokásos szóhasználatul élve: univerzális. Ez az univerzalizálás készíti a fizikusokat arra, hogy a mintázat létrejöttét általánosított matematikai formában, egyszerű modellek segítségével



2. ábra. Autonóm drón részlete, tetején a GPS vevővel, alatta pedig az általunk tervezett illesztőhardverrel, fedélzeti számítógéppel és XBee kommunikációs modullal

mozogni, például a levegőben egy helyben is meg tud állni, ami számos alkalmazás során hasznos lehet.

Ahhoz, hogy egy lehetséges feladatmegoldáshoz egy kvadrokopter elegendő ideig tudjon repülni, könnyű, de mégis nagy kapacitású akkumulátorokra van szükség. Ez szintén az elmúlt években vált olcsón elérhetővé. Kaphatóak miniatűr számítógépek, amelyek egy szokásos számítógéphez hasonlóan könnyen programozhatóak, de nem nagyobbak, mint a hüvelykujjunk. Nagy hatótávolságú, elegendően gyors adatátvitelt biztosító rádiófrekvenciás kommunikációs eszközök kerültek forgalomba, amelyekkel minden szükséges adatot elegendően gyorsan továbbíthatunk az egyedek között.

Munkánkhoz egy Mikrokoopter típusú kvadrokoptert választottunk, amit felszereltünk egy Gumstix Overo Water típusú miniszámítógéppel, XBee rádiófrekvenciás kommunikációs modullal és GPS vevőkkel. Az eszközök integrálására saját illesztőhardvert fejlesztettünk.

Az így kialakított rendszer teljesen decentralizált, központi irányítást nélkülöző, azaz minden egyed a fedélzetén lévő számítógép segítségével végzi el a szükséges számításokat.

Alakzatrepülés

Az előzőekben leírt roboton a repülés automata vezérlése a következőképpen zajlik: a robot megkapja a saját pozícióját és sebességét a GPS vevő segítségével, XBee vevőn keresztül pedig a többi, kommunikációs hatótávolságon belül lévő egyed pozíció- és sebességadatait. Az adatokból a csoportos mozgás matematikai modelljein alapuló algoritmus kiszámol egy kívánt sebességet. Mindezek mellett saját pozícióját és sebességét elküldi a környező többi robotnak.

A következőkben áttekintjük az alap algoritmusok elemeit. Ezek közül kettő

az egymáshoz közeli egyedek viselkedését befolyásoló kölcsönhatási tag. Az első egy szokásos taszító párkölcsönhatás, ami az ütközések elkerülése miatt fontos:

$$v_{ij}^{pot} = \begin{cases} D(|d_{ij}| - r_0) \frac{d_{ij}}{|d_{ij}|}, & \text{ha } |d_{ij}| < r_0 \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases}$$

A képletben D egy rugóállandóhoz hasonló együttható, $d_{ij} = r_i - r_j$ az egyedek helyvektorának különbsége, r_0 pedig a kölcsönhatás hatótávolsága.

A másik kölcsönhatási tag az egymáshoz közeli egyedek sebességét közelíti, hasonlóan a szokásos viszkozus súrlódáshoz:

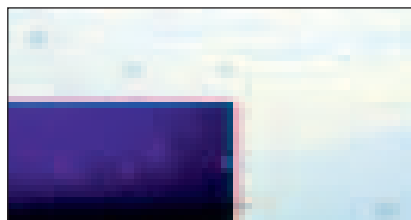
$$v_{ij}^{frict} = C_{frict} \begin{cases} \frac{v_j - v_i}{|d_{ij}|^2}, & \text{ha } |d_{ij}| > 1m \\ v_j - v_i, & \text{egyébként} \end{cases}$$

Itt C_{frict} a súrlódás együtthatója, v_i az i -edik egyed sebességvektora. Szükséges a tagot levágni kis távolságoknál, elkerülve ezzel a keletkező végtelen járulékokat. Lényegében ez a tag a felelős a csoportos mozgás szokásos mintázatának kialakításáért.

Ha a fenti két taghoz hozzáadunk még egyet, aminek hatására az adott robot a legutóbbi mért sebességével párhuzamosan, v_{flock} sebességgel szeretne mozogni és az egyedeket bezárjuk például egy négyzet alakú arénába (ezt megtehetjük úgy, hogy az aréna „virtuális” falait, mint taszító elemeket vezetjük be), akkor egy minimális algoritmust kapunk ütközésmentes csoportos mozgásra. Az egyed preferált sebessége (v_i^{pref}) a fentiek alapján az alábbi alakot ölti:

$$v_i^{pref} = \sum_{j=1, j \neq i}^N (v_{ij}^{pot} + v_{ij}^{frict}) + \frac{v_i}{|v_i|} v_{flock}$$

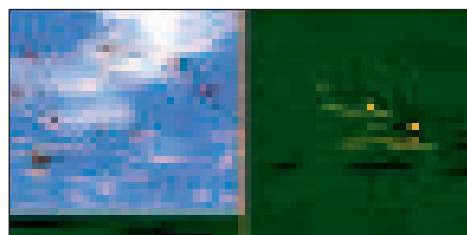
3. ábra. Nappali és éjszakai fényképek a rácsszerű formációt felvett drónsapatról



Ha ez utóbbi tag helyett bonyolultabb kifejezéseket írunk fel, különféle (akár dinamikus változó) alakzatok kialakulását biztosíthatjuk, úgymint rácsszerű struktúra, kör vagy egyenes.

Egyik implementált algoritmusunk olyan állapotot eredményez, amelyben az egyedek a tömegközéppontjuk körül körkörös mozgást végeznek. A mozgás iránya azonban nem adott: önszerveződő módon alakul ki, azaz egy adott egyed a szomszédos egyedek mozgási irányából „találja ki”, hogy milyen irányba fog körözni.

Egy másik fejlesztett algoritmus akadályelkerülésre való: a drónraj tagjai a GPS koordináták alapján megadott objektumokat mint virtuális, az objektumtól távolodó egyedeket érzékelik, és ezekkel a virtuális egyedekkel kölcsönhatva kerülnek el az ütközést. Az algoritmus segítségével megvalósítottunk egy olyan szituációt, aminek során az egyedeknek egy szűk folyosón kell keresztülmenniük. A folyosó kapujánál az egyedek szokásosan feltorlódnak, minden egyed kivárja a sorát és ily módon egyesével haladnak át a szűk helyen.



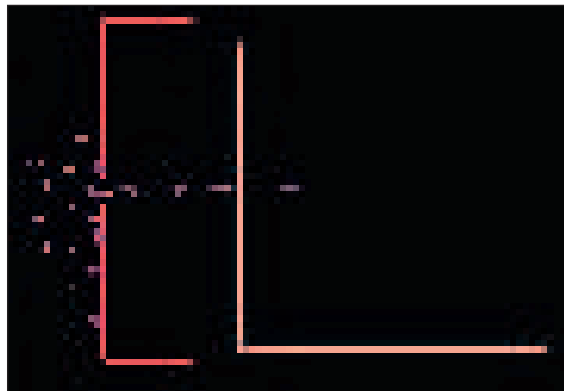
4. ábra. GPS-adatokból rekonstruált pályák vizualizációja. Egy mozgó célpont felett kör (balra) és egyenes (jobbra) formációban repülő csapat

Fontos megjegyezni, hogy a fejlesztett algoritmusok függetlenek attól, hogy a robot hogyan szerzi meg a szomszédai koordinátáit, vagyis nem kell feltétlenül a GPS rendszerre támaszkodnunk. Későbbi terveink közt szerepel, hogy az egyedeket kamerákkal vétezzük fel, és az egyedek ezek segítségével lássák egymást repülés közben.

Az algoritmusok működőképessége azt bizonyítja, hogy a szokásos egyszerű fizikai modellekből származó kölcsönhatási tagok sokféle alkalmazásba beültethetők.

A valóság zajos és késik

Az egyed a saját vezérlőalgoritmusának kimenetét, a kívánt sebességet nem tudja egyből elérni. A robotoknak van tehetetlenségük, fújja őket a szél, a GPS vevők által biztosított pozíció-adat pontatlan le-



5. ábra. A folyosón áthaladás szimulációja. A piros téglalapok az akadályokat, a fehér négyzet a célterületet mutatja. Az egyedek a folyosó bejáratánál megállnak, kivárik a sorukat, hogy átjuthassanak a célterülethez

het, a számításokhoz pedig idő szükséges. Mindezen tényezők figyelembevételéhez realizisztikus szimulációs környezetet fejlesztettünk. A szimuláció segítségével a robotokon futó algoritmus egyes tagjait még a valódi robotokon végzett tesztek előtt optimalizálni lehet.

Az egyik legjelentősebb nehezítő tényező a számításához szükséges idő és a kommunikáció sajátosságai miatt fellépő időkéstelletés. Egyszerűen fogalmazva: az adott időpillanatban a szomszéd egyedektől kapott pozíció- és sebességadatok valójában korábbi időpontra vonatkozó adatok.

Legegyszerűbb szimulációbeli közelítésünk szerint ez az időkéstelletés nem függ attól, hogy a két kommunikáló egyed milyen messze van egymástól, és időben sem változik, vagyis az adott egyed a szomszédaitól kapott t_{del} -el korábbi időpillanatbeli pozíciókkal és sebességekkel dolgozik. A szimulációs környezet segítségével azt láttuk, hogy nagy időkéstelletés esetén például egy rácsba rendeződést megvalósító algoritmus esetén öngerjesztő oszcillációk keletkeznek, amelyek ütközésekhez vezethetnek. A jelenségre megoldást szolgáltatott a súrlódási együtthatójának növelése.

Számos ehhez hasonló optimalizációs lépés előzi meg az algoritmusok „élesben” való tesztelését. Kiderült, hogy a késleltetés és egyéb hátráltató tényezők okozta instabilitások mértéke csökkenthető az algoritmus együtthatóinak (elsősorban a súrlódási együtthatónak) jó megválasztásával. A bemutatott algoritmusok megfelelő paraméter-beállítással az

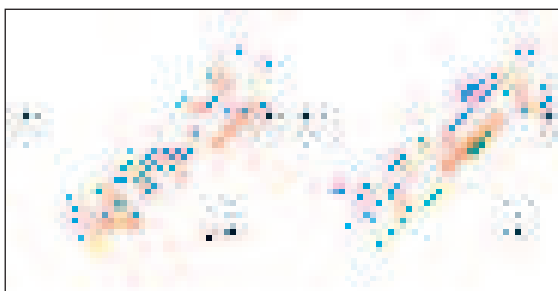
említett hatások ellenére is stabilak tudnak maradni.

Vezérlőalgoritmusaink további fontos tulajdonsága, hogy elméletben nagyméretű csapatok esetén is működnek, még akkor is, ha az így kapott csapat mérete (vagy például a kialakítandó alakzat mérete) sokkal nagyobb, mint a kommunikáció hatótávolsága. Ilyen esetben ugyan nem garantálható, hogy minden egyed minden más egyedet figyelembe tudjon venni, de a kölcsönhatások lokális jellege elegendő a mintázatok kialakulásához.

Drónok hajnala

A csoportosan mozgó drónok ipari alkalmazása, bár elméletileg sokrétű, még nem kiforrott. Ennek oka a téma újszerűsége, és az igazán hatékony konkrét rendszerre írt algoritmusok hiánya. Az egyes specifikus alkalmazások hardverfejlesztést is igényelhetnek, például felszerelhetünk az egyedekre hőkamerát, és erdőben, éjszaka kereshetünk a robotcsapattal eltűnt embereket.

A lehetséges kiépítendő alkalmazások között szerepel még a kommunikációs lánc megalkotása: ha két pont között nem tudunk rádióüzenetet továbbítani, akkor a robotokat egyesbe állíthatjuk a két pont közötti szakaszon, hogy rajtuk keresztül vezesse el az üzenetet. A dróncsapatot felhasználhatjuk állatcsapatok videózására, területfedezésre, menekülő egy-

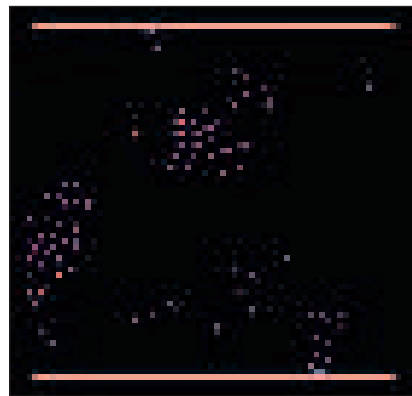


6. ábra. Az egyedek pályája egy rácsszerű alakzatrepülését megvalósító algoritmus szimulációs tesztje során. Bal oldalon látható, hogy (C_{frict} értékét nullára csökkentve) a késleltetés oszcillációkat okoz. Jobb oldalon $C_{frict} = 10m^2$ érték esetén az oszcillációk hamar lecsengenek. A négyzet jelzi a kezdeti területet, a kör pedig egy megközelítendő célpontot mutat. A nyílak az egyedek sebességét jelképezik

ség elfogására, járőrözésre, erőforrások keresésére, de felmerült a robotok mezőgazdasági alkalmazásának lehetősége is, amennyiben tápanyagokat, növényvédő szert intelligens

módon lehet velük minimális mennyiségben, csak a kívánt helyre juttatni, egyéb terepi károsítás nélkül.

Megállapítható tehát, hogy a madaraktól és egyéb állatoktól tanultak remekül beültethetőek különféle csoportos robotikai feladat megoldásába. A kapott eredmények azonban jóval többet jelentenek, mint egy tudományterület alkalmazhatóságának a bemutatása: azt találtuk, hogy a különféle pontatlanságok, amelyek egy robot esetén fennállnak (szenzorok pontatlansága, késleltetés, tehetetlenség), gyökeresen megváltoztathatják a csapat viselkedését, a felmerülő problémák megoldása pedig ne-



7. ábra. Az legegyszerűbb csoportos mozgást megvalósító algoritmus 100 egyeddel futtatott szimulációja. Az egyedek kicsi csapatokban mozogtak, amelyek önszerveződően jöttek létre. A kialakult csapatok mérete az egyedek közötti kommunikáció hatótávolságánál legalább kétszer nagyobb

héz optimalizációs probléméhztjrtjthmát jelenthet. Az élőlények mozgása viszont szinte tökéletesen összehangolt, ami azt jelenti, hogy például az egyedek reakcióideje (ami az időkéstelletésnek felel meg) nagyon alacsony kell, hogy legyen.

A kutatás célja tehát nem csupán az, hogy alkalmazzuk, amit az állatok esetén megfigyeltünk és modelleztünk – az állatokra vonatkozó értékes megfigyeléseket is tehetünk, ha viselkedésüket összevetjük a robotok viselkedésével. 🌱

A kutatás az EU ERC COLLMOT 227878 pályázat támogatásával valósult meg. A VG-t részben támogatta a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program

Irodalom

[1] Czirók A., Csahók Z. Derényi I. és Vicsek T.: „Biológiai mozgások statisztikus fizikai modelljei” Fizikai Szemle 6, (1996) 189
 [2] Vicsek T.: „Biológiai Rendszerek Modellezése.” Természet Világa I. különszám. A Fizika százada, (2006) 96

Ha már matematikus lett...

Beszélgetés Szemerédi Endre Abel-díjas gráfelmeléssel

„Pascal pedzett valamit, amikor nemcsak Istent kereste a matematika képletei mögött, hanem az embert is.”

Márai Sándor

– 2012-ben a Norvég Tudományos Akadémia a matematika terén elért kimagasló életműved elismeréseként Abel-díjjal tüntetett ki. A díj szakmai értéke és pénzüsszege a Nobel-díjéhoz mérhető.

– Minusz az adó.

– Amerikai állampolgár is vagy, hogyan adóztál a díjad után?

– A magyar országgyűlés határozata alapján, ugyanúgy, mint a Nobel-díjas Kertész Imre esetében is, itthon a pénzjutalomért nem kellett adóznom. Ezzel szemben az amerikaiaknak a díj 35 százalékát be kellett fizetnem, mert ott az a szabály, hogy a kettős állampolgáraiknál a díjösszegekből levonják az adók különbözetét.

– S mivel itthon a díj adóját elengedték, így a befizetendő különbözet a teljes 35 százalék lett.

– Úgy van.

– Annyi nehéz problémát megoldottál már, ezt a furcsaságot nem sikerült tudatosítanod az illetékesekben? Az itteni amerikai konzullal kellett volna beszélned erről.

– Nem fogadott. A másodtitkárt küldték le, hogy a Szabadság téren egy étteremben beszéljen velem erről. Még azt sem sikerült elérnem, hogy az elengedett magyarországi adórészt, ami akkor 20 százalék volt, felajánlhassam jótékonyági célra.

– A magyarországi nagykövetük azért, gondolom, gratulált a díjához, hiszen ezt a magas kitüntetést amerikai állampolgárként is kaptad.

– Nem tette. Oslóból az amerikai nagykövet ezzel szemben még a díj kihirdetésének napján felhívott, és gratulált nekem. Ez történt.

– Számítottál az Abel-díjra?

– Őszintén mondom, egyáltalán nem számítottam rá. Nagy meglepetés volt.

– Pedig hozzászokhattál a komoly matematikai elismerésekhez, elég, ha csak a Pólya-díjat, a Rolf Schock-díjat, a Leroy P. Steele-díjat említem, ezeket mind megkaptad. Hogyan értesültél arról, hogy Abel-díjas lettél? Gondolom, ennek is megadják a módját.

– Az eredményhirdetés márciusban van, egy évvel korábban már mindenki tudja,



Szemerédi Endre

hogy mikor lesz. Az Abel-díj bizottság öt tagja kb. két hónappal korábban elhatározta, hogy ki legyen a díjazott. Ezt a kihirdetésig titokban tartják. A bizottság névsora nyilvános. Mind híres matematikusok. Előnkük a norvég akadémia egyik tagja, maga is kiváló matematikus, Ragni Piene professzor, nagyon kedves asszony.

– Utánanéztam, hogy a díjad megítélésakor ki volt a bizottság másik négy tagja: Noga Alon (Tél Aviv Egyetem, Izrael), David Dohono (Stanford Egyetem, USA), M. S. Ragnunathan (Indian Institute of Technology, India) és Terence Tao (UCLA, Los Angeles, USA).

– A Norvég Tudományos Akadémia ezután megtárgyalja a bizottság javaslatát, de még nem volt rá példa, hogy azt elutasították.

Már a díj kihirdetése is ünnepélyes keretek között történik, utána szeretnek beszélgetni a díjazottal. A kapcsolatfelvétel nem mindig sikerül, például nincs telefonközöl-

ben az illető. Így azután a szigorú titoktartásból kissé engednek. Amint az később kiderült, megkérték Bárány Imre barátomat, figyeljen rám, hogy az adott napon elérhető legyek.

– Itthon voltál akkor?

– Igen, Magyarországon voltam, az időnk nagyobb részét itthon töltjük. Csak az őszi szemeszterre megyek vissza Amerikába. Imre felhívott, hogy március 21-én 10 órára eljönne hozzánk, dolgozzunk együtt egy problémán.

– Eszedbe sem jutott, hogy 2012-ben ezen a napon jelentik be az Abel-díj nyertesét?

– Nem gondoltam rá. Imrével korábban is dolgoztunk együtt. Csak soha nem jött ilyen korán. Tudja, hogy nehezen alszom el, az altató hatását pedig egész délelőtt érzem. Mivel nagyon akart jönni, azt mondtam neki: jól van, gyere 10-re, legfeljebb amíg felébredek, elbeszélgetek a feleségemmel, Pannival. Jött is, félálomban hallottam, amikor belépett a lakásba.

– Feleségednek sem árulta el, hogy miért jött?

– Az égvilágon semmit nem mondott. Azután 1/21-kor megszólalt a telefon, a feleségem felvette a kagylót. Kinn van a telefonunk, a szobában félálomban hallottam is, hogy Panni valakivel beszélget. Azután benyitott, és azt mondta, engem keresnek. – Mondd meg nekik, hogy nem vagyok itthon – mormoltam álmosan. A vonalas telefon nem is szoktam felvenni, mert majdnem biztos, hogy a feleségemet hívják. Ebből már adódtak apró kellemetlenségeink, mégis úgy látom, ez a jó taktika. – Ez egy fontos telefonhívás – mondta Panni, és megérezttem a hangján, hogy mennem kell. Felvettem a telefont, az illető bemutatkozott, mondta, hogy ő a Norvég Tudományos Akadémia elnöke, és azért keres, mert ebben az évben én kaptam az Abel-díjat.

– Erre rögtön felébredtél.

– Az biztos. Láttam, hogy a háttérben Imre mosolyog. Akkor esett le a tantusz, hogy miért kellett neki ilyen korán itt lennie. Abszolút tisztességesen viselkedett, addig senkinek egy árva szót nem szólt a díj-

ról, pedig ő tudta. Azután megszakadt a telefonösszeköttetés.

A Norvég Tudományos Akadémia elnöke 12 órakor jelentette be hivatalosan, hogy 2012-ben nekem ítéltek oda az Abel-díjat. Interneten követtük az eseményeket. Utána Timothy Gowers ismertette a munkásságomat, aki hihetetlenül nagy matematikus. Vele kellett volna beszélgetnem, de a telefonvonalat az eltelt idő alatt sem tudták megjavítani. A kérdéseit nem értettem, valamit azért mindig válaszoltam neki. Megdicsértem, hogy ilyen elegánsnak még nem láttam.

– *Gondolom, derültséget keltettél ezzel.*

– A hallgatóságnak megmondták, hogy nem jó az összeköttetés, ezért válaszolok furcsán a kérdésekre.

– *Két hónap múlva, május 22-én volt a díjátadó ceremónia Norvégiában, Oslóban. Arra készülni kellett. Adtak valami útmutatót?*

– Hogyne. Szigorúak a szabályok, vannak megkötések. Az Abel-hét teljes programját elküldték. Oslóban, mint a korábbi díjazottakat is, egy szép szálloda gyönyörű lakosztályában szállásoltak el a feleségemmel. Az ajtón a kiírás: Abel-szoba. A program részeként május 21-én hétfőn, Oslo egyik neves iskolájába, a Cathedral Schoolba látogatunk, ahol a matematikaversenyeken nyertes diákokat és felkészítő tanáraikat díjazták az előző évi eredményeikért, munkájukért. Ott ők voltak a főszereplők, a végén gratuláltam nekik, elbeszélgettem velük.

A délutáni hivatalos esemény az Abel-élmű megkoszorúzása volt. Előtte egy neves norvég újságíróval kellett beszélgetnem, akit a másnapi ceremónia keretében rövid televíziós interjú elkészítésével biztak meg. Nehogy akkor bajba kerüljek, az előzetes beszélgetésünkön néhány olyan dolgot is említettem, hogy biztos lehettem, arra másnap rákérdez. Tudtam, azokra jó válaszokat adhatok.

– *Ügyes. Akkor most kicsit engem is seğıts: miket mondtál el?*

– A múltamból néhány dolgot, hogy véletlenül kerültem a matematikához, ami igaz is, hogy Moszkvában aspiránsként jól bírtam a hideget..., ilyesmiket. Másnap, persze, rákérdezett ezekre, volt egy kis adok-kapok is, jó hangulatú beszélgetés kerekedett belőle. Tudod, ilyenkor elég ideges vagyok. Nem árulok el titkot, előadásaim előtt is nyugtalan vagyok, ezért xanaxot szoktam bevenni. Nincs más út, kerülni kell a stresszt, be kell venni a nyugtatót. Ha az első 10-15 percnél túl van az ember, akkor már könnyebb. De amikor elkezdek beszélni, az olyan idegenül hangzik. Az nem az én hangom! Hiába készülök rendszeren az előadásaimra. Nem jól kezelem a mostani modern eszközöket, fóliák segítségével szoktam előadást tartani. De már tanulom,

hogyan rakjam számítógépre az előadásaim anyagát. Sok időm nemigen van erre, valószínűleg nem is kell már annyi előadást tartanom. 74 éves vagyok.

– *Sokan még ma is táblára írnak az előadásaikon.*

– Úgy az igazi.

– *Jobban megérthető a matematikai levezetések. A számítógépes sorozatképek pergése gyakran követhetetlen.*

– Régen is tartottak csodálatos előadásokat, krétával, táblára írva. Ma is van néhány nagyon nagy matematikus, ilyen például Ben Green, aki táblára ír, folyamatosan és gyönyörűen, szépen elrendezve, sohasem összevissza, jól követhető. Én ezt nem tudom megtenni. Jobb kézzel írok, pedig balkezes vagyok. Lassan írok és nem szépen, még ha kifejezetten törekszem is rá. Egyet-értek veled, az igazi a tábla lenne, nem a fólia kivetítése. Nekem legjobb példa erre Ben Green, ő zseniálisan csinálja. Különbben is óriási matematikus, 34 évesen lett a Royal Society tagja.

– *Oslóban is kellett Abel-díjas előadást tartanod?*

– Akkor talán elmondom, hogy mi volt a program. Március 22-én, kedden, 12 órakor V. Harald norvég király fogadott a palotájában, a protokoll szerint rövid, negyedórás beszélgetésre. Miért fontos az Abel-díj? Felkelti a fiatalok érdeklődését, népszerűsíti a matematikát. Azután a sportról beszélgettünk. Az igazság az, hogy valamennyire felkészültem belőle. Pontosan tudtam, hogy ő nagy vitorlásversenyző volt, Európa- és világbajnok, az édesapja pedig olimpiai bajnok. Láttá, hogy engem érdekel a sport, a téli olimpiákról is beszélgettünk, arról, hogy ott sifutásban a norvégok a legeredményesebbek. Azután kezét fogtuk, elbúcsúztunk egymástól. Délután két órakor kezdődött az ünnepélyes díjátadás az Oslói Egyetem Aulájában. Nem volt előírva a szmoking, de fekete öltöny és nyakkendő az igen.

– *Volt neked ilyen, vagy csináltatnod kellett?*

– Vannak öltönyeim, de feketét erre az alkalomra vettünk. Sok lezser matematikussal ellentétben úgy érzem, bizonyos események megkövetelik, hogy rendesen felöltözzön az ember. Színházba is öltönyben megyek. Annak ellenére, hogy látom, ma már sok fiatal farmerban és pulóverben ül ott. Tegyek, nem vagyok ellene, de ez nem az én stílusom.

A díjátadás gyönyörű volt. Az egyetem aulája csodaszép terem. Falait Edvard Munchnak, a Sikoly festőjének nagyméretű képei díszítik. Összhatásuk lenyűgöző. A terem két oldalán lévő széksorokban ültek a meghívottak, mi középen, kettesével bevonultunk: elől mentem a norvég akadémia elnökével, Nils Stenseth professzorral,

mögöttünk az Abel-bizottság elnöke, Ragni Piene és az Abel-bizottság négy tagja. A teremben mindenki felállt. A két elnökkel felmentem az emelvényre. A bizottság többi tagja leült a nézőtér első sorába. Ezután a jelenlévők állva köszöntötték a királyt, majd megkezdődött az ünnepség.

Tine Thing Helseth norvég művésznő trombitaszóólával nyitotta meg az ünnepséget. A norvég akadémia elnöke röviden ismertette a munkásságomat, majd a kulturális miniszterasszony, Kristin Halvorsen beszélt a matematika jelentőségéről. Ezután a király átadta a díjat, s ekkor nekem is rövid beszédet kellett mondanom.

– *Gondolom, készültél rá.*

– Igen, előre megírtam a szöveget, azt felolvastam. Először megköszöntem a díjat, majd három nagy norvég matematikust méltattam, Abelt, Liet és Selberget. Elmondtam, hogy ezt a megtisztelő díjat, amelyet most nekem adtak, mások munkájának is tekintem. Az utánam jövők teljesítették ki az eredményemet, nekik köszönhető, hogy ebből elmélet lett. A díj tehát nekik is szól, meg a diszkrét matematikának. Az utolsó három mondatban a családomnak és feleségemnek mondtam köszönetet. Amikor ide jutottam, annyira elrészélyenültem, hogy a könnyeimmel küszködtem. Mert bevillant az emlékkép, amikor rákos voltam, és Panni ott ült az ágyam mellett, vigasztalt. Szerencsére már csak két mondat volt hátra, amit valahogyan sírva is elmondtam. Elnézést kértem, és a helyemre mentem.

– *A férjembernek is lehetnek könnyei.*

– Igen, igen, de azért kicsit szégyelltem magam. A norvégok utóbb azt mondták, nem kellett volna szégyenkezni. Nagyon együttérzőek voltak. Tulajdonképpen a közönségnek ez tetszett a legjobban.

– *A családtagjaid is ott lehettek a díjátadáson?*

– Igen, mind a tizennyolcan. Van is róla kép, várj, megmutatom!

Aznap este még a királyi várban elegáns vacsorát adtak a vendéglátóink, ahol hihetetlenül finom rénszarvas sztéket ehattunk. A király mellé ültettek, így újra sok mindenről beszélgethettünk. Másnap az egyetemen tudományos előadásorozattal folytatódott az Abel-hét.

– *Te miről beszéltél?*

– Úgy általában a matematikáról, és néhány olyan témáról, amik az elmúlt években foglalkoztatnak.

– *Lovász László is az előadók között volt. Az eredményeidről beszélt?*

– Részben igen. Arról tartott előadást, hogy a regularitási lemmán milyen kapcsolatban van a mostani kutatásaikkal: a nagy gráfok és a gráf határérték vizsgálataikkal. Timothy Gowers a tétellem utóéletéről beszélt, Avi Wigderson pedig Véletlen és álvéletlen címmel tartott előadást.

Utána a magyar nagykövetségen baráti hangulatú fogadáson vettünk részt. Oslo-i programunk a Norvég Tudományos Akadémia által adott vacsorával zárult, egy gyönyörű palotában. Cigányzenekar játszott, az oldott hangulatban feleségem szólott a nagykövetségnek, mutassák meg a norvégoknak, milyen a csárdás. Szegény, velem élve soha nem jutott hozzá, most hosszú évek után újra táncolhatott. Nagy sikert arattak, holott, mint később kiderült, a palota házirendje itt tiltotta a táncot. De senki sem szólt ezért.

Az Abel-díjazottakat szokás szerint elviszik egy vidéki norvég városba. Engem az északi sarkkörön túl fekvő Tromsøbe vittek, ahol már rengeteg gyerek várt. Ilyenkor összegyűjtik az okos, a matematikát és a logikai játékokat szerető fiatalokat. A tanáruk bemutatóórát tartott, majd beszélgettem a gyerekekkel, és 4-5 különböző játékot játszottam velük. Mindig megverték, pedig a második játék után már nagyon odafigyeltem.

– Ők edzésben voltak.

– Rendben van, ezzel együtt öt vereséget könyvelhettem el, és ez a végén már bosszantott.

– Arra gondolj, milyen boldogok lehettek a gyerekek, hogy legyőzték az Abel-díjas matematikust!

– Persze, így van ez jól. Este a polgármester adott fogadást; két méter magas, jóvágyású, kedves ember, sibajnok és operaénekes. Egyébként ő volt az, aki később nem fogadta Hillary Clintont, mert csak néhány nappal előtte szóltak neki, hogy jön. A fogadásomon elénekelt egy dalt, amit ő kölött, és ami rólam szólt.

Szentpétervár is híres a fehér éjszakáiról, de amit ott Tromsøben átélhettünk, az állandó éjszakai fényességet, az felejthetetlen élmény volt. Ezután még átmentünk Svédországba egy szimpóziumra, ahol nekem, a friss Abel-díjasnak előadást kellett tartanom, s ezzel véget is ért a program. Szép volt, de kicsit fárasztó.

– Azután hazajöttél, és itthon is rád zúdult a média. Hogyan bírtad ezt a rohamot?

– Kicsit nyomasztott, de szerencsére nem sokáig tartott, talán két hétig. Tao mondta is, hogy vigyázzak, mert mostantól, az Abel-díjtól megváltozik az életem. Szerencsére nem nagyon változott meg. Amit szívesen csinállok, az az iskolákban a gyerekeknek és a tanároknak tartott előadások. A médiaérdeklődés szerencsére megszűnt.

– Úgy hallottam, többször felléptél az egyik televíziós sportsatornánkon is, ahol a sportemlékeidről faggattak.

– Igen, mert én közelebről ismertem az aranycsapatunk tagjait. A nagy meccsek előtt egy héttel mindig elvonultak a margitszigeti Nagyszállóba, vagy föl, az akkori Vörös Csillag Szállóba. Nekünk ott volt egy kis füves, göröngyös pályánk, ők pedig sétájuk közben néha odatévedtek, leültek, és nézték a focimeccsünket.

– Nektek? Kis pályátok? Hol?

– A Hegyhát úton. A Dózsa György Fiúotthon mögött. Én ott nőtem fel, édesanyám korán meghalt, apám a testvéreimmel együtt intézetbe adott. A pályánk kb. 200 méterre volt a Vörös Csillag Szállótól. A legérdekesebb persze az volt, amikor mi

– Akkor most bele kellene kezdenünk a matematikába.

– Kérdezz nyugodtan, most van időm.

– Kezdjük azzal, hogy 1973–1974-ben felfigyelt rád a matematikustársadalom. Megoldottál egy problémát, amely négy évtizedig ellenállt minden megoldási kísérletnek. Erdős Pál 1000 dollárt ajánlott fel a megoldónak. A tiéd lett.

– Erdős Pál és Turán Pál sejtéséről van szó, amelyet még 1936-ban fogalmaztak meg. Azt kérdezték: igaz-e, hogy minden pozitív sűrűségű sorozat tartalmaz akármilyen hosszú számtani sorozatot? Mint sok mindent, ezt a kérdésüket is a prímszámok ihlették. A prímszámok olyan egynél nagyobb számok, amelyek nem bonthatók náluk kisebb pozitív egészek szorzatára. Turán és Erdős azt akarták bebizonyítani, hogy az egész számok pozitív sűrűségű halmazában van tetszőlegesen hosszú, prímekből álló számtani sorozat.

– Ez azért jóval nehezebb kérdés.

– Sokkal nehezebb. Ugyanakkor 2004-ben már ezt is megoldotta Ben Green és Terence Tao. Tao ezért és több más eredményéért kapott Fields-érmét, melyet negyven évnél fiatalabb matematikusoknak adhatnak.

– Az általad bizonyított eset is roppant nehézségű lehetett, ha 40 évig senkinek sem sikerült bebizonyítania.

– Nem tudom. 1953-ban az angol Rothnak sikerült azt

bizonyítania, hogy minden pozitív sűrűségű sorozat tartalmaz háromtagú számtani sorozatot. Utána nekem sikerült bebizonyítanom, hogy ez 4 tagú számtani sorozatokra is igaz. Eredetileg, persze, nem ezt akartam bizonyítani, hanem azt, hogy nem lehetnek egy számtani sorozatban pozitív sűrűséggel négyzetszámok. A bizonyításomat megmutattam Erdős Pali bácsinak. Megnézte, majd azt mondta, hogy ezzel két baj is van. Bizonyításomban felhasználtam, hogy a pozitív sűrűségű halmazban mindig van 4 tagú számtani sorozat. Ezt pedig még senki nem tudja. Azt pedig, hogy a 4 tagú számtani sorozatnak nem lehet minden tagja négyzetszám, már Euler bebizonyította a XVIII. században. Ez rém kellemetlen volt. Akkor nekifogtam, és az Erdős–Turán-sejtést 4 tagú számtani sorozatra is bebizonyítottam. Hosszú ideig altattam ezt a problémát, de évekkal később visszatértem rá, s akkor szerencsésen, viszonylag gyorsan rájöttem a bizonyítására.



Szemerédi Endre és felesége, Kepes Anna körül a nagycsalád: öt gyermekük, unokáik és a többiek (Oslo, 2012. május 22.)

nézhattuk, ők hogyan lábtengőztak a szaloda teraszán. Elképesztő volt, ahogyan játszottak. Hihetetlen. Olyan dolgokat tudtak..., egyszerűen mindent megmentettek. Őcsi néha sörözött is közben, mégis úgy lábtengőzött, hogy verhetetlen volt. Kocsis például teljes erőből lefejelte a labdát a sarokba, de onnan is visszaadta. Óriási élmény volt!

– Te is hallgattad a 6:3-as angol-magyar közvetítését?

– Hogyne, persze, hát az csodás volt! Amikor 1954-ben elvesztettük a világbajnoki döntőt, azt tragédiaként éltem meg. Hónapokig szótlán voltam. Valami baj volt ott, nem tudom mi. Az eső is, persze, és a stoplijaik sem voltak megfelelőek az esős időre, korábban Puskást is lerúgták, de a harmadik gólja szabályos volt!

Az igazság persze az – most utólag többször megnéztem a meccset –, hogy a második féldőben bizony jobbak voltak a németek. Szebben is játszottak. Sajnos.

– Hogyan?

– Véletlenül. Nem tudom, hogyan jutott eszembe. Emlékszem, éppen a Duna-parton sétáltam, amikor kezdett összeállni a kép.

– *A Science, az American Association for the Advancement of Science folyóirata 1977. február 25-i számában mint a matematika kiemelkedő eredményéről írt a bizonyításokról. Ekkor készítettem interjút veled, fiatal szerkesztőként. Akkor ezt mondtad: „Az egészet szinte megéreztem. A bizonyítás váza, hogy így van, az jött először.” Nem faggattalak erről tovább. Most meglehetem. Így működik a gondolkodásod, hogy egyszerre csak úgy átlátod az egészet?*

– Először a feladat struktúráját vizsgálja meg az ember: ha ezt meg ezt bebizonyítanom, akkor készen lenne a tétel. A Duna-parton a probléma szerkezetére láttam rá, az alkotó-elemeinek egységére. Azt nem láttam eddig. Az egyes elemeket azután már viszonylag könnyű volt bizonyítani. Véletlen volt: sétáltam, nézelődtem, azután hirtelen beugrott.

– *Mit tesz ilyenkor az ember? Hazasiet és leírja?*

– Nem. Tovább sétáltam, próbáltam átgondolni, van-e ennek értelme. Nem voltam biztos benne, mert a részleteket nem tudtam fejben kidolgozni, de éreztem, ez más, jobb út lesz, mint amit eddig követtem. Otthon azután elkezdtem kidolgozni a részleteket, egy füzetbe írtam, mindent kiszámoltam. A jegyzet-im önmagukban teljesen érthetetlenek lettek volna egy idegennek. Jó barátomnak, Hajnal Andrásnak elmagyaráztam a bizonyítást. Ő azután szépen megfogalmazta, cikké formálta, ezért végtelenül hálás vagyok neki. Nélküle valószínűleg nem tudtam volna leírni a bizonyításomat.

– *Milyen eszközök kellettek a bizonyításodhoz?*

– Semmi olyan fogalmat, tételt vagy elméletet nem használtam, amelyet, mondjuk, a Fazekasban a jó diákok ne értenének meg.

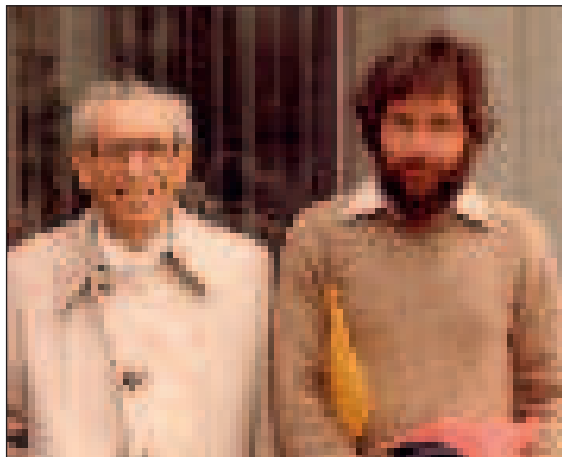
– *Komolyan mondd? Hiszen az Abel-díjad indoklásában erről azt írták, hogy „Szermerédi bizonyítása a kombinatorikai indoklás mesterműve volt...” Lovász László még hozzáfűzte: „sokoldalnyi nehéz, mély, csaváros kombinatorikai érvelés”.*

– Nézd, a matematika számos területén elképesztően sok összefüggés van, tételek, rengeteg új fogalom. Nagyon sokat kell tanulnod ahhoz, hogy például az algebrai geometriában vagy a harmonikus analízisben leülhess gondolkodni egy problémán. Itt nem erről volt szó. Nekem a bizonyításomhoz nem kellettek új fogalmak, semmi nem kellett. Csupán egymáshoz kapcsolódó kombinatorikai érvelések kellettek, azután szerencsésen összeállt az egész.

– *Bizonyításod nagy hullámverést keltett a matematika több területén.*

– Lehetséges. Mindenesetre ezután a Héber Egyetem matematikusa, Hillel Fürstenberg új, ergodelméleti bizonyítást adott a tételre.

– *Ezzel váratlanul összekapcsolta a diszkrét matematikai kérdéseket a dinamikus rendszerek elméletével – írják az Abel-díjad indoklásában – új irányokban fejlesztve az ergodelméletet.*



Erdős Páll

– Azt hiszem, Fürstenberg indította el azt a folyamatot, ami sokakat arra inspirált, hogy a tételt más-más nézőpontból is megvizsgálják. Az utánam következő matematikusok lényegesen erősebb dolgokat bizonyítottak, és szélesebb látókörűek voltak. Mint említettem, Green és Tao 2004-ben a sokkal nehezebb tételt is bebizonyították, hogy a prímszámok halmazában is van tetszőleges hosszúságú számtani sorozat.

– *Egyre másokat dicsérsz. Erre csak azt mondhatom, neked már van mire szerénynek lenned.*

– Tényleg így van, ahogyan mondtam, nem szeretnék álszerénynek tűnni. Ilyen a matematikai neveltetésem: elkezdek egy problémán gondolkodni, s azt rendszerint nem oldom meg, néha megoldom. Azután újabb problémán töröm a fejem, nagyon ritkán követem az előzőt. Abban az időben, 1975 körül, nem gondoltam arra, hogy elindítok ezzel bármit is. Egyszerűen megoldottam egy feladatot. Nem állítom, hogy az nem volt nehéz, és az is biztos, hogy gyönyörű probléma volt.

– *A később oly híressé vált regularitási lemmád gondolata már benne volt az 1975-ös „ezerdolláros” bizonyításodban?*

– Nem a mai formája, de egy olyan lemma, amely valamennyire hasonlít a regularitási lemmára, az igen. A regularitási lemmát néhány évvel később bizonyítottam. Akkor már eszembe se jutott a számta-

ni sorozat. A regularitási lemma az Erdős–Stone–Bollobás-tétel erősítéséhez kellett nekem. Rájöttem, ahhoz ilyen eszközre lenne szükségem. Akkor rendesen megfogalmaztam a regularitási lemmát, és elég gyorsan, egy hét alatt bebizonyítottam.

– *Mi ez a regularitási lemma?*

– Semmi mást nem mond, mint azt, hogy ha van egy tetszőleges nagy gráfunk, akkor annak a csúcspontjait beoszthatjuk kevés egyforma osztályra úgy, hogy ha veszek két osztályt, a legtöbb választásnál a két osztály között lévő páros gráf úgy viselkedik, mintha véletlen páros gráf lenne. Ez azért fontos, mert a véletlen gráfok nagyon sok jó tulajdonsággal rendelkeznek, úgy tekinthetünk rájuk, mint egy rendezett struktúrára.

– *Mitől lett olyan híres ez az eredményed, hogy ma már ezt mondják: „a regularitási lemma a gráfelmélet számos területén vált alapvető eszközzé...”?*

– Talán azért, mert ez egy nagyon általános, mondhatni filozófiai állítás. Lovász Laci oly szépen leírta ezt a nálatok megjelent cikkében: »a struktúrát három összetevőre lehet bontani: van egy viszonylag egyszerűen leírható alapstruktúra, erre ráakódik egy másik, véletlenszerű struktúra, arra pedig egy harmadik, vékonyka és szerencsés esetben jelentéktelen struktúra, amit „hibának” tekinthetünk...« Én akkoriban ezt nem így fogtam fel, ilyen szépen nem tudtam megfogalmazni, mert egyszerű gráfelméleti vagyok. Azt azonban magam is megláttam, hogy tételnek van egy üzenete: nincs tökéletes káosz. Azt persze már Ramsey tétele is megmondja, hogy van bizonyos rend a káoszban. Ramsey tétele két színre így szól: „Minden $k, l \geq 2$ -re van olyan n , hogy egy legalább n -csúcús egyszerű gráf éleit két színnel színezve vagy lesz k olyan csúcs, melyek között minden él piros, vagy lesz l olyan csúcs, amelyek közt minden él kék.”

Ez azt jelenti, hogy a nagy káoszban van kis rendezettség. A regularitási lemma pedig azt mondja, hogy a nagy káoszt felbontathod viszonylag nagy részekre, ami rendezett.

– *A már említett, rólad szóló Science-cikk is azt adta címének: Teljes rendezettség nincs! Másutt pedig ezt olvasom az eredményedről: „mondhatjuk, hogy minden determinisztikus hálózatban, bármennyire determinisztikus az, ott rejtőzik a véletlen.” Ezek már Gödel nemteljességi tételei által kiváltott mélységű gondolatok.*

– Magam is filozófiai állításnak tarom. A regularitási lemma igazi értelme ez a felismerés. Mert technikailag a bizonyításom nagyon egyszerű. Azután jöttek a nagy matematikusok: Lovász, Tao, Green, Fürstenberg

és sokan mások, akik jóval felkészültebben sokkal finomabb eredményeket értek el.

– *Fura, hogy ezt mondja nekem az Abel-díjas matematikus. Ők meg nem azok.*

– De mindannyiuknak több más, óriási díja és elismerése van. Meggyőződése, hogy jó néhányuknak Abel-díjuk is lesz.

– *Jó, vannak másképpen nagyon okos matematikusok. Te például mitől vagy másképpen okos, mint Lovász László?*

– Nagyon nehéz ezt megfogalmazni, mert Laci végtelenül kulturált matematikus, óriási tudással, nagy képzelőerővel. Technikailag is iszonyúan erős, és rendkívüli rálátása van a matematika sok területére. Én kényszerből gondolkodom „másképp”. Nem matematikusként kezdtem, és később sem vettem a fáradságot, hogy igazán megtanuljam a matematikát. Gráfelmélet maradtam. Nagyon kevés olyan cikkem van, amihez előtte sok mindent meg kell tanulnod, hogy megértsd. Lehet, hogy a bizonyítás bonyolult, de ha elolvassad, te is megértenéd.

– *Erre azért ne vegyél mérget! Előtted a többi matematikus sem tudta 40 évig bebizonyítani az Erdős–Turán-sejtést.*

– Valószínűleg azért nem, mert azt hiték, erősebb eszközök, mélyebb technika kell hozzá. Azután kiderült, hogy elemi okoskodások is elegendőek a megoldáshoz.

– *De hát minket még arra tanítottak a professzoraink, hogy az igazán elegáns és szép megoldások azok, amelyekhez, ha nem szükséges, nem használunk fel nehézfegyvertű matematikát.*

– Igen, de a mai matematika legtöbb ágában minden egymásra épül, s ha nem ismered az összefüggő elméleteket, esélyed sincs eredményt elérni. Az újabb elméletek elsajátításához nagyon komoly előtanulmányok kellene. Négy-öt év megfeszített tanulás után juthatsz el odáig, hogy elkezdhesz dolgozni.

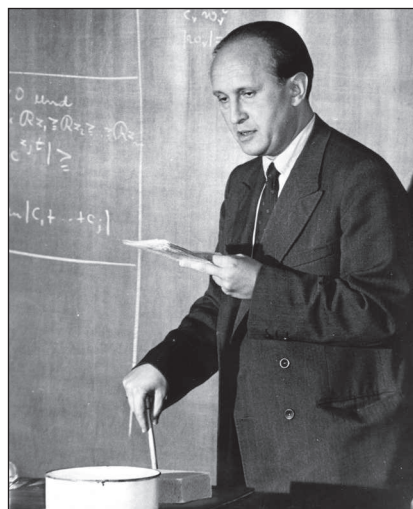
Szó sincs arról, amit egyesek rólam mondanak, hogy másként gondolkodom, másféleképpen van huzalozva az agyam. Ezzel szemben az igazság, hogy nincs sok eszközüm, és azt a keveset igyekszem jól használni, azzal kierőszakolni az eredményeket.

– *Magyarországon elért eredményeiért a tudósaink közül egyedül Szent-Györgyi Albert részesült Nobel-díjban. Az Abel-díjjal elismert eredményed a hazai matematika talaján kinövőnek tartod?*

– Igen, mert a matematikai neveltetésem teljesen magyar. Az eredményeimhez vezető minden komolyabb tevékenységet Magyarországon fejtettem ki. Igaz, amerikai állampolgár is vagyok, de külföldre csak azért mentem ki, hogy pénzt keressék. Nagy volt a családom, kint jobbak a lehetőségek. A matematikai kutatásban

semmivel sem voltak nagyobbak a lehetőségeim Amerikában, mint idehaza a Matematikai Kutatóintézetben. Magyarországon sok jó diszkrét matematikus van, külföldről is jöttek hozzánk, erős volt az Erdős-iskola, szakmailag semmi különbséget nem jelentett, hogy Budapesten dolgozom, vagy odakint. Gyakorlati okból vagyok kettős állampolgár, sokat köszönhetek az amerikaiaknak, anyagilag sok mindent lehetővé tettek számomra, ezért hálás is vagyok nekik.

– *Ha nem lennél amerikai állampolgár; az rontotta volna az esélyeidet az Abel-díj odaítélésénél?*



Turán Pál

– Egészen biztos, hogy nem. Annál az öt matematikusnál, akik erről döntöttek, ez szóba se kerülhetett.

– *Az Abel-díj bizottságban volt egy ember, aki maga is jól megtapasztalta, milyen erős fegyver a regularitási lemmád. Itt Tá-óra gondolkodok.*

– A regularitási lemmát jól ismerte Noga Alon és Terence Tao, akik a diszkrét matematika kiemelkedő kutatói. Talán ez is segítette, hogy nekem ítéltek az Abel-díjat.

– *Ők a matematikustársadalom nagyon erős emberei.*

– Igen, és hallgatnak rájuk. Nem tudom, lehet-e ilyent mondani, de Terence Tao még a legnagyobbak közül is kimagasodik. Már tízévesen abszolút csodagyerek volt, 13 évesen aranyérmet nyert a Nemzetközi Matematikai Diákolimpián. 19 évesen PhD-je volt.

– *Akkor most beszéljünk egy kicsit az előzményekről. Hogyan lettél matematikus?*

– Sok helyen elmondtam már, jó sztorinak hangzik, de ez az igazság: véletlenül lettem matematikus. Apám orvosnak szánt.

– *Miért, ő orvos volt?*

– Nem, az Akadémia könyvtárában dolgozott. Az orvosi szakma az ötvenes években divatos volt, ma is az, jó megélhetést adott. Az Arany János Gimnáziumba jár-

tam, jó tanuló voltam, majdnem mindig kitűnő, de az osztályunkban voltak nálam jobb matematikusok is. Inkább a biológiát tanultam, fel is vettem az orvosi egyetemre, de már a félévi vizsgáimat sem tettem le, otthagytam az egyetemet.

– *Mi nem tetszett az orvosiban?*

– Rengeteget kellett tanulni, sok mindent bebiáflálni. Különösen az anatómiát nem szerettem. Valószínűleg el tudtam volna végezni az orvost, de a nagy felelősség is nyomasztott, éreztem, alkalmatlan vagyok erre a pályára.

Az egyetem elhagyása után segédmunkásnak mentem a Finommechanikai Vállalathoz.

– *Azután, 1960-ban felvettek az Eötvös Loránd Tudományegyetem matematika-fizika szakára.*

– A második év végén innen néhányan átjelentkezhattunk a matematikus szakra. Turán Pál csodálatos, egész éves számelméleti előadását hallgathattam, ami engem magával ragadott.

– *Hallgatókorod egyik tanúja mondta: „Turán úgy kezelte Szemerédit, mint a kollégáját. Élményszámba mentek a polemizálásaik”.*

– Ez kicsit túlzás. Turán Pál az előadásain feladatokat is adott, azokon otthon gondolkozhattunk. Nagyon szerettem a számelméletet, rendszerint megoldottam ezeket, azután leírtam és beadtam a professzorunknak. S akkor az egyik órát Turán Pál azzal kezdte, hogy ezt a feladatot megoldotta Komlós János úr, mert ő mindenkit urazott. – Kérném Komlós urat, jöjjön ki a táblához, magyarázza el! – kinos csönd, Komlós nem volt ott. – Akkor Szemerédi urat kérem... – próbálkozott tovább a professzor. De én sem voltam ott. Éppen egy jó filmet játszottak, azt néztük meg Komlóssal. Kellemetlen volt, mert én azért mindig benn ültem Turán Pál előadásain. Ő volt az egyetlen, aki az egyetemen megbízott gyakorlatvezetéssel. Bejött az órára, és utána megdicsért. Annak nagyon örültem. Egész egyetem pályafutásom alatt ez volt a legnagyobb dicséretem.

Szerettem volna az egyetemen maradni, de nem engedték. Így kerültem kényelmesebb helyre, a Matematikai Kutatóintézetbe.

– *Oda ki hívott?*

– Rényi Alfréd. Neki pedig nyilván Erdős Pali bácsi szolt, akivel már harmadév végétől együtt dolgozhattam. Erdős Pállal és Sárközi Andrással jónéhány közös cikket írtunk.

– *Amikor az interneten megnézzük a nagy matematikusok szellemi családfáját, akkor Szemerédi Endre mestereként Israil Mojszejevics Gelfand van feltüntetve, aki-nél a kandidátusi disszertációt írtad.*

– Ez hibás. Az igazi mestereim Turán Pál, Erdős Pál és Hajnal András voltak. Igaz, hogy Gelfand aspiránsa voltam Moszkvában, de tőle semmit nem tanultam, ő a matematika más területének volt a híressége. Nekem Gelfandhoz kellett volna mennem, aki számelmélelész volt, tőle megtanulhattam volna az analitikus számelméletet. A nevükben csak egy betű az eltérés, mégis a két ember két különböző világ.

– *Miért nem kérted át magad őhozzá?*

– Visszafogott ember vagyok. Nem akarom csak úgy odamenni hozzá ezzel a kéréssel. Az első moszkvai aspiráns évem vége felé Debrecenben tartottak egy konferenciát, amelyre Gelfandot is meghívták. Engem rendelték mellé. Nagy, magas ember volt, segítettem neki ajándékokat vásárolni a feleségének és a gyermekeinek. Összebarátkoztunk, azt mondta, szívesen átvesz Gelfandtól. Két hónap múlva szívinfarktusban meghalt. Nem akartam kandidátusi védés nélkül hazajönni, Gelfand pedig, bár nem foglalkozott ilyesmivel, megengedte, hogy kombinatorikából írjam a disszertációm.

– *Úgy látom, ma már te vagy a mestere több fiatal matematikusnak.*

– Fogalmazzunk inkább úgy, hogy volt 15 doktorandusz diákom. Többen külföldiek, néhányan tanárok lettek, visszamentek hazájukba. Nem nevezném őket követőimnek. Csaba Bélával és Sárközy Gáborral dolgozunk még együtt.

– *Munkáiddal biztosan többeknek mutattál utat, még ha nem is kerületek közvetlen kapcsolatba.*

– Ezt talán elfogadhatom.

– *Híve vagy a közös munkának?*

– Igen, de nem tudok úgy dolgozni, hogy egy szobában többen sétálunk föl s alá. Nekem napok, hetek kellene ahhoz, hogy mélyen megértssem a problémát, gondolataim legyenek róla. Utána a közös munka abból áll, hogy megbeszéljük, ki mire jutott.

– *A majdnem fél évszázad alatt, amit átfog a kutatómunkád, miként változott a matematika, a kutatás stílusa, hangulata?*

– Nagyon megváltozott. Exponenciálisan növekedett az ismeretanyag, az új eredmények és az új módszerek. A számítógépek alapvetően megváltoztatták a matematika sok területét. Számos új elméleti kérdést is felvetettek, elég csak a $P=NP$ problémára utalnom. A diszkrét matematika egyre elismertebb lett. Sok, távolinak tűnő területen rádőbentek arra, hogy számos alapvető gondolat kombinatorikus jellegű. A rengeteg technikával megoldott probléma mögött gyakran feltűnik a végső ötlet, amely kombinatorikus okoskodás.

– *Az a kombinatorika, amelyet nem is olyan régen még kicsit lenézt a többi matematikus.*

– Nagyon is lenézték. Aztán életünk részévé vált a számítógép, ami eleinte a kombinatorikus jellegű problémák sokaságát adta. Később a kombinatorika is megváltozott, kiderült, hogy sok problémájának megoldásához a klasszikus folytonos matematika kell. Ugyanakkor a klasszikus matematika szemléletét is kezdte formálni a kombinatorika. Kialakult egy kölcsönös oda-vissza ható kapcsolat.



Kombinatorikai workshopon. Bal oldalon guggol: Szemerédi Endre, jobb szélén áll: Lovász László (Archives of the Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach)

– *Mitől erős a magyarországi matematika a kombinatorikában?*

– Mitől erős? Úgy gondolom, Lovász Lászlótól, Ruzsa Imrétől erős, és az ő vonzáskörükbe kerülő fiataloktól.

– *Meg, gondolom, Szemerédi Endrétől is erős.*

– Nem. Szemerédi Endrétől nem erős. Én ugyanazt csinálom, mint régen: különálló problémákon gondolkodom, amik nehezke, és java részüket meg sem oldom. Igaz, ha mégis sikerül, akkor azt komoly eredményként tartják számon. De nem vagyok olyan integráló személyiség, mint Lovász László, Szegedy Balázs, Ruzsa Imre, Pintz János vagy Stipsitz András és még sorolhatnám a többieket. Én önmagában álló tételeken gondolkodom, nem elméleteken.

– *Amikor az ember olyan problémákon töpreng, amellyel addig még senki nem boldogult, milyen adottságokra van szüksége a sikerhez? Mondok néhányat: bátorság, kitartás, mély és sokoldalú ismeretek, sikeréhség, jószerecsse...*

– Attól függ, hogy milyen matematikai problémán gondolkodol. Az említettek-ből, persze, mindegyikből jó, ha van. A

matematika legtöbb ágának műveléséhez nagyon sok ismeretre van szükség. Bátornak is kell lenned ahhoz, hogy elkezdj olyan problémán töprengeni, amelyet nálad sokkal komolyabb ismeretek birtokában levő matematikusok sem voltak képesek megoldani. Kitartás mindenféleképpen kell ahhoz, hogy az ember napról napra újra nekiinduljon. Reggel elkezdjed, jobb kedvvel, bizakodva, azután, a megfeszített munka végén estére sokszor kiderül, amiről hitted, hogy igaz, az mégsem az. Ilyenkor újra és újra vissza kell térned a kiindulópontra, a problémához. Szerencse is kell, mert megmagyarázhatatlan, hogy egyszer csak hirtelen mitől pattan ki az ötlet.

Érdekes, a matematikában manapság sokszor szinte egyidőben, párhuzamosan jönnek az eredmények. Igaz, ma összehasonlíthatatlanul több matematikus van, mint mondjuk száz évvel ezelőtt. Az interneten keresztül az információcsere is sokkal gyorsabb, mint régen, amikor leveleztek egymással a matematikusok. Sok matematikusnak van blogja, ahol a legújabb eredmények, módszerek rögtön megjelennek. Az interneten utánanézhetsz a The Polymath Blognak, ahová a nehéz problémákat fűteszik, közös gondolkozásra ösztönözve megindítanak egy interaktív folyamatot. Egy-egy megoldáshoz így akár száz embernek is köze lehet.

– *Ilyenkor ki a szerző?*

– Nincs szerző. Persze az ember sejtje, hogy kik adták a legfőbb ötleteket a megoldáshoz.

– *Szép új világ. De valóban szép ez így?*

– Fontos kezdeményezés, de a matematikusok körében is megoszlanak erről a vélemények. A matematika szemszögéből akár jónak is tekinthetjük. Ugyanakkor sok fiatal matematikust elrémíthet: elkezdjenek-e olyan problémán töprengeni, amelyet a nagy tömeg, köztük óriási matematikusok, nagy valószínűséggel gyorsabban kivégeznek. S akkor a fiatal milyen területre menjen, mit válasszon, ha érvényesülni szeretne a matematikában?

– *Mikor jutunk el oda, hogy ha egy tudósunk, mondjuk, Nobel-díjat kap, akkor ő legyen a napilapok címdoldalán?*

– Ezt nem tudom megmondani. A természettudósok, a matematikusok sehol a világon nem szupersztárok. Ez nem is baj. A tudósnak nem kell a rivaldafény. Az ismertség csak annyiban szükséges, hogy a tudományága támogatást kaphasson. Egyébként lénytelen. Tao mondta, nagyon örül annak, hogy Los Angelesben nyugodtan sétálhat, senki sem ismeri fel. Ezzel szemben a celebeket állandóan mindenki fölismeri, ami idővel már kényelmetlen.

Straub F. Brunó

(1914–1996)

Megmondom őszintén, engem kevesen ismernek fel. Múltkor egy barátságos taxifőrről felismert, aláírást kellett adnom a gyermekének, aki, mint mondta, nem valami jó számtanból. Remélem, hogy ez jelent némi motivációt a kislányának.

– Amikor a 70. születésnapod tiszteletére nemzetközi konferenciát tartottak Budapesten, ennek testvérrendezvényeként feleséged, Kepes Anna „Művészet a matematikusok világában” címmel szervezett igen érdekes kiállítást a B55 Kortárs Galériában.

– Panni ezzel a kiállítással megmutatta, hogy a matematikusok között milyen sokoldalú emberek is vannak: festészetet, képzőművészetet aktívan művelők.

– Lesz folytatása ennek a figyelemfelkeltő tárlatnak?

– Feleségem most dolgozik egy gyűjteményes kötet összeállításán, melynek tanulmányait neves matematikusok írják. Matematikusok írnak a művészetről: Gowers a zenéről, Bombieri a festészetéről, Frenkel a filmről, Granville a színházról, Szegedy Balázs a táncról, és sorolhatnám a nagy neveket. Lax Péter is ír ebbe a kötetbe, amelyet az American Mathematical Society jelentet meg. Panni a matematikusoknak abból a közösségből válogatott, akiket személyesen ismerünk, s akikről jól tudjuk, hogy szoros kapcsolatban állnak a művészetekkel.

– Abel-díjasként más embernek érzed magad?

– Nem! Az égvilágon semmi sem változott. Már két hónapja gondolkozom valamin, sehogyan sem akar kijönni. Ez ugyanúgy elkekerít és levertté tesz, mint a régebbi sikertelenségek. Az eredményeknek is ugyanúgy tudok örülni.

Ami megváltozott, hogy sokkal több helyre hívnak előadást tartani: konferenciákra, amikre még jobban fel kell készülnöm, mint eddig. Ez elvonja a figyelmet, elveszi az időmet a munkától. A legtöbb meghívást lemondom, néhányat nem, mert teljesen visszavonulni sem lehet. Egyetemekre, középiskolákba, általános iskolákba, a fiatalok matematikai táboráiba gyakran elmegyek, hogy népszerűsítsem a matematikát.

– Hogyan tovább?

– Gondolkozom problémákon, ugyanúgy, mint eddig. Nyilván öregszem, lassúbb lettem, sok minden más is kicsit rosszabb, de ez másokkal is így van.

– Ahhoz is hozzá kell szoknod, hogy ke-rek évfordulóidon nemzetközi konferenciákat rendeznek a tiszteletedre.

– Jobban szeretném, ha nem tennék. Nem olyan könnyű ilyenkor az első sorban ülni öt napon át.

Budapest, 2014 januárjában

Az interjút készítette: STAAR GYULA

Száz évvel ezelőtt született Straub F. Brunó, a huszadik század középső harmadának egyik legnagyobb magyar természettudósa, iskolateremtő kutatója és tanító egyénisége, tudományszervezője és tudománypolitikusa. Az óriások ama generációjának tagja volt, a Szentágotthai Jánosok, Gombás Pálok, Bruckner Győzők, Jancsó Miklóskok, Bay Zoltánok, Ivánovics Györgyök fajtájából, akiknek üstökösként felívelő pályája a világhír felé még a második világháború előtt bontakozott ki, akik a vállukon vitték át a magyar kutatást és oktatást a háború vérzivatarán, az utána következő romhalmazon és az ötvenes évek sötétségén, akiknek köszönhető, hogy mindvégig volt európai színvonalú természettudomány Magyarországon.

Az 1932-ben a szegedi orvosi egyetemre beiratkozott Straub tehetségét azonnal felismerő professzor, Szent-Györgyi Albert lebeszélte őt a medicina további tanulásáról és bevonta tanszékének kutatómunkájába. Így amikor 1936-ban kémiából doktorált, már jelentős biokémiai eredményeket tudhatott maga mögött. Alig 25 évesen már világszerte ismerik és számon tartják a nevét a biológiai oxidációval foglalkozó biokémikusok. Amikor Szent-Györgyi áttért az izom-biokémia kutatására, vele tartott egész csapata. Ennek köszönhető Straub legjelentősebb eredménye: 27 éves, amikor felfedezi az *aktint*, az egész élővilág legfontosabb, univerzálisan elterjedt, kontraktilis (összehúzódásra képes) fehérjét (ma az aktin címszóra 244 000 találatot jelez a Google). E felfedezés révén van benne a neve a világ minden biokémia tankönyvében, ennek köszönhető az a páratlan siker, hogy az *Annual Review of Biochemistry* 1950-ben őt, a kommunista diktatúrában élő, a világ tudományától szinte hermetikusan elzártan dolgozó fiatal tudóst kéri fel az izom biokémiájáról szóló összefoglaló cikk megírására. És természetesen ennek köszönhetően lesz 32 évesen a Magyar Tudományos Akadémia tagja és kap tanszékét először Szegeden, majd Budapesten.

Pályája következő szakaszában már kevesebb jelentős eredeti felfedezés fűzhető a nevéhez, munkásságának legfőbb eredménye: nagyszerű egyetemi tankönyvei, orvostanhallgatók nemzedékeinek marandó élményt nyújtó előadásai, és kiváló biokémikus kutatók nevelése. Tanítványai, munkatársai közül tízen lettek a Magyar

Tudományos Akadémia tagjai, hárman a külföldre szakadtak közül annak külső tagjai. A szomszédos országok számos vezető kutatója annak a néhány hétnek, hónapnak vagy éveknek köszönheti későbbi sikeres pályafutását, amit kezdőként Straub intézetében töltött vendégként. Amikor az 1956-os forradalom után kissé felemelkedett a vas-



Straub F. Brunó, a huszadik század középső harmadának egyik legnagyobb magyar természettudósa, iskolateremtő kutatója és tanító egyénisége, tudományszervezője és tudománypolitikusa

függöny, azok a neves nyugat-európai és amerikai biokémikusok, akik hazánkba látogattak, elsősorban őt keresték, vele akarták felvenni a kapcsolatot.

A hatvanas-hetvenes években a biokémiai kutatás és oktatás mellett egyre nagyobb szerepet játszott tevékenységében a tágabb értelemben vett hazai és nemzetközi tudománypolitika. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) alelnöki és a Tudományos Dolgozók Nemzetközi Uniójának (ICSU) elnöki tisztségében sokat tett a magyar tudomány nemzetközi elismertségéért. A hazai tudománypolitikában elért legmaradandóbb eredményei: a Magyar Tudományos Akadémián az önálló Biológiai Osztály létrehozása (addig a biológia csak az Orvosi



Szent-Györgyi Albert munkacsoportja Szegeden 1933-ban.

1 – Szent-Györgyi Albert; 2 – Straub F. Brunó; 3 – Laki Kálmán; 4 – Banga Ilona
(Szent-Györgyi András és a Magyar Tudomány szívességéből)

Osztályon volt képviselve) és a Szegedi Biológiai Központ megalapítása.

A rendszerváltás előtti másfél évben az Elnöki Tanács Elnöki tisztét töltötte be, Ő hívta meg Magyarországra II. János Pál pápát és az idősebb Bush elnököt. Ennek köszönhetően temetésén, 1996-ban több ország nagykövete is jelen volt (a magyar állam részéről senki).

Pályakezdőként évekig Straub F. Brunó közvetlen munkatársa voltam a Budapesti Orvostudományi Egyetem Orvo-

si Vegytani Intézetében, és évtizedekig volt intézményi főnököm. Az egyetem elvégzése után állást keresvén, szinte véletlenül, egy ismerős ajánlólevelével jutottam intézetébe, addig éppen csak a nevét ismertem. Első találkozásunk azonban lenyűgöző volt. Noha semmi különös nem mondott, egyszerűen sugárzott belőle a nagyság. Soha hasonló iskolai vagy egyetemi tanáraink között nem tapasztaltam, azt éreztem, hogy itt áll előttem a „nagy tudós”, kamaszkori olvasmányaim hőse, akiknek példáját követve választottam pályát. Azóta sok kollegám számolt be hasonló élményről

Bay Zoltán, Szent-Györgyi Albert és Straub F. Brunó Ferihegyen 1981-ben



vele kapcsolatban. Amikor (8 évvel később) az Egyesült Államokba indultam, *Anfinsen* (a későbbi Nobel-díjas) intézetébe, egy kedves idősebb kollegám azt mondta: „Lehet, hogy sok híres és sikeres tudóssal fogsz ott találkozni, de hidd el, hogy kevés a Profhoz hasonlóan nagy egyéniséggel”. Ez a jóslat tökéletesen beiga-

zolódott, egész pályafutásom alatt nem igen ismertem nála nagyobbat. Bár olyan emberként, aki élete nagy részében igen nagy hatalommal rendelkezett, nyilván sokan nem szerették, vagy nehezteltek rá, hiszen a hatalom gyakorlása mindig okoz érdeksérelmeket, de azok, akik intézetében dolgoztak, illetve közvetlen kapcsolatban álltak vele, szinte valamennyien végtelenül tisztelték és többnyire rajongásig szerették. Annak ellenére így volt ez, hogy olykor maróan gúnyos tudott lenni, és minél jobban becsült valakit, annál többet követelt tőle. Sokat idézett, kedvelt mondása: „Teher alatt nő a pálma.”

Nem ismertem embert, aki olyan gyorsan és pontosan volt képes mindenkor megragadni a lényegest, felismerni az értéket, felfigyelni a hibákra, mint Ő. Aki olyan hatékonyan tudott levezetni egy ülést, odafigyelve a valóban fontosra, és elejét véve az üres fecsegésnek.

Noha tekintélye abszolút vitathatatlan volt, mindig lehetett neki ellentmondani, az értelmes vitát, sőt még a szemtelenséget is kifejezetten díjazta, munkatársai- ban legtöbbször az eredetiséget, az önálló gondolkodást értékelte.

Az általa vezetett intézet egész atmoszférája telítve volt a tudományos megismerés iránti olthatatlan vágygal, a magas kultúrával és amellet a játékossággal és humorral. Mindenkitől, aki külföldre utazott, elvárta, hogy hozzon egy-két (akkor itthon nem kapható) angol krimi és az intézeti könyvtár egyik polcára tegye be. A biokémiai kutatómunka üresjáratáiban (amíg forog a centrifuga, inkubálódik az enzimreakció) sokat játszottunk (pingpong, sakk, a labor mozaikpadlóján molekulamodellgolyókkal és centrifugacsövekkel játszott „mole-kugli”) és ebben többnyire részt vett a Prof is. Híres történet, amikor egy fiatal kollegánk szemrehányást tett, hogy túl sokat gondolkodik a „schnell” sakkpartiban, mire ő sértődötten felelte: „Köztudomású, hogy ebben az intézetben a Professzor úr után én gondolkodom a legkevesebbet”. Ezt az esetet azután a Prof mesélte mosolyogva mindenkinek.

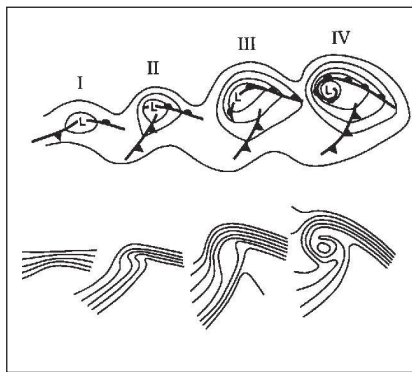
Ezt a visszaemlékezést első találkozásunk felidézésével kezdtem, az utolsóval szeretném befejezni. Amikor utoljára látogatott intézetünkbe, az általa létrehozott Szegedi Biológiai Központba, magányosan, szomorúan (második felesége halála után), már betegségtől gyötört, négy szemközt azt mondta nekem: „Ha itt körülnézek, akkor úgy látom, mégsem éltem hiába. Ez maradandó.”

VENETIANER PÁL

HORVÁTH ÁKOS–NAGY ATTILA– KISS GYÖZŐ

Atlanti viharciklonok

Kontinensünk nyugati partjaira az elmúlt télen folyamatosan csaptak le az óceán felől érkező szélviharok. Az óceán fölött nagyon gyorsan kimélyülő ún. viharciklonokhoz kapcsolódó legerősebb szellőkések a trópusokon kialakuló hurrikánok szelerősségéhez voltak foghatóak. Így például 2013. december 5-én a Xavér nevű ciklon átvonulása során Skóciában, Glasgowntól északra (Anoch Mor nevű település mellett) 229 km/h legerősebb szellőkést mértek. A ciklon centrumában a legalacsonyabb légnyomás ugyancsak a trópusi viharokat idézi, 2013. december 24-én a Dirk névre keresztelt ciklonban 926 hPa-ra csökkent a tengerszinti légnyomás. A ciklonok átvonulását az orkán erejű szél mellett rendkívül nagy mennyiségű és nagyon intenzív csapadék hullás kísérte, árvizeket, gyakran hóviharokat és hófúvásokat is okozva. Angliában, a viharszezonban eddig példátlan mennyiségű csapadék hullott,



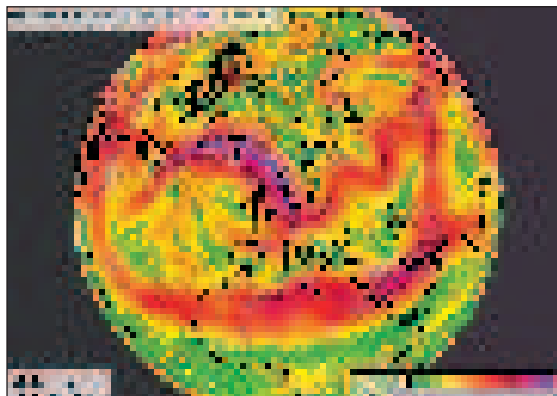
1. ábra. Az *A* típusú ciklonfejlődés mechanizmusa a polárfronton (Shapiro és munkatársai szerint). A felső ábrarész vonalai a légnyomást, az alsó ábrarész vonalai az izotermákat szemléltetik. A római számok a fejlődés egyes lépéseit mutatják: I. Hullám ciklon kialakulása, II. Hidegfront leszakadása, III. Hidegfront leszakadása és behatolása a meleg szektorba, IV. Meleg okklúziós front felszavardása és a meleg ciklonmag kialakulása

komoly károkat okozva az épületekben, infrastruktúrában egyaránt. Írásunk célja, hogy áttekintést adjon a szélsőséges időjárást okozó jelenségekről, a viharciklonokról.

A viharciklonok és a kialakulásukért felelős légköri instabilitások

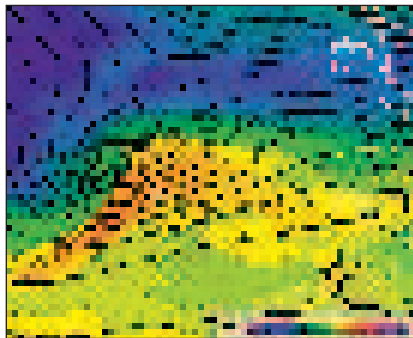
A viharciklon elnevezés a mérsékelt égövben, a nyugati szelek övében gyorsan kialakuló légörvényekre utal, azon ciklonokra, melyekben a légnyomáscsökkenés 24 óra alatt meghaladja a 24 hPa értéket. (Egy pontosabb definíció értelmében a 60. szélességi körrel délebbre fejlődő ciklonoknál kisebb mértékű nyomáscsökkenés is elegendő, míg az északabbra levőknel nagyobb nyomássüllyedés szükséges a viharciklon kategóriába kerüléshez.) Az ilyen típusú ciklonok kialakulása legtöbbször 3 különböző légköri instabilitás együttes hatásának eredményeként jön létre.

Az első ciklonkeltő instabilitás az észak-déli hőmérsékleti különbségen alapuló és a „klasszikus ciklonok” kialakulásánál meghatározó ún. baroklin instabilitás. Erősen leegyszerűsítve, ennél a jelenségnek az északi hideg és a déli melegebb légtömegeket elválasztó ún. polárfronton jön létre egy légköri hullám, amely előoldalán meleg levegőt szállít északra, míg a hátoldalán hideg légtömeg zúdul déli irányba. Minél nagyobb az észak-déli hőmérsékleti különbség és minél élesebb a polárfront, annál nagyobb az esély a ciklon kialakulására és az észak-déli hőcsere megindulására. A ciklon kialakulásának klasszikus elméletét még a múlt század elején kidolgozták (Bjerknes és Solberg 1921) és többszörösen finomítva és korszerűsítve ma is megállja a helyét (Shapiro és Keyser 1990). A ciklon ezen elmélet szerinti fejlődését az 1. ábra mutatja. A baroklin instabilitáson alakuló ciklonfejlődést „A” típusú ciklogenezisnek nevezik. Az *A* típusú ciklonfejlődés egyik jellemzője, hogy a hullám alulról fölfelé fejlődik, a magasban a ciklon magja hátrébb van, így a ciklon tengelye hátrafelé dől.



2. ábra. Az északi féltekét körbefutó jet stream (futóáramlás) északi és déli ága jól elkülönül az Európai Középtávú Előrejelző Központ (ECMWF) analízise szerint. A színezett területek a szél erősségét mutatják a 300 hPa nyomásszinten (kb. 9000 m magasságban) a szélzászlók pedig ugyan ezen a szinten a szélirányt és szélsébséget. A futóáramlások a felső légkör irányából gerjesztik a ciklonokat a *B* típusú ciklogenezis során

A második ciklonkeltő instabilitásnál a magasban fújó, a pólust körbeölelő futóáramlásnak, a jet streamnek van meghatározó szerepe. A jet stream a polárfrontok mentén alakul ki és viszonylag keskeny, néhány száz kilométeres szalagokban, mint egy hatalmas légköri folyam kanyarogja körül a hemiszfért. Jellemzően két fő ága van, egy északi a polárfront mentén és egy délebbi az Egyenlítőhöz közelebbi (2. ábra). A futóáramlás legerősebb szele 9000 m körüli magasságokban van, ahol akár 300–360 km/h erősségű szél is előfordulhat. Bár a futóáramlás a frontok mentén alakul ki, azonban a nagy magasságokban sokszor messzire el sodródik a frontoktól, önálló életet él. A magassági futóáramlás mentén, főként annak kanyarjaiban erőteljes függőleges mozgások jönnek létre. Ha a jet stream olyan terület fölé ér, ahol egyébként is instabil az áramlás és könnyen kialakulhat légköri hullám, akkor a futóáramlás keltette feláramlás erőteljesen hozzájárulhat a ciklon kialakulásához (Thorncroft és Hoskins, 1990). Ez az ún. „B” típusú ciklogenezis, amely hozzáadódva az *A* típusú hatásokhoz rendkívül gyorsan mélyíti a ciklon magját. A viharciklon kialakulása során szinte mindig megfigyelhető a magassági futóáramlat közelsége és a ma-



3. ábra. Az óceán fölött gyorsan mélyülő viharciklon légnyomási mezeje (vastag fekete vonalak) és a hőmérsékletet és nedvességet egyaránt leíró ún. ekvivalens potenciális hőmérsékleti mezeje (színezett területek). A melegebb színek a meleg nedves légtömegeket, a kékes színek a hideg és száraz légtömegeket jelentik. A narancs, illetve pirosba hajló vonalak a ciklon középpontjának irányába irányuló meleg nedves szállítószalagokat jelzik. A nedves levegőben történő kicsapódás és az azzal járó hőfelszabadulás hozzájárul a ciklon erősödéséhez a *C* típusú ciklogenezis során

gassági kényszer miatt a ciklonok tengelye kevésbé, vagy egyáltalán nem dől meg.

A harmadik ciklonkeltő hatás a légköri vizgőzhöz kapcsolódik. A kialakuló ciklonok áramlása során a kinematikából ismert deformáció miatt a nedvesség rendszerint sávokba, szalagokba rendeződik, hasonlóan ahhoz, mint amikor a centrifugába helyezett törülközöt kötél formában találjuk a pörgetés után. Ezek az ún. nedves szállítószalagok több ezer kilométer hosszúak és időnként nagy távolságról, a trópusok vidékéről képesek nedvességet hozni az északi ciklonok centrumába. A ciklonban a középső troposzférában kicsapódó nedvesség nagyon jelentős látens hőfelszabadulást jelent, amely feláramlást és intenzív csapadékot eredményez, végső soron a ciklon mélyüléséhez és erősödéséhez járul hozzá (3. ábra). Ezt a ciklongerjesztő hatást *C* típusú ciklogenezisnek nevezik (Plant, 2004).

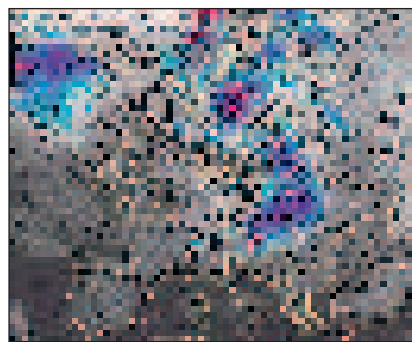
A ciklonok kialakulásánál az *A* típus mindig megfigyelhető, a viharciklonok esetén viszont a *B* típus hozzájárulása is meghatározó. A *C* típus szerepe elsősorban a 60. szélességi körtől délre keletkező viharciklonoknál jelentős.

Viharciklonok 2013–14 telén

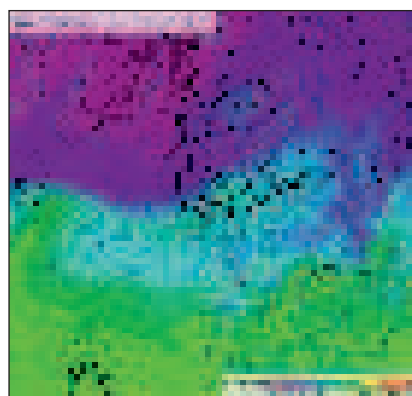
Bár az elmúlt évtizedekben sem számított rendkívüli jelenségnek a viharciklon, a 2013–14-es tél viharciklonjainak száma és

erőssége valóban rendkívüli. Ha egy ilyen típusú légörvény az óceán fölött marad, akkor általában nem okoz nagyobb problémát, ha azonban eléri a kontinenst, akkor óriási károkat okozhat. Ilyen volt a leghírhedtebbek közül az 1999 karácsonján Nyugat-Európára lecsapó *Lothar* névre keresztelt ciklon, vagy az a vihar, amely mélyen benyúlva a kontinens belsejébe 2004. november 19-én a Magas Tátra déli lejtőjén kialakult ún. lejtővihar kiváltója volt, ami mintegy 300 hektár erdőséget tarolt le. A 2013–14-es tél viharai az atlanti partoknál mind erősségükben, mind előfordulási gyakoriságukban messze túltették az előző évek viharain.

A tél első pusztító viharciklonja, amely a Xavér nevet kapta, december 5-én csa-

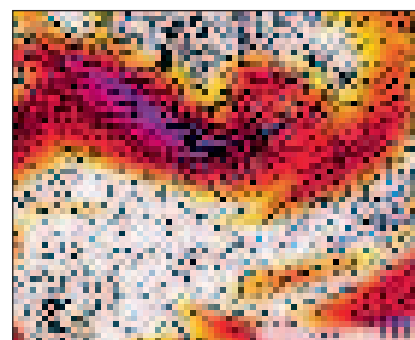


4. ábra. A Xavér viharciklon műholdképe (infravörös tartományban), tengerszintre számított légnyomási mezeje (folytonos fekete vonalak) és a felszín közeli szélmezeje (szélzászlók) 2013. december 5. 21 UTC-kor. A ciklon centruma Svédország fölött volt és a ciklon szélmezeje a sűrűn lakott Északi-tenger partján okozott nagy pusztítást Angliától a Baltikumig



5a. ábra. A gyorsan mélyülő Xavér ciklon hátoldalán hideg levegő zúdul Európára. A tengerszintre átszámított légnyomás izobárjai (folytonos fekete vonalak) és az alsó légkör (850 hPa nyomásszint) hőmérsékleti mezejét (színezett területek) mutatja az ECMWF analízis 2013.12.05. 06 UTC-kor

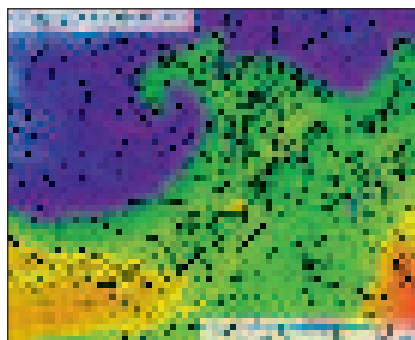
pott le a Brit-szigetekre. A Grönland partjaitól délre kialakult légörvény centrumában a légnyomás a kezdeti 1000 hPa-ról 24 óra alatt mintegy 30 hPa-t süllyedt és a 60. szélességi fok mentén haladva a Balti-tenger fölött érte el a legfejlettebb stádiumát, amikor a centrumban a légnyomás kevéssel 960 hPa alá csökkent (4. ábra). Bár ez a nyomásérték még nem számít rendkívülinek, a szél mégis pusztító erősségű volt. A bevezetőben már említett széllökések a skóciai 229 km/h maximumon kívül az északi tengeri fűtőtornyokon ugyancsak többfelé meghaladták a 160 km/h-t, míg Németországban a tengerparti területeken 140 km/h körüli legerősebb szelet mértek. A vihar elsősorban Skóciában, az Északi-tengeren, valamint Skandináviában, Németországban és Lengyelországban okozott rendkívüli időjárást. Mindenekelőtt a szélvihar okozta károk voltak tetemesek. A vihar kialakulásában (5.a. ábra) a jelentős hőmérsékleti különbségek – azaz az *A* típusú ciklogenezis hatás mellett – meghatározó volt a magassági futóáramlás szerepe is, vagyis a *B* típusú ciklogenetikus hatás, mivel a jet stream tengelye a nagy magasságokban végig a ciklon centrumától kissé délnyugatra húzódva folyamatosan „pörgette fel” a légörvényt (5.b. ábra). A pusztító szélviharhoz hozzájárult a ciklon gyors áthelyeződése, mivel ez a déli oldalán hozzáadódott a ciklon forgási sebességéhez. A másik ok a légörvény centruma és környezete közötti óriási légnyomáskülönbség volt, amely kialakulásához hozzájárult a ciklon hátoldalán lezúduló hideg levegő. A pusztítás legfőbb oka azonban a viharciklon pályája volt, amely benyúlt a kontinens sűrűn lakott északnyugati partvidékei fölé, ahol a vihar megbénította a közlekedést,



5b. ábra. A magas szintű futóáramlás magja a ciklon délnyugati részén a magasból segítette a Xavér ciklon fejlődését. A folytonos vonalak a 300 hPa nyomásszint magasságát mutatják, a színezett területek a 300 hPa szint szélerősségét, a szélzászlók pedig ugyanezen szint irányát és erősségét az ECMWF analízis szerint

az áramszolgáltatást, megrongálta a lakó-épületeket és halálos baleseteket is okozott. Hazánkat szerencsére csak a vihar széle érte el, néhány látványosabb hóvizattal és viharos, de nem orkánerejű széllel.

Az Európára sújtó második erős viharciklon kevesebb, mint három hét eltelté-

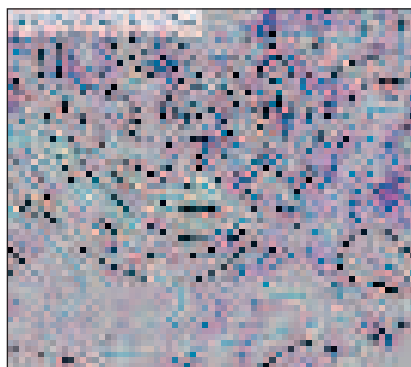


6. ábra. A Brit-szigetekre lecsapó hatalmas kiterjedésű viharciklon magjában a légnyomás 925 hPa szintig csökkent. A ciklon centruma körül megfigyelhető a bezáródó meleg mag, amely a viharciklonok egyik sajátossága. A folytonos vonalak a tengerszintű légnyomást, a színezett területek az alsó légkör (850 hPa magasságának) hőmérsékletét jelzik az ECMWF analízis alapján 2013. december 24. 06 UTC-kor

vel érkezett az atlanti partokhoz. A ciklon első jelei 2013. december 23-án a hajnali órákban mutatkoztak, amikor a brit partoktól nyugatra az egyébként is nagyon erős alapáramlásra egy gyorsan mélyülő instabil hullám jelent meg 986 hPa-os zárt izobárokkal. A ciklon gyors fejlődésénél itt is mindkét (A és B) ciklogenetikus hatás szerepet kapott, a nagy hőmérsékletkülönbség illetve a rendkívül erős jet stream valószínűleg berobbantotta a ciklont. A légörvény centrumában a légnyomás 24-én a délelőtti órákban érte el a 926 hPa-os minimumát (6. ábra). Ehhez hasonló alacsony légnyomás értékek csak az erősebb hurrikánok centrumában fordulnak elő. A 6. ábrán az is látható, hogy a legfejlettebb fázisban nem csak a ciklon mélysége, hanem annak horizontális kiterjedése is óriási méretű volt. Az egységnyi távolságra eső legnagyobb nyomáskülönbség (nyomás gradiens) a Csatorna és Északnyugat-Európa térségében okozta a leg-erősebb, sokfelé 120–140 km/h lökésekkel kísért szelet. A hőmérsékleti mezőben ugyancsak megfigyelhető a viharciklonokra jellemző melegebb ciklonmag, amelyet a bezáruló hidegebb légyűrű vesz körül. A jet stream felülről történő ciklogenetikus hatásának köszönhetően a ciklon tengelye megközelítően függőleges volt, vagyis pl.

8000–9000 m magasságban ugyanazon terület fölött volt a depresszió középpontja, mint a felszínen (7. ábra). A ciklon fejlődéséhez jelentősen hozzájárult a C típusú ciklogenetikus tag, vagyis a vízgőz kicsapódása és az ezzel járó csapadékképződés. A felcsavarodó nedves szállítószalag nagy távolságból gyűjtötte össze azt a nedvességet, amely a ciklon déli oldalán igen jelentős (40–60 mm/24 óra) csapadékot okozott, illetve a kondenzációval járó hőfelszabadulás révén tovább erősítette a légörvényt. Az intenzív csapadékhöz még hozzáadódott az orkán erejű szél, amely mint egy magasnyomású vízgyű, oldalirányból csapódott az épületek falához, illetve a kültéri elektromos berendezésekhez. Hasonló jelenség történt 2010 tavaszán, Magyarországon is, amikor a Zsófia névre keresztelt ciklonban a 40–50 mm csapadék az orkán erejű széllel együtt oldalról feláztatta az épületek falát, partszakadásokat okozott, illetve valószínűleg hozzájárulhatott a kolontári vörösiszap tároló északi falának a fellazulásához és a hónapokkal későbbi leomlásához is.

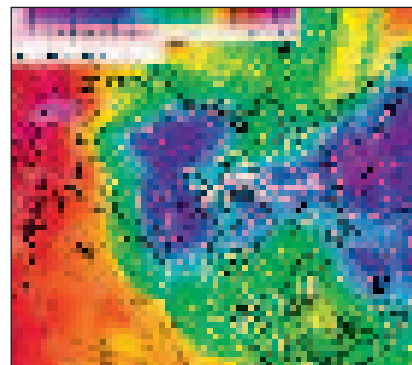
A harmadik jelentősebb viharciklon mindössze 2 napot váratott magára és ismét lecsapott az angol partokra. Ezúttal a ciklon legintenzívebb fejlődése az óceán fölött ment végbe, így amikor a centruma



7. ábra. A viharciklonok tengelye nem, vagy csak alig dől a magassággal. A kék vonalak a 300 hPa nyomásszint magasságát, a fekete vonalak a tengerszintű légnyomást mutatják. A centrum minden szinten ugyanazon terület fölött esik

az ír partokhoz ért, valamelyest gyengébb volt az elődjénél, de Nyugat-Angliában még így is 175 km/h szellőkések és ismét rendkívül nagy mennyiségű, 60–80 mm csapadék kísérte az átvonulását.

Január elején (január 5–6.) újabb hatalmas kiterjedésű ciklon alakult ki az Atlanti-óceán fölött amelynek hosszú áramlási rendszerében óriási hullámok alakultak ki, a 15–16 méter magas hullámok súlyosan megrongálták a partvédő műveket.

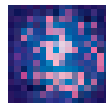


8. ábra. A felszíni kisugárzás miatt Szibériában lehült és felhalmozódott hideg légtömegek az északi pólus felett kialakult áramlási viszonyok miatt a tél folyamán folyamatosan áthelyeződtek a póluson keresztül Kanada fölé. A poláris vetületen (középen az Északi-sark) a 850 hPa hőmérsékleti viszonyai (színezett területek) és a szint magassága (vékony fehér vonalak) látható. Az A az alacsony, az M a magas nyomású központokat jelzi. A vastag fehér nyíl a légtömeg áthelyeződésének irányát mutatja

Február közepéig több, a fentieknél gyengébb légörvény követte egymást, amelyek nem feltétlenül érték el a viharciklon kategóriát, illetve a viharciklonok az Atlanti-óceán északi területein vonultak el. A rendszeres nagy csapadék azonban elsősorban Dél-Angliában kritikus árvízhelyzetet okozott, illetve a francia és angol partoknál az állandó heves hullámzás meggyengítette a partvédelmi műveket. A sokat szenvedett atlanti partvidékre február 12-én csapott le az újabb viharciklon, ismét jelentős csapadékot és Nyugat-Angliában 166 km/h-s orkánerejű szelet okozva. Két nappal később, február 14-én jött a következő viharciklon, amely hasonlóan a decemberi ciklonpáros második tagjához valamivel gyengébb volt, „csak” 144 km/h szelet mérték, ezúttal Dél-Angliában, azonban az intenzív és nagy csapadék most sem maradt el, végleg megroppantva Dél-Anglia árvízvédelmét. A februári ciklonok központjában kevésbé volt alacsony a légnyomás, mint a decemberi viharok esetén, de mindhárom ciklogenetikus hatás szerepet kapott a légörvények kialakulásában.

A globális háttér

2013–14 telén a szokatlanul gyakori és intenzív ciklonkeletkezés háttérében a globális cirkulációs rendszer sajátosságai állnak. A téli helyzetekben általában megfigyelhető egy szibériai és a kanadai kettős hideg centrum jelenléte. Mindkét rendszer a



kontinensek belsejében télen jellemző, erős hosszuhullámú kisugárzás miatt alakul ki. Ezen a télen gyakran előfordult, hogy a szibériai pólus nem hűlt le a szokásos mértékben, ugyanis a felhalmozódó hideg levegő átáramlott az északi sarkvidéken keresztül Kanadába (8. ábra). A szibériai hideg Kanadába történő átáramlásában jelentős szerep jutott a Csendes-óceán keleti partjainál, illetve Japán térségében kialakult hatalmas ciklonoknak. A ciklonok Ázsia keleti partvidékén vonultak északnyugati irányba és az áramlási rendszerük messze északra benyúlt Szibéria keleti területei fölé. A kanadai hideg mag így nemcsak a saját területeken történő kisugárzás, hanem a Szibériából jövő „hideg import” által is erősebb lett. Mindezt az Egyesült Államok és főként Kanada lakossága ugyancsak megtapasztalta a gyakori rendkívül zord, téli időjárás következtében. A kanadai hideg mag délkeleti oldalán, sarkvidéki és a meleg déli levegő közötti frontrendszeren gyorsan kialakultak a ciklonok, a hosszú frontrendszer mentén létrejövő összeáramlás pedig a délebbi óceáni területek meleg és nedves levegőjét is északra mozdítja. A kanadai hideget körülvevő frontrendszer fölött szinte egész télen folyamatosan fennmaradt a hidegmagot körüláramló jet stream. A fentiekből következően a szokatlanul megerősödő kanadai hidegmag és a melegebb Atlanti-óceán határán mindhárom ciklogenetikus hatás jele volt, így indulhatott be a több hónapra keresztül működő „ciklongyár”.

Hazánk időjárására közvetett hatással voltak az atlanti viharok: a ciklonok déli oldalán rendszerint enyhébb légtömegek áramlottak a térségünk fölé és hozzájárultak az egész Európában megfigyelhető szokatlanul enyhe télhez. A viharciklonok a viszonylag stabil mozgású és hosszan fennmaradó nagytérségű légköri hullámokhoz – planetáris hullámokhoz – képest kisebb objektumok. A gyors mozgású viharciklonok ráakodva a planetáris hullámokra tovább növelik a globális cirkuláció turbulenciáját, egyszersmint növelik a közép-távú (5–10 napos) előrejelzések bizonytalanságát. ☞

Irodalom

- J. Bjerknes and H. Solberg, 1921: Ont the life of cyclones and the polar front theory of Atmospheric Circulation. *Mon. Wea. Rev.*, Vol. 50, 468–473.
- Shapiro, M.A., Keyser, D., 1990: Fronts, jets streams and tropopause. In: *Extratropical Cyclones*. American Meteorological Society.
- Thorncroft, C.D. and Hoskins, B.J. 1990: Frontal cyclogenesis. *Journal of Atmos. Sci.*, Vol. 47
- R. S. Plant, 2004: The dynamics of a midlatitude cyclone with very strong latent-heat release. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* Vol. 130.

SIPOS ORSOLYA

Együttélő egysejtűek

Baktériumközösségek a természetben és mikrocseppekben

A Doktorandusz cikkpályázatunk 2014 évi nyertesei

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat és a Doktoranduszok Országos Szövetsége által közösen meghirdetett Doktorandusz cikkpályázat Természet Világa kategóriájának nyertesei:

I. díj. Sipos Orsolya: Együttélő egysejtűek: Baktériumközösségek a természetben és mikrocseppekben című pályamunkája (Szegedi Tudományegyetem, Multidiszciplináris Orvostudományok Doktori Iskola, témavezető: Galajda Péter)

II. díj. Ungvári Zsuzsanna: A térképi generalizálás automatizálása című dolgozata. Hogyan készítsünk jó térképet? (ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola, témavezető: Márton Máttyás)

III. díj. Cserkész-Nagy Ágnes: Ösvízrajztól a paleoklimáig. Pleisztocén folyóvízi üledékek a Tisza alatt (ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola, témavezető: Sztanó Orsolya)

Az első három helyezett írást e számunkban olvashatják, a megjelenésre érdemes írásokat folyamatosan közreadjuk.

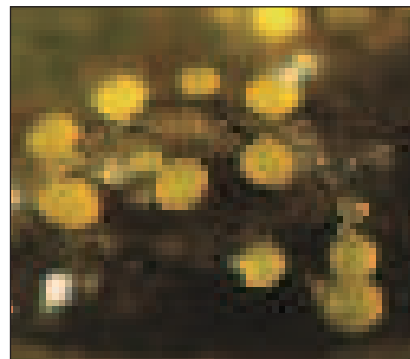
Földünk ökoszisztémájában igen fontos szerepet játszanak a baktériumok. Fotoszintetizáló egyedek részt vesznek legalapvetőbb energiaforrásunk, a napenergia hasznosításában, míg mások az elhullott élőlények lebontásában és újrahasznosításában játszanak fontos szerepet, folyamatosan segítve ezzel a földi bioszféra megújulását. Sőt azt is elmondhatjuk, hogy mikrobiális közösségek nélkül Földünk csodálatos biodiverzitása sem jöhetett volna létre.

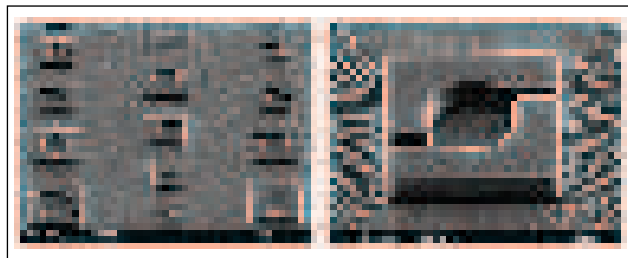
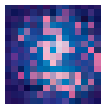
Körülbelül 3,8 milliárd évvel ezelőtt jelentek meg az első egysejtű élőlények a Földön, melyek a prokarióták, a baktériumok és az archeák, illetve az eukarióta (sejtmaggal rendelkező) szervezetek közös őseinek tekinthetők. Bolygónk 4,6 milliárd éves történetének túlnyomó részében, csupán mikroorganizmusok népesítették be a Földet. A cianobaktériumok körülbelül 3 milliárd éve jelentek meg a baktériumfajok színes palettáján. Egyik anyagcsere-melléktermékük a molekuláris oxigén volt, melynek kibocsátásával lehetővé tették az oxigén feldúsulását a Föld légkörében az évmilliárdok során. Ez feltétlenül szükséges volt ahhoz, hogy a ma is megfigyelhető, bonyolult életformák kialakulhassanak, melyek oxigént használnak fel anyagcsere-folyamataik során. Földünk légkörének ma mérhető oxigénszintjét természetesen csak lassan voltak képesek a

cianobaktériumok kialakítani, körülbelül 500–800 millió évvel ezelőtt érthette el a ma is megfigyelhető kb. 21%-os szintet a légkör oxigéntartalma. A molekuláris oxigén megjelenésének másik mellékhatása az ózonréteg kialakulása volt a Föld légkörében, mely védelmet biztosított az UV-sugárzás DNS-t károsító hatásai ellen, és ezáltal lehetővé tette, hogy a bioszféra a szárazföldön is virágozni kezdhesse.

1. ábra. Az egyes „fruiting body”-nak nevezett multicelluláris képződményeket több százezer *Myxococcus xanthus* sejt alkotja

(Forrás: Gross (2005) *Antisocial Behavior in Cooperative Bacteria (or, Why Can't Bacteria Just Get Along?)*. *PLoS Biol* 3(11): e398





2. ábra. Baktériumközösségek vizsgálatára alkalmas mikrofluidikai kamrák pásztázó elektronmikroszkópos felvételei

Jelenlegi ismereteink szerint hozzávetőlegesen $2,5 \cdot 10^{30}$ baktérium él bolygónkon. Ahhoz, hogy elképzelhessük ezt a hihetetlenül nagy számot, gondoljunk a csillagos égre fölöttünk. A Tejútrendszerben a csillagok száma 10^{11} – 10^{12} -re tehető, és ma már azt is tudjuk, hogy a világegyetem hozzávetőlegesen 10^{11} – 10^{12} galaxist tartalmaz. Ebből (feltételezve, hogy az Univerzumban található galaxisok egyforma méretűek és egyforma csillagsűrűségűek) megbecsülhetjük, hogy az Univerzumban található csillagok száma közelítőleg 10^{22} – 10^{24} között van. Természetesen ez csak nagyon durva közelítés, hiszen a galaxisok mérete és az azokat felépítő csillagok száma nagyban eltérhet egymástól, azonban most tekintsünk el ettől. Tehát, ha ezen becsléseket elfogadjuk, kiderül, hogy legalább néhány nagyságrenddel nagyobb a bolygónkat benépesítő baktériumok száma, mint ahány csillag található az egész Világegyetemben. A számok hihetetlennek tűnnek, de nem szabad elfelejtenünk az egyes baktériumok méretét. Egy mikroba 0,5–5 mikrométer körüli átlagos mérettel rendelkezik, mely azt jelenti, hogy 1 mm^2 felületen akár 1 millió (10^6) baktérium is elfér egymás mellett. Így már nem is olyan nehéz ekkora számban jelen lenni a bolygónkon.

Érdekes megemlíteni azt is, hogy az emberi testet körülbelül 10^{13} – 10^{14} sejt építi fel, míg a testünkön és testünkben élő baktériumok száma közelítőleg 10^{14} – 10^{15} , vagyis körülbelül tízszer annyi baktériumsejt él velünk szoros kölcsönhatásban, mint ahány „saját” sejt építi fel a testünket. Ezen egysejtűek nem patogének, nem okoznak megbetegedést, sőt többségük kifejezetten szükséges egészségünk fenntartásához. Ugyanakkor a kórokozók vizsgálata és a fertőzések lefolyásának mélyebb megértése tudományosan legalább olyan fontos, mint a barátságos mikrobák velünk és egymással való kölcsönhatásainak megismerése. A patogén baktériumok tanulmányozása, a baktériumközösségek közötti kapcsolatok megértése nagyban hozzájárult az utóbbi száz évben a fejlett országok egészségügyében bekövetkezett változásokhoz. Száz évvel ezelőtt a legtöbb halálesetet okozó megbetegedés még gyakran valamilyen bakteriális fertőzés volt, mint a

tüdőgyulladás vagy a tuberkulózis. Ma már az ilyen jellegű halálesetek száma jelentős mértékben csökkent, hála a mikrobiológiai kutatások eredményeinek klinikumban történő alkalmazásának.

A sejt az élet alapvető építőeleme, melyet egy féligáteresztő membrán határol el környezetétől. Ez a határoló felület lehetővé teszi különböző anyagok felvételét és kibocsátását a környezetbe, illetve a sejtek és környezetük közötti kommunikációt kémiai jelzőmolekulákon keresztül. A baktériumok ennek megfelelően szoros, de egyben nagyon dinamikus kölcsönhatásban állnak az őket körülvevő környezettel ezen féligáteresztő membránon keresztül.

Bár hajlamosak vagyunk eme parányi egysejtűekre magányos, elszeparált élőlényekként tekinteni, a baktériumok kifejezetten társas lények. Tudnak kommunikálni egymással, együttműködni más egyedekkel, jeleskednek a munkamegosztásban, de akár arra is képesek, hogy megtévesszék egymást, vagy az őket hordozó gazdaszervezetet, ha a helyzet úgy kívánja. Mindezeket a komplex viselkedési formákat direkt sejt-sejt kapcsolatokon, illetve kibocsátott és érzékelt kémiai jelzőmolekulákon keresztül valósítják meg.

A hagyományos mikrobiológia és biokémia a múlt században hihetetlen mértékű sikereket ért el a sejtek élettani folyamatainak megértése terén. Az alkalmazott redukcionista szemléletmód nagyban leegyszerűsítette az információszerezés folyamatát, azonban ez a fajta hozzáállás sok szempontból korlátozta is a megszerezhető tudás mennyiségét. A sejtbiológusok által kifejlesztett vizsgálati módszerek teljesen homogén környezetben tenyésztett monokultúrákat használtak. Ennek eredményeként, az egyes sejteket apró mechanisztikus biokémiai gyáraknak tekintve, a fehérjék és a gének működésének megismerése soha nem látott alapossággal vált lehetővé. Az utóbbi időben azonban kiderült, hogy a sejtek környezetükkel, illetve más szomszédos sejtekkel való kölcsönhatása alapvetően befolyásolja viselkedésüket. A természetben a baktériumok sosem

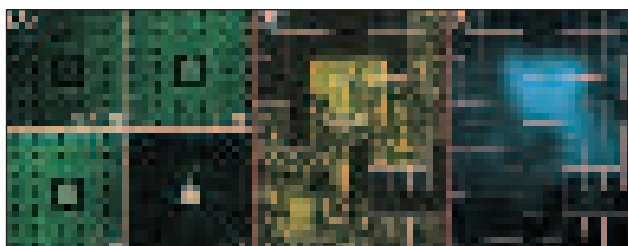
találkoznak homogén környezettel, mi több, a környezet struktúrája alapvetően befolyásolja egy mikrobiális közösség viselkedését.

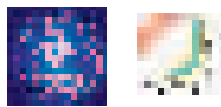
Kölcsönható mikroközösségek, bakteriális társulások a természetben

A baktériumok világában nagyon sok példa vált ismertté komplex viselkedési formák tekintetében, úgymint az együttműködés, a munkamegosztás, vagy éppen egymás megtévessztése. Társas viselkedést természetesen a magasabb rendű élőlényeknél gyakran meg lehet figyelni, azonban ha figyelembe vesszük, hogy a baktériumok nem csak, hogy nem rendelkeznek idegrendszerrel, de csupán egyetlen sejtből állnak, ezek az összetett viselkedési mintázatok szinte hihetetlennek tűnnek. A következőkben néhány egytűtű mikrobiális sejtközösség érdekes kapcsolatrendszerébe pillantunk bele.

Az egyik igen fontos társas viselkedési forma az állatvilágban a közös búvóhely, odú kialakítása (termeszárak, hangyák alagútrendszere). Baktériumközösségek által ilyen mesterségesen kialakított élőhelyek a biofilmek. A biofilm a sejtek által kiválasztott fehérjékből, poliszacharidokból álló háromdimenziós extracelluláris mátrix, mely védelmet biztosít (pl. a környezeti erózió, a gazdaszervezet immunrendszere, antibiotikumok ellen) a benne élő mikrobák számára. Ezekben a biofilmekben az egyes sejtközösségek fizikailag közel, szoros kölcsönhatásban állnak egymással, ami lehetőséget nyújt diffúzió útján történő hatékonyabb kommunikációra, illetve megkönnyíti egyes szimbiózisban élő fajok együttműködését. A biofilmek tanulmányozása igen fontos az orvosi gyakorlatban is. A katéterek, transzplantátumok felületén kialakuló biofilmek védelmet nyújtanak az antibiotikumokkal szemben a bennük élő patogén

3. ábra. (A) A fluoreszcensen megjelölt *Escherichia coli*-sejtek felhalmozódása mikrokamrában. A kamra mérete 250×250 mikrométer. (B) Mikroszkópos felvétel a *Vibrio harveyi* sejtekről a labirintusban töltött 8 óra elteltével. (C) A *V. harveyi* sejtek lumineszcenciájának megjelenése a labirintus nagy sejtűrségű helyein. (A biolumineszcencia kibocsátása jelzi quorum érzékelés által koordinált folyamatok beindulását a sejtekben.) Forrás: Park et al. (2003) *Motion to Form a Quorum*, Science, 301(5630), 188–188





baktériumok számára, amelyek így súlyos szövődeményekkel járó fertőzést okozhatnak.

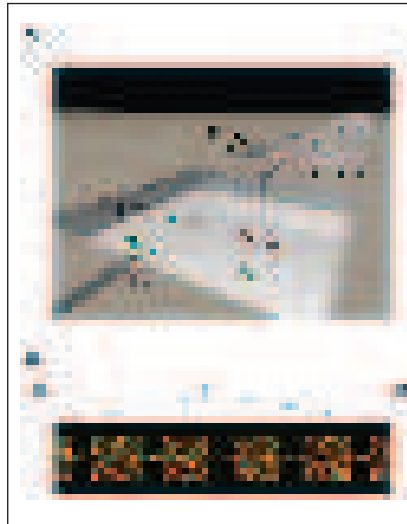
A természetes bélflóránkat alkotó mikrobiális közösségek alapvető fontosságúak egészségünk fenntartása érdekében. Laboratóriumi kísérletekben kimutatták, hogy egyes probiotikus hatást kifejtő baktériumok, mint a bifidobaktériumok vagy a laktobacilusok nemzetségébe tartozó fajok, az étlettérért és a tápanyagokért való versengésben megakadályozzák a patogén mikrobák bélfalhoz történő kitapadását. Így az emberi szervezetben a természetes mikroflóra baktériumai mintegy gátat képeznek a patogén betolakodók ellen, alapvető szerepet játszva ezzel a szervezet homeosztázisának fenntartásában.

Az együttélő mikrobiális közösségekben a sejtek nemcsak versengenek egymással a tápanyagokért, hanem gyakran tápanyagforrásnak is tekintik egymást. A *Mycococcus xanthus* tápanyaghiányos környezetben nagyszabású morfológiai változáson megy keresztül. Több mint százezer sejt néhány óra leforgása alatt, összehangolva mozgását és életfolyamatait, létrehoz egy „fruiting body”-nak nevezett multicelluláris képződményt (1. ábra), ahol a sejtek képesek differenciálódni. A közepén található egyedek spórákat alkotnak, így készülve fel az inséges időkre. Ez a „fruiting body” formáció ezzel együtt elősegíti a sejtek ragadozó viselkedését is. Az együtt mozgó, egy organizmusként viselkedő sejtek körbeveszik a kiszemelt prédát, az általuk termelt emésztőenzimek segítségével elpusztítják azt, majd felhasználják az így felszabadult fehérjedús táplálékot.

Természetesen vannak mindkét fél számára hasznos kapcsolatok is a baktériumok világában. Erre egy nagyon érdekes példa, hogy egy úszásra és kemo taxisra (kémiai jelek követésére) képes, de nem fotoszintetizáló bétaproteobaktérium szoros kölcsönhatásban él az öt folytonosan körülvevő zöld-kénbaktériumokkal. Egyfelől a kénbaktériumok számára hasznos e társulás, mikrokonzorcium mozgásra való képessége, mivel így képesek több kénhez hozzájutni. Másrészt a helyváltoztatás képességét biztosító proteobaktérium valószínűleg hozzáfér a kénbaktériumok által fotoszintézis segítségével termelt szénforrásokhoz. Az igazán érdekes jelenség azonban az, hogy az együttélő sejtek eddig fel nem térképezett jelátviteli útvonalakon keresztül képesek kommunikálni egymással. A bakteriális konzorcium csakis fényben mozog a kén irányába, amit viszont a kemo taxisra képes centrális sejt nem képes érzékelni.

Nanoforradalom az élettudományokban

A baktériumközösségek vizsgálata egészen az elmúlt évtizedekig jól megalapozott mikrobiológiai rutintechnikákon alapult, úgymint monokultúrák tenyésztése agarlemezen vagy folyamatosan rázott lombikban, esetleg kevert



4. ábra. (A) A mikrofluidikai csip sematikus rajza. (B) A mikrokamrákat tartalmazó csip egyszerűsített vázlata, és fluoreszcencia mikroszkópos felvétel a mikrokamrákban stabilan együttélő kooperáló (zöld) és csaló (piros) *E. coli* sejtek. Forrás: Hol et al. (2013) *Spatial Structure Facilitates Cooperation in a Social Dilemma: Empirical Evidence from a Bacterial Community*. PLoS ONE 8(10): e77042

komosztátokban. Azonban a fizikai környezet topológiája, a tápanyagok és a kémiai jelzőmolekulák egyenletlen eloszlása a természetben alapvetően befolyásolja a sejtek viselkedését, egymás közötti kapcsolatait. Ráadásul ez egy olyan fontos jelenség, hogy a legalapvetőbb biológiai szinten, a gének kifejeződése szintjén is megvalósul. Ezért ha mélyebben meg akarjuk érteni a mikrobiális közösségek viselkedését, legyen az akár biofilmképződés vagy antibiotikum-rezisztencia kialakulása, fontos, hogy a természetes körülményeket jól modellező mikro-környezetet hozzunk létre vizsgálataink során.

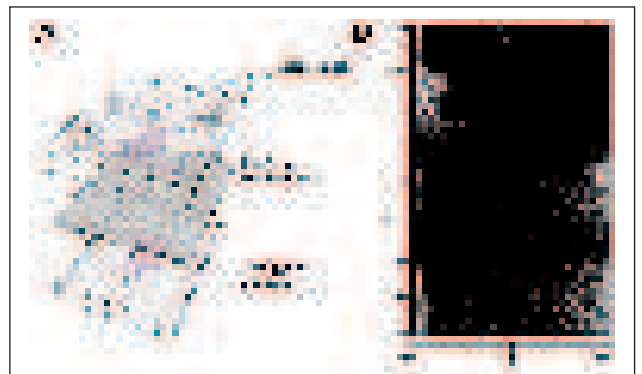
Az utóbbi években a mikro- és nanotechnológia megjelenése forradalmasította a mikrobiológiai kutatásokat. Olyan új biokompatibilis anyagokat dolgoztak ki, amelyek használatával baktérium-

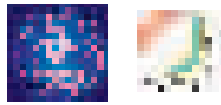
(de akár állati, vagy éppen humán) sejtek tenyésztethetők a természetben előforduló vagy fiziológiás körülményekhez nagyon hasonló, de teljes mértékben megtervezett és ellenőrzött környezetben (2. ábra).

Mikrofabrikációs eljárások alkalmazásával többféle különböző anyagból kialakíthatóak ezek a mesterséges mikro-környezetek a baktériumközösségek számára. Készülhetnek szilíciumból, de szintén elterjedtek a műanyag, gél vagy esetleg fehérje alapú eszközök. A szilícium alapú mirkocsipekbe gyakran lézer-, vagy ion-sugár segítségével maratják bele a kívát struktúrákat. Mikrofluidikai csipek gyártása során egy másik nagyon gyakran használt biokompatibilis anyag a dimetil-polisziloxán (PDMS), mely rugalmas, hőre szilárduló szilikon alapú szerves polimer. A rugalmas műanyag mikroszipek előállítására fotolitográfiai eljárással készített öntőformák segítségével történik. Az öntőformák elkészítése után a mikroszipek sokszorosíthatóak. A PDMS alapú mikroszatornák használatának számos előnye van, többek között az oxigént áteresztő képesség, a költséghatékony, megbízható reprodukálhatóság, illetve az, hogy a PDMS átlátszósága miatt ezek a csipek könnyedén vizsgálhatóak mikroszkópos képalkotó eljárásokkal.

Egy másik nagyon fontos biokompatibilis anyagcsoport a hidrogélcsoportja. Ezek hidrophil polimerekből épülnek fel. Segítségükkel képesek vagyunk litográfia alkalmazásával olyan polimerhálózatot létrehozni, melynek a rajta keresztüli anyagtranszportot leíró paraméterei jól meghatározottak. Ezek a porózus szerkezetek remek lehetőséget kínálnak

5. ábra. (A) A mikrofluidikai csatorna sematikus rajza. (B) A mikroszatorna egy pontjában 5 percnként felvett fluoreszcencia mikroszkópos felvételeket egymás alá illesztve a sejtek mozgása nyomon követhető a csatornában. A sejtek az első 1,5 órában a tápanyagban gazdag kamra körül csoportosulnak (bal oldal). Ahogy a bal oldali kamrában a gyorsan felnövekvő baktériumpopuláció anyagszertermekei feldúsulnak, a középső csatorna sejtjei elhagyják a tápanyagban dúsabb életteret, a csatorna jobb oldalára úsznak. Forrás: Nagy et al. (2014) *Interaction of Bacterial Populations in Coupled Microchamber Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, 28 (2) 225–231 (2014)





nak kémiai gradiensek kialakítására, illetve bakteriális biofilmek modellezésére 3 dimenzióban. Fehérje alapú hidrogélek *in situ* polimerizációjával képesek vagyunk akár néhány sejtet is csapdába ejteni és azokat egyedszinten vizsgálni pikoliteres térfogatú kamrácskákban.

A fenti technológiák és biokompatibilis anyagok segítségével létrehozott mikroméretű csatornákkal, kamrákkal könnyedén kialakíthatunk kémiai gradienseket, fizikailag szeparálhatjuk, de kémiaileg össze is köthetjük a vizsgálni kívánt baktériumpopulációinkat. A világ számos mikrofabricációs laboratóriumában ma már olyan mikrofluidikai csipek készülnek, melyek jól modellezik például az emberi szervezet érhálózatának kapillárisait, vagy éppen egy baktériumközösség biofilmjét.

Mesterséges megvilágításban Baktériumközösségek a mikroszkóp alatt

A mikrobák viselkedésének közösségi kontextusba helyezése és rendszer/populáció-szintű vizsgálata, illetve a legmodernebb technológiák (nanotechnológia, mikrofabricáció, mikrofluidika) ötvözése új távlatokat nyitott a bakteriális közösségek működésének megértése terén.

A bakteriális kommunikáció és együttműködés egyik igen érdekes példája a quorum érzékelés. Ez a jelenség azon alapul, hogy az egyes baktériumsejtek összehangoltan képesek megváltoztatni a génkifejeződési mintázatukat a jelenlevő sejtek létszámának megfelelően. Ez a jelenség szabályozza azokat a folyamatokat, amelyek hatékonyságához általában nagy sejtszám szükséges, mint a biofilmképzés, vagy virulencia-faktorok, antibiotikumok termelése. Ez az összehangolt sejtválasz úgy jöhet létre, hogy a sejtek kisebb jelzőmolekulák kibocsátásával és érzékelésével folyamatosan monitorozzák környezetüket, és ha a helyi sejtsűrűség meghalad egy kritikus értéket, minden sejt egyszerre ad választ a detektált környezeti feltételekre. A Princeton Egyetemen *Robert Austin* és kutatócsoportja mikroméretű kamrákat, illetve labirintusokat hozott létre mikrofluidikai csipeken, ahol képesek voltak a baktériumok mozgását nyomon követni és megfigyelni, hogy a sejtek viselkedése miként függ a létszámtól (**3. ábra**). Kiderült, hogy a sejtek megfelelően strukturált, szűk terek, kamrákat tartalmazó fizikai környezetben pozitív kemotaxis mutattak a saját maguk által kiválasztott anyagcsere-termékek iránt (pl. glicin), vagyis mozgásukkal e kémiai jeleket követték. Így aggregációkat, csoportosulásokat hoztak létre, melyekben kiemelkedően nagy számban fordulnak elő a sejtek. Ahogyan a sejtek felhalmozódtak szűk terekben, a termelt jelmolekulák koncent-

rációja megnövekedett. Úgy tűnik tehát, hogy a baktériumok aktívan is képesek befolyásolni az egész populációra kiterjedő összehangolt viselkedési mintázataikat.

A természetben számos példát láthatunk együttműködő sejtközösségekre. Hollandiában, a Delfti Műszaki Egyetemen *Juan Keymer* és *Cees Dekker* csoportja azt vizsgálta, hogyan hat a környezet topológiája az együttélő baktériumközösségekre (**4. ábra**), ha a populációban „csalók” is jelen vannak. A csalás fogalma jelen esetben azt a genetikai mutációt jelentette, mely nem engedi meg, hogy a sejtek stacionárius fázisba lépjenek és növekedésük lelassuljon, amikor a bakteriális közösség már felélte a környezetben megtalálható tápanyagok döntő hányadát. Kutatásaikból kiderült, hogy a kooperáló és a csaló egyedek csak abban az esetben voltak képesek stabilan fennmaradni, amikor a fizikai környezet jól strukturált volt.

A Szegedi Biológiai Kutatóközpont Biofizikai Intézetében kifejlesztettünk egy PDMS alapú mikroszipet, mely egyrészt alkalmas kémiai gradiensek kialakítására áramlásmentes környezetben, másrészt lehetőséget biztosít különböző baktériumpopulációk együttes tenyésztésére fizikailag szeparált, de kémiaileg összekapcsolt kamrákban (**5. ábra**). Így egyszerűen vizsgálható a mikrobiális közösségek egymásra gyakorolt hatása, együttélésre való képessége, dinamikus kapcsolatrendszere. Kísérleteinkben *E. coli* populációkat neveltünk egymás szoros környezetében, ahol az egyik populációnak könnyebb hozzáférést biztosítottunk a tápanyagok számára. A tápanyagokban gazdagabb kamrában élő sejtek populációja így jóval gyorsabban gyarapodott. 1,5 óra elteltével megfigyeltük, hogy a nagyobb populáció nem csupán a sejtek számában nötte túl a szomszédos kamra sejtközösségét, de az általuk kibocsátott metabolikus melléktermékek (pl. indol, acetát) felhalmozódása taszítólag hatott a kisebb sejtközösségre, kiszorítva azt a tápanyagban gazdag élettérrel.

Az említett példák jól illusztrálják, hogy a nanotechnológia és a hagyományos mikrobiológia összefonódásából született új vizsgálati módszerek eddig számunkra nem feltérképezhető jelenségek tanulmányozása felé nyitották meg az utat a baktériumok nem is annyira egyszerű világának megismerésében. A jövő kutatásai pedig remélhetőleg segítenek majd abban, hogy mélyebben megértsük a mikrobiális közösségek sokszínűségét, és felhasználhassuk ezen tudásunkat a biotechnológiában, az orvosi és mérnöki tudományokban. *

Kislexikon

cianobaktérium: ősi fotoszintetizáló baktériumtörzs, mely egyedeit korábban életmódjuk alapján kékoszatokként növényeknek tekintették

poliszacharidok: hosszú szénhidrátláncok, melyek glikozidos kötéssel kapcsolódó cukormolekulákból épülnek fel (pl. cellulóz, keményítő)

chemotaxis: az a jelenség, amikor a környezet kémiai összetétele egy sejt vagy organizmus aktív, mozgásban megnyilvánuló választ váltja ki (pozitív chemotaxisról beszélünk, ha a sejt vagy szervezet a nagyobb koncentrációjú hely felé mozdul el)

proteobaktériumok: a baktériumok egyik számos tagot tartalmazó törzse, mely különböző anyagcsereúttal rendelkező Gram-negatív baktériumfajokat foglal magába

mikrofabricáció: olyan anyagmegmunkálási eljárások összefoglaló neve, melyek során mikrométeres nagyságrendű struktúrákat alakítanak ki egy hordozó felületen

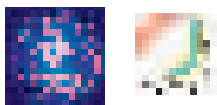
mikrofluidika: multidiszciplináris tudományterület, mely folyadékok mikroméretű skálán történő mozgásának, csapdázásának, keverésének alkalmazásaival foglalkozik

fotolitográfia: olyan mikrofabricációs eljárás, mely során egy szubsztrátra vékony rétegben (1–100 mikrométer) felvisszunk valamilyen fényérzékeny anyagot, majd azt egy maszkon keresztül UV-fénnyel megvilágítjuk. A megvilágított részekből további hő és kémiai kezelés után a maszknak megfelelő tetszőleges struktúrák alakíthatók ki a felületen.

stacionárius fázis: egy baktériumpopuláció növekedése során, ha a környezetben található tápanyagok nagyrészt felélte, az egyes sejtek a gyors, exponenciális növekedési fázist követően egy olyan életszakaszba lépnek, ahol a sejtosztódás úgynevezett növekedési faktorok segítségével genetikai szinten gátolt. Mindez annak érdekében történik, hogy a közösség a korlátolt tápanyaghozáférés esetén is fenn tudjon maradni.

Irodalom

- Crespi, B. J. (2001) The evolution of social behavior in microorganisms. Trends in Ecology & Evolution, 16(4), 178–183.*
Little, A. E. F., Robinson, C. J., Peterson, S. B., Raffa, K. F., & Handelsman, J. (2008). Rules of Engagement: Interspecies Interactions that Regulate Microbial Communities. Annu. Rev. Microbiol., 62(1), 375–401.
Wessel, A. K., Hmelo, L., Parsek, M. R., & Whiteley, M. (2013) Going local: technologies for exploring bacterial microenvironments. Nat. Rev. Microbiol., 11(5):337–48.
Park et al. (2003) Motion to Form a Quorum. Science, 301(5630), 188–188.
Hol et al. (2013) Spatial Structure Facilitates Cooperation in a Social Dilemma: Empirical Evidence from a Bacterial Community. PLoS ONE, 8(10): e77042.



UNGVÁRI ZSUZSANNA

Hogyan készítsünk jó térképet?

A térképi generalizálás automatizálása

A személyi számítógépek és néhány évvel később az internet széleskörű elterjedése nagy változásokat hozott a térképészetben is. Ma már az összes térképet számítógéppel készítenek; rengeteg közülük csak digitális formában jut el az olvasóhoz. Néhány esetben maga a felhasználó is közreműködhet a térképek elkészítésében, pl. az OpenStreetMap térképeinek adatgyűjtésében és szerkesztésében. Ezzel egyidejűleg megjelentek ingyenes grafikus és geoinformatikai szoftverek is, amelyeket bárki szabadon letelethet a webről. Előnyük, hogy a drága, magasabb képzettséget igénylő szoftverekkel szemben, használatuk gyorsabban elsajátítható, bővíti a felhasználó földrajzi-informatikai szemléletét, ezért az egyetemi szakoktatásban is gyakran alkalmazzák. Sajnos, ez az előny sok esetben a visszajára fordul: ugyanis a potenciális térképkészítők ismerik ugyan a szoftver funkcióit, képesek vele térképet szerkeszteni, de ezek térképész szemmel nézve sokszor hiányosak, vagy hibákat tartalmaznak. Ezek a hiányosságok halmozottan jelentkeznek a domborzatábrázolásnál a különböző méretarányokban. A továbbiakban bemutatom, hogyan lehet térképészetileg helyes, jól olvasható domborzati térképet készíteni. Ehhez különféle automatizálási módszereket is alkalmazok, amelyek felgyorsítják a térkép-szerkesztés folyamatát.

A térképi generalizálás és a méretarányok

„Egy-egy térkép maximális információ-mennyiségét a térkép befogadóképességének nevezik. A befogadóképesség korlátozottsága miatt nem lehet a teljes valóságot bemutatni. A térképen a megjeleníthető információk közül ki kell válogatni azokat, amelyek az adott térkép befogadóképessége mellett még ábrázolhatók, és ugyanakkor a legjellemzőbb ismereteket közvetítik a valóságról.”¹ Kis méretarányú térképekről kb. 1:200 000-nél kisebb méretarányú térképeknél beszélünk, ezek országrészeket, országokat, vagy ennél nagyobb területeket ábrázolnak.

1 Faragó–Gercsák–Horváth–Klighammer–Kovács–Pápay–Szeckerka: Térképészet és geoinformatika I. Szerk: Klighammer, Eötvös Kiadó, Budapest, 2010. 172. o.

A térképi domborzatábrázoláshoz használt alapanyagok az elmúlt években jelentősen megváltoztak, széleskörűvé vált az interneten ingyenesen hozzáférhető digitális domborzatmodellek (DEM), pl. SRTM², ETOPO1³ alkalmazása. Ezen modellekből gyorsan elkészíthető a térképek domborzatrajza: hipszometria (domborzatszínezés), summer (domborzatárnyékolás), szintvonalas ábrázolás. Ezek közvetlenül csak szűk méretaránytartományokban használhatóak jól, kisebb méretarányokban való alkalmazásukhoz generalizálás szükséges. A generalizálás automatizálását többféle algoritmussal is elvégezhethetjük, de az így kapott eredmény akkor jó, ha az hasonló a térképszerkesztő által kézzel rajzolt eredményhez.

Szintvonalas térképek készítése korábban

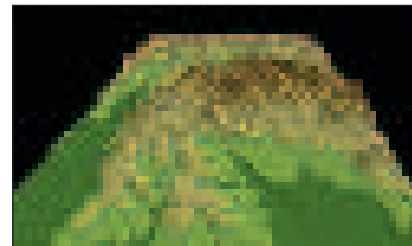
Az első ismert izovonalas térképi ábrázolást a XVI. században a holland származású Pieter Bruinss készítette el a Spaarne folyóról. Az izovonalak az azonos értékű pontokat összekötő görbéknek jelentik. Ha ezeket víz alatti mélységek ábrázolására használjuk, izobátoknak, tengerszint feletti magasságok esetén izohipszákknak, összefoglalva pedig szintvonalaknak nevezzük őket. Az első szárazföldi szintvonalas térkép 1791-ben jelent meg Franciaországban, Du Carla ötlete alapján Dupain-Triel készítette. A szintvonalas térképek elterjedésére azonban még bő száz évig várni kellett. Ekkora váltak a geodéziai műszerek és mérési módszerek megfelelően fejletté ahhoz, hogy nagymennyiségű magassági adatot tudjanak gyorsan és gazdasá-

2 SRTM: (NASA Shuttle Radar Topographic Mission). A Föld felszínének 80%-áról tartalmaz magassági adatokat. Az Endeavour űrsikló 11 napon keresztül szondázta a felszínt a sztereoradar-rendszere segítségével 2000 februárjában. Térbeli felbontása 90 m, vagyis egy vízszintes irányban szabályos rácsháló mentén ekkora távolságonként tartalmaz magassági adatokat. A modell csak a szárazföldről (helyenként a kontinentális shelf is) tartalmaz adatokat, a pólusok környéke, így az Antarktisz is kimaradt. Azokról a területekről nincs még adat, ahová a kamera nem látott be (főleg a magashegységek), ezeket később interpolációval pótolták.

3 ETOPO1: A teljes Föld felszínét, beleértve a tengerfenéket domborzatát is ábrázolja. Egy olyan domborzatmodell, amelyet több forrásból, és különböző részletességű adatokból készítettek, homogenizáltak. Térbeli felbontása 2 km.

gosan előállítani. A robbanásszerű áttörést a felhasználói igények lassú változása is hátráltatta. Ezen térképek fő felhasználói a katonák voltak, akik a XVIII–XIX. században nem az abszolút tengerszint feletti magasságokra, hanem a terep meredekségére, járhatóságára voltak kíváncsiak. Ezeken a térképeken lejtőcsúszós ábrázolást használtak.

A szintvonalas ábrázolás során fontos a megfelelő szintvonalköz kiválasztása. A nagy méretarányú térképeknél, pl. turistatérkép, topográfiai térkép, általában egyenként választjuk ki a magasságokat pl. 20 méteres szintvonalközt. A kis méretarányú térképek esetén már figyelembe kell venni a felszín magasság-gyakoriságának eloszlását. A hagyományoknak megfelelően gyakran kerek értékeket is felhasználunk, pl. 100, 250, 500 m, de a méretarány, az ábrázolás részletesség-



1. ábra. A Mátra 3D-s ábrázolása domborzatárnyékolással és hipszometriával

gének és a terület jellegének függvényében választjuk ki a többi magasság, ill. mélység-vonal értéket. Azt a folyamatot, amely során kiválasztjuk a megfelelő magasságokat, vertikális generalizálásnak⁴ nevezzük.

A horizontális generalizálás során a szintvonalak futásirányú, vagyis rajzolatának egyszerűsítése történik.

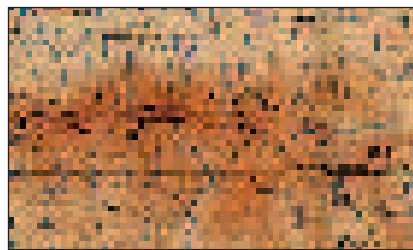
A számítógépes térképkészítés előtti időben a generalizálást több lépcsőben hajtották végre. Ha volt egy 1:100 000 méretarányú szintvonalas térkép, és a célméretarány 1:750 000 volt, el kellett készíteni a köztes méretarányokban is a térképeket, ugyanis egy lépésben ekkora mértékű egyszerűsítés nem kivitelezhető. Köztes méretarányokban elkészí-

4 Márton Mátyás: A világtenger kartográfus szemmel. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Informatikai Kar, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék. Budapest, 2012. p. 112.

tették pl. a 1:200 000-es, és 1:500 000-es térképet is. Ez rengeteg emberi munkát igényelt. Azonban mára lehetővé vált ezeket a lépéseket kihagyni, felgyorsítani a folyamatot. Mindezt az automatizálási algoritmusok teszik lehetővé.

Szintvonalas térképek készítése ma: a legújabb eredmények

A legújabb kutatásaim alapján egy szintvonalas térkép elkészítését konkrét példa bemutatásával ismertetem. Mielőtt azonban belekezdtem volna a térkép megszerkesztésbe, meg kellett határozni a térkép célját, méretarányát, valamint ismernem kell az ábrázolt területet. Mintaként 1:1 200 000, Erdélyt bemutató szintvonalas és hipszometrikus ábrázolást együtt alkalmazó térkép elkészítését tűztem ki célul, amelyhez később vízrajz is rendelkez-

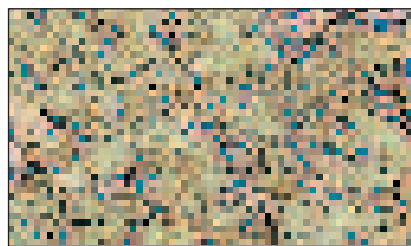


2. ábra. Hipszometriával kombinált szintvonalas ábrázolás az orosz nyelvű Atlas Mira-ban.

tő. Ahhoz, hogy szintvonalas térképet készítsünk, szükségünk van az egyik, már korábban bemutatott domborzatmodellre. Ezekből én az SRTM-et választottam. A DEM tartalmazza az egyes pontok koordinátáit és az ehhez tartozó magasságokat. Ezekből az adatokból a geoinformatikai szoftverekben⁵ lehetőség van szintvonalakat automatizáltan létrehozni. Ezek az algoritmusok már annyira fejlettek, hogy eredményükként megfelelő részletességű szintvonalrajz keletkezik. Ez a szintvonalrajz szolgál alapul a domborzati térképemhez. Mielőtt azonban bárhol is felhasználnám ezt az alapanyagot, meg kell határozni a méretarányát, illetve a digitális világban ezt adatsűrűségnek vagy felbontásnak is nevezjük. A méretarányt gyakorlati úton határozom meg már meglévő topográfiai térképekkel való összehasonlítással. A digitalizált topográfiai térkép és a szintvonalak összevetése után, az SRTM-re megállapított legnagyobb méretarány 1:150 000. Ha az ebből generált szintvonalakat szeretném felhasználni pl. 1:50 000-es turistatérképhez, ennek részletessége nem elegendő, ezért a szintvonalak szögletesen jelennek meg rajta. A meghatározottnál kisebb méretarányban viszont jól használható alapanyagként.

⁵ Az általam vizsgált szoftverek: Global Mapper, ArcGIS, valamint az ingyenesen letölthető Quantum GIS.

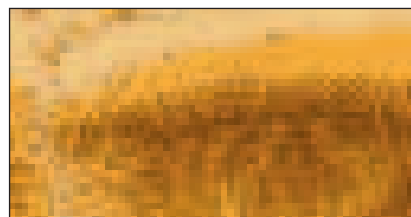
A mintatérkép elkészítéséhez viszont már generalizálás szükséges, több okból is. A legfontosabb, hogy a túlzott részletesség, amely ebből az adatsorból keletkezik, olvashatatlaná, ezáltal használhatatlanná teszi a térképet. Másrészt még az erősebb számítógépek is nehezen kezelik ezt az adatmennyiséget ekkora területről.



3. ábra. Kék színnel az SRTM-ből térinformatikai szoftver segítségével generált szintvonal látható.

Jól követi az Egységes Országos Térképrendszeren megjelenő szintvonalas ábrázolást. Főszintvonalak 20 méterenként

A második lépésben, a generalizálási algoritmusok segítségével, csökkentettem a szintvonalrajz részletességét. Ebben a szakaszban nagyságrendekkel csökken a térkép szerkesztésére fordított idő, és a generalizálás köztes



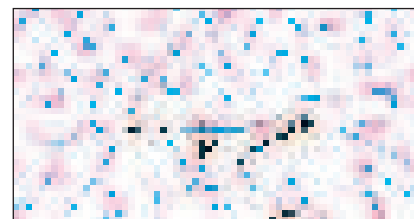
4. ábra. A térinformatikai szoftver segítségével DEM-ből generált szintvonalrajz, hipszometriával és summerrel kiegészítve

méretarányok használata nélkül, egy lépésben végrehajtható. Ezek az automatizálási algoritmusok az egyes vonalak geometriáját vizsgálják. Mindegyik algoritmus tartalmaz egy olyan paramétert, amely megváltoztatásával, az új vonal részletessége állítható. Ezáltal más-más méretarányú térképek keletkeznek.

Sokféle algoritmus létezik vonalak egyszerűsítésére, ezekkel a 1960-as évek végén kezdtek el először foglalkozni. Mára többet is beépítettek a geoinformatikai szoftverekbe. A vonalgeneralizálás folyamatát két részre bonthatjuk. Az egyszerűsítés a vonal töréspontjainak csökkentését jelenti; a simítás a törvonal görbévé alakítását, vagy szögletességének csökkentését. Mindkét módszert külön-külön algoritmusokkal valósíthatjuk meg, s ezeket egy-egy példával mutatom be.

A vonal, idegen szóval polyline, töréspontjainak csökkentésére az egyik leg-

ismertebb algoritmus a Douglas–Peucker algoritmus⁶, amely nevét publikálóiól kapta 1973-ban. Először meg kell adnunk egy határértéket, amely a generalizálás mértékét is meghatározza. Ha ennél a vizsgált pont távolabb esik, megtartjuk, ha közelebb, a pontot töröljük. Az algoritmus mindig megkeresi azt a pontot, amelyik a polyline első és utolsó pontját összekötő képzeletbeli szakasztól a legtávolabb esik. Ha ez a távolság a határérték felett van, a pontot megtartja, ha kisebb törli a vizsgált i-edik pontot. Ebben az i pontban megfelel a szakaszt. Majd a kezdőpont és az i-edik pont közti szakasztól a legtávolabb eső pontot (k) keresi meg, ennél vizsgálja a merőleges távolságot a határértékhez képest. Az algoritmus rekurzívan újrahívja önmagát

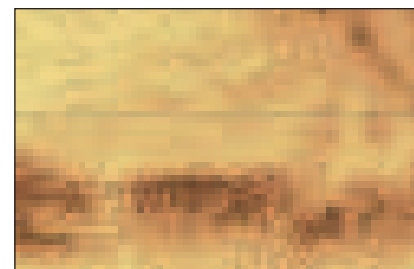


5. ábra. Törött izovonalak helyettesítése Bézier-görbével

mindaddig, amíg van olyan pont, amely a megadott határértéknél kisebb.

A vonalsimításra egy példa a törvonal görbékkel való helyettesítése. A görbék a képen látható esetben Bézier-görbék, amelyek harmadfokú polinomokkal írhatóak le. A Bézier-görbe egy szakaszának megadásához négy pontra van szükség, a kezdő és végpontjára, és két ún. kontrollpontra. A kontrollpontok a szakasz görbültség mértékét és

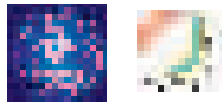
6. ábra. A Fogarasi-havasok 1:1 200 000 ábrázolása



irányultságát szabályozzák. Egy Bézier-görbe szakaszának a kezdő és a végpontja megegyezik a törtvonal azonos szakaszának kezdő és végpontjával. A kontrollpontokat a szomszédos töréspontok ismeretében számíthatjuk.

Az előbb ismertetett két módszer alkalmazásával készített térképet az aláb-

⁶ Douglas D.–Peucker T.: Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature. The Canadian Cartographer, Toronto, 1973. 10. évf. 2. szám, 112-122. o.

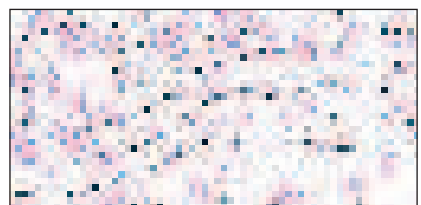


bi képek illusztrálják. A szintvonalrajzot gyakran kiegészíti hipszometria és/vagy domborzatárnyékolás is. Hipszometria hozzáadható egy grafikus vagy térinformatikai szoftverrel egyaránt. Generalizált domborzatárnyékolás ezzel a módszerrel nem nyerhető, ehhez a képszűrőket kell segítségül hívni.

A domborzatárnyékolás generalizálása

A summer generalizálása más szemléletet igényel. Ebben az esetben újra segítségül kell hívunk a DEM-modelleket. Ezeket úgy képzelhetjük el, mint egy digitális fényképet, csak az egyes rácspontokban RGB színek helyett magassági adatokat találunk. Ezeket a magassági adatokat kell simítani, hogy a kisebb egyenlőtlenségek eltűnjenek. Ehhez a digitális fényképek világából ismert képszűrőket hívtam segítségül. Ezek közül is a mediánszűrőt⁷ találtam a legalkalmasabbnak a feladatra. A mediánszűrő esetén egy $(2*k+1) \times (2*k+1)$ méretű kernelablak mozog végig a képen

(ahol $k=1,2,3...$). Kiveszi az alatta lévő „pixelekből” a magasságértékeket, átlagolja őket, és az új átlagot írja be a közép-ső pixel helyére. Az így kapott domborzatmodell felbontása megmarad, de a felszínről eltűnnek, vagyis kiegyenlítődnak a kisebb völgyek, kiemelkedések, amelyeket egy kis méretarányú térképen nem



7. ábra. Magenta színnel 1:200 000 méretarányú térkép szintvonalai, fekete színnel 1: 1 000 000-s térkép szintvonalai

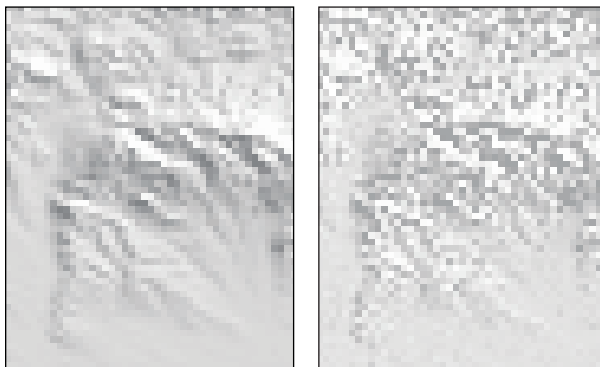
ábrázolunk. Ha erre az új domborzatmodellre generálunk szintvonalakat, látható, hogy szépen simítottá váltak, megjelenése hasonlít a kézi generalizáláshoz. Ezzel

együtt a szoftver által generált domborzatárnyékolás is simítottott.

Az új, kevésbé részletgazdag domborzatmodellen is létrehozhatóak szintvonalak. Ezek kellőképpen generalizáltak. A módszernek egy nagy hátránya van, amely a kiindulás és céltérkép nagy méretaránykülönbsége esetén már nem alkalmazható. Az átlagolás következményeként a kiemelkedések alacsonyabbá válnak, a szorosok is bezáródnak.

A többi térképi elem generalizálásáról dióhéjban

Az alábbi ábra a Mátra domborzatát bemutató árnyékolt térképkivágat méretará-



8. ábra a: 1:1 000 000 Mátra, domborzatárnyékolással; b: a méretarány megegyezik, de az adatsűrűség 1:250 000-s

nya 1:1 000 000 (8/a. ábra.). A summer az előbbieken ismertetett generalizálási módszerrel készült. Ha összehasonlítom ezt a térképet az eredeti, nem generalizált, csupán egymillióra kicsinyített kiindulási térképpel, látható, hogy a túl részletes ábrázolás felesleges, az egyes formák olvashatatlanok (8/b. ábra). Ezzel szemben a másik ábrán jól kivehetőek a Mátra fontosabb részei, gerincei.

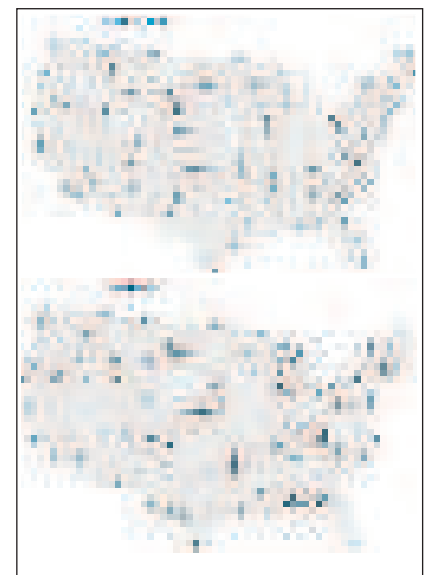
Egy térkép nem csak a domborzat-rajzból áll. A többi térképi elem, pl. vízrajz, határok, beépítettség, névrajz generalizálása, illetve ezek automatizálása is nagy kihívás a térképész számára. Más-más szemléletet igényel a pontszerű, a vonalas, és a felületi elemek mértani egyszerűsítése, összevonása. Például a határrajzot, gondoljunk egy megyetérképre, poligonokkal (sokszögek) ábrázoljuk. Ezek a poligonok a határvonalakban érintkeznek. Ha egyenként generalizáljuk őket, előfordulhat, hogy az egyszerűsítés következményeként elveszítik hézag- és átfedésmentes csatlakozásukat, vagyis a topológiájuk megsérül. Ennek elkerülése érdekében, azoknak a pontoknak a helyzetét, ahol legalább három határvonal található, meg kell őrizni, a vonalegy-

szerűsítést pedig a köztes szakaszokon együtt kell végrehajtani.

A vízrajz esetén nem elegendő pusztán a vonalas elemek egyszerűsítését elvégeznünk. Ki kell válogatni az elemek közül, melyeket kívánjuk a térképen megjeleníteni, ezért ez a folyamat egyre több emberi beavatkozást igényel. A névrajz generalizálásánál is hasonló a helyzet. Adatbázis alapú térképezés esetén, az egyes elemeknél feltüntetik, melyik nagyítási fokozatban, vagyis milyen méretarány-tartományban jelenjenek meg.

Összefoglalás

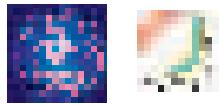
Az automatizált folyamatok jelentősen le rövidíthetik az egyes térképek elkészítésére fordított időt. Mielőtt azonban belevágnánk az automatizálásba, meg kell határozni, érdemes-e alkalmazni nem jár-e többletmunkával. Ki kell választani a megfelelő szoftvert és algoritmust, majd az eredménytérképen, ha szükséges, utómunkákat kell végezni. Egyelőre nincs olyan algoritmus, amely univerzálisan, minden térképi elemén egyaránt kielégí-



9. ábra. Az első térképen megfigyelhető, hogy a generalizálás következtében hézagok és átfedések keletkeztek. A második térkép topológia megőrző algoritmusmal készült

tő generalizálási eredményt adna, de ezt nem is várhatjuk el. Minden algoritmusnak megvan a maga alkalmazási területe, ma ott tartunk, hogy léteznek olyan algoritmusok, amelyek eredménye hasonló ahhoz, mintha szakember kézzel végezte volna el a generalizálást. Térképészeti szempontból ezek használata ajánlott.

⁷ Elek István: A domborzati modellek és a mintavételi tétel I. és II. rész. Geodézia és Kartográfia 2004/10. pp. 21-24. és 2004/11. pp. 18-20.



CSERKÉSZ-NAGY ÁGNES

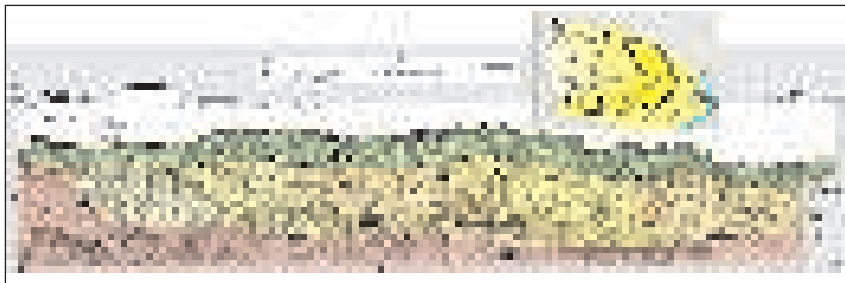
Pleisztocén folyóvízi üledékek a Tisza alatt

Hazánk területének több mint 90%-át földtörténeti szempontból fiatal, alig 1–2 millió éves üledékek fedik, ennek ellenére ritkán kerülnek a figyelem középpontjába. A domb- és hegyoldalokban feltárva gyakrabban találkozunk a szél fújta lösz- és paleotalaj-sorozatokkal, amik az elmúlt jégkorszakok klímaingadozásainak látványos tanúbizonyságai. Az öskörnyezeti és klímarekonstrukció szempontjából azonban hasonlóan fontos és sokoldalú bizonyítékokat szolgáltatnak a medencékben több száz méter vastagságban felhalmozódott folyóvízi üledékek is. Betemetett voltukból adódóan vizsgálatuk – a

vízben a rugalmas hullámok minimális energiavesztéssel terjednek, ellentétben a szárazföldi felszíni rétegekkel, ahol a laza rétegek gáztartalma a magasabb frekvenciájú hullámokat néhány méteren belül elnyeli. A vízi mérések nagy előnye tehát, hogy már a közvetlen mederfenék alatti üledékekről is részletes képet kapunk. A módszer szinte egyetlen hátránya a többszörösök megjelenése. Vízfelszíni többszörösök a réteghatárokról visszaverődött hullámok víz/levegő határról történő újbóli reflektálódásával állnak elő. Ez akár többször is megtörténik, így 2-szeres, 3-szoros stb. beérkezési időkből is reflexiót hoznak létre, s gyak-

Az Alföld harmadik vízrajzi tengelye

A szeizmikus szelvényezés egy ősi meanderező folyó nyomait tárta fel a felszín alatt. E folyótípus jellegzetessége a sinusgörcbéhez hasonló alak, amit az egymást követő ellentétes irányú kanyaroknak köszönhet (2. ábra). A kanyarokban fellépő centrifugális erő hatására alakul ki a víztömeg spirálisan csavarodó mozgása, illetve a sodorvonal egyik parttól a másikig való kanyargása. Ezek eredményeként a folyó keresztmetszete és áramlási sebességtere aszimmetrikus lesz. A kanyarulat külső oldalán a nagy sebesség hatására erózió következik be, a homorú part túlmélyített mederréze az ún. üst vagy kottyanó. Az itt bemosott üledékanyagot a víz tovaszállítja, és a további kanyarok kisebb sebességgel jellemzett belső oldalán rakja le, a folyásirányra merőlegesen épülő övzátóny-rétegsort hozva létre. Ez a két folyamat határozza meg a meder oldalirányú vándorlását és az övzátóny gyarodását. A kanyarok elmozdulása történhet eltolódással, a kanyargósság, illetve a hullámhossz növekedésével és a meander tengelyének elfordulásával, de a természetben ezek számos kombinációja is előfordul. A meanderező folyó medre tehát természetes vándorlása során több km-t is elmozdul, melynek nyomán kiterjedt övzátóny-sorozatokat hagy hátra. Az így kialakuló övzátóny-komplexumokat képezik le a tiszai szeizmikus szelvényezés több száz, illetve ezer méter hosszú ferde reflexiósorozatai (1. ábra). A deciméteres felbontási határon lévő refle-



1. ábra. A vízi szeizmikus mérés elvi vázlatja és a több km hosszú oldalirányban gyarapodó övzátóny-komplexum szeizmikus képe és értelmezése a marfíui kanyarban

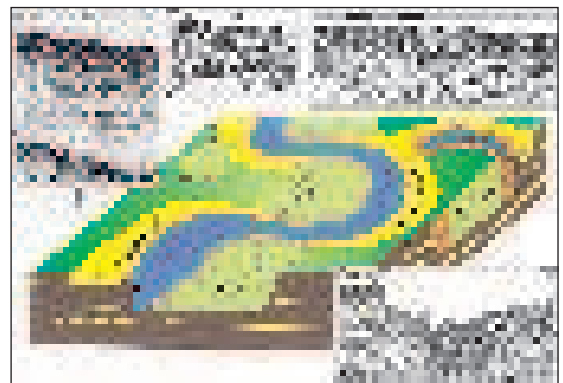
hagyományosnak tekinthető fúrásos feltáráson túl – speciális geofizikai módszerek segítségével lehetséges, mint például a nagyfelbontású szeizmikus szelvényezés.

Ultranagy felbontású vízi szeizmikus mérés

Hazánkban az 1990-es évek eleje óta folynak az ELTE közreműködésével vízi, nagy- és ultranagy felbontású reflexiós szeizmikus mérések. A módszer során a felszínen gerjesztett, majd a felszín alatti réteghatárokról visszaverődött rugalmas hullámok visszaérkezését vizsgáljuk. A visszavert hullám amplitúdója arányos a felületet jellemző akusztikus impedancia-kontrasttal (a közeg sűrűségének és a rugalmas hullámok közegbeli terjedési sebességének szorzatával), így a visszavert energia mérésével következtethetünk a reflektáló felület mibenlétére és mélységére (1. ábra). A behatolási mélység a gerjesztés frekvenciájának csökkentésével és energiájának növelésével nő, viszont a felbontás csökken és fordítva: a felbontás növelhető a frekvencia növelésével. A vízi mérések esetében mind a gerjesztés, mind pedig az észlelés víz alatt történik. A

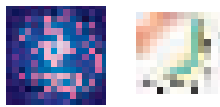
ran elnyomják a mélyebben levő, így gyengébb valódi reflexiókat. Ultranagy felbontású vízi mérések behatolásának így gyakran a víz mélysége szab határt.

A folyóvízi környezetben újszerűen alkalmazott módszer kb. 200 km-nyi egycatornás folyamatos szeizmikus szelvényt eredményezett a Közép-Tiszán. Ezek rendszerező feldolgozását követően Szolnoktól délre a látványos üledékes szerkezetek 4 szakaszon részletesen – kétdimenziós szelvényháló mentén – kvázi 3D-ben is feltérképezésre kerültek. Az IKB-SEISTECTM rendszerrel végzett egycatornás felvételezés során használt szeizmikus forrás hasznos-frekvenciája az 1–10 kHz tartományba esett, ami 0,2 m–0,5 m felbontást eredményezett. A szelvények így a felszíni feltárások léptékével közvetlenül összehasonlítható felbontású képet nyújtanak a mederfenék alatti 7–15 m mélységben található szerkezetekről.



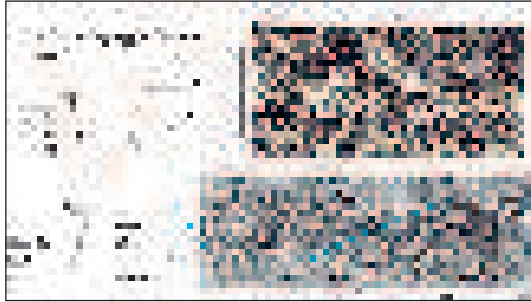
2. ábra. Meanderező folyó fáciás modellje és a szeizmikusan feltárt folyóvízi szerkezetek a Tisza alatt

xiók jelzik a szezonális áradásokkor kialakult egyes övzátóny felszíneket. Az övzátóny üledéke ideális esetben felfelé finomodó sorozatot alkot, ami az agyag-kavicsos mederpáncéltól a keresztirányú homokon és aleuritron át az



árvizek alkalmával ülepedő agyagos rétegekig terjed. Ezt az anyagváltást képezi le a szeizmikus mérés a ferde reflexiók formájában.

Árvízkor a folyó kilép árterére, további karakterisztikus üledékszerkezeteket hátrahagyva. A medret két oldalról a természetes gát kíséri, mely a medréről kilépő, hirtelen sebességsökkenést szenvedő víztömegből kiülepedő homok-aleurit épít fel. A medertől távolodva a kiüleptett anyag szemcsemérete és mennyisége fokozatosan csökken. Áradá-



3. ábra. A folyóvízi szerkezetek kvantitatív elemzésének elve. Az ősi folyó méreteit tekintve a modern Tiszához hasonló

sok alkalmával a folyó általában finom péltés üledéket terít az árterén, így az árter vertikálisan gyarapodik. Gátszakadások alkalmával juthat az árterre nagyobb mennyiségű homok szemcseméretű üledék, ezek az árvízi hordalékkelebek (2. ábra). Ha egy kanyar „túlfejlődik”, a folyó lerövidíti útját. Az átereszképzés során a folyó árvízkor az árterre vagy az övzatonra kilépve egy egyszerűbb, gyorsabb utat talál egy sekélyebb, frissen mélyített mederben. A lefűződés másik módja a lenyakázás. Ilyenkor a meander nyakát alkotó két ág annyira megközelíti egymást, hogy árvízkor a folyó átszakítja. Lenyakázás esetében azonnal és véglegesen elhagyja eredeti medrét, a volt meander mindkét nyílását egy kúszószerű képződmény, a malágy zárja el. Mögötte alakul ki a morotva.

A folyó méretét és vízhozamát a hátrahagyott alluviális szerkezetek méretei jól jellemzik. A felhagyott morotvák feltöltései mind alakjukban, mind méretükben a modern Tiszához hasonlóak (3. ábra). Ennél pontosabb eredményt ad azonban a hosszú övzaton-sorozatok dőlt felületeinek kvantitatív elemzése. Számos empirikus egyenletre támaszkodva az övzaton-felszín hosszából a meder szélessége kalkulálható: az övzaton nagyjából a meder szélességének kétharmad részéig terjed. A sorozat vastagsága a meder mélységét adja meg, a meder keresztmetszetéből pedig a mederformáló vízhozam is számítható a sebesség ismeretében. Ez utóbbi megbecsülhető az ősi vízfolyás által hátrahagyott üledék szemcseméretéből. A kvantitatív elemzés szerint az ősi folyó jellemző szélessége és mélysége, 350–520 m és 6–7 m között változott, míg

átlagos mederformáló vízhozama 700–1000 m³/s között alakulhatott.

A szeizmikus értelmezést megerősíti az üledékes szerkezetek fűrésos vizsgálata is. A Szolnokonál rekonstruált komplex övzaton-sorozatot harántoló magfűrés felfelé finomodó homokos-agyagos rétegsort tárt fel a dőlt reflexiók szintjében. A homokos üledékanyag OSL (Optikailag Stimulált Lumineszcencia) vizsgálata pedig az üledékanyag betemetődési korát késő-pleisztocénnek (46–47±4,6 ezer év) határozta meg. A különböző vizsgálati eredményeket összegezve megállapítható, hogy a Közép-Tisza vidékén a késő-pleisztocén közepén egy nagy – a mai Tiszához hasonló méretű – meanderező folyó kanyargott. Ez az eredmény önmagában nem meglepő, hiszen ma is hasonlóak a terület hidrológiai–hidrográfiai viszonyai. Azonban az Alföld ösvizrajzát tekintve egybehangozóak a bizonyítékok arról, hogy a Tisza őse a pleisztocén során a Berettyó–Érmellék–Körösök vonalon futott le, a mai völgyét csak egészen későn, a holocén-

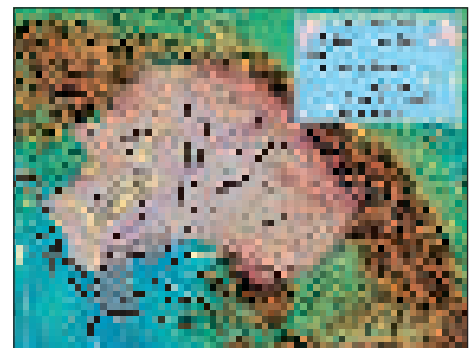
hez közeledve foglalta el.

E nagy átváltás módját és idejét tekintve már több elképzelés napvilágot látott, azonban a legutóbbi vizsgálatok kb. 13–14 ezer évvel ezelőttre teszik [1]. A kérdéskört az is bonyolította, hogy a Közép-Tisza vidéken a felszínen is található nagyméretű medemnyomok, amelyek jelentős folyóvízi tevékenységre utalnak a pleisztocén során. Ezek keletkezését tekintve mégiscsak kézenfekvőnek tűnt az ős-tisza eredet, így születtek meg az Ős-Tisza korábbi áthelyeződésére, illetve bifurkációjára (két nyomvonal váltakozó használata) vonatkozó elképzelések. A probléma merőben más megközelítése az a ma elfogadott modell, mely a medence időszakos háromtengelyű vízrajzi képét vázolta fel [2]. Eszerint a Duna és a Tisza őse mellett – mely utóbbi ekkor az Érmelléken kanyargott – a pleisztocén legvégén létezett egy harmadik főfolyó a Tokaj-Szolnok vonalon (4. ábra), amit feltételezett lehordási területe alapján Ős-Bodrognak neveztek el. A szeizmikusan feltárt ősi meanderező folyó bizonyítja a harmadik főfolyó létét, a hátrahagyott üledékes szerkezetek méretei pedig tanúsítják, hogy méltán nevezhetjük a késő-pleisztocén kori Alföld harmadik vízrajzi tengelyének. A Közép-Tisza vidékének kutatásával egyre bővülő információk sora afelé mutat, hogy a három főfolyó együttes jelenléte nem is oly ritka és rövidéletű jelenség, ezzel szemben a ma fennálló kéttengelyű hidrográfia a modern tiszai fővonallal és a Körös-medence majdnem teljes felhagyásával viszonylag fiatal és példa nélküli helyzet.

Negyedidőszak és klíma

A vízrajzi és ökoszisztémái rekonstrukción túl az alluviális szerkezetek kvantitatív elemzése a folyó vízhozam-ingadozásán át nagyfelbontású klímaproxi adatot szolgáltat a késő-pleisztocén egy szeletéről, a pleniglaciális közepéről (MIS3). A közelmúlt klímaingadozásainak és ezek felszínformáló hatásainak elemzése kulcsszerepet játszik a lehetséges jövőbeli klímaváltozások előjelzésében.

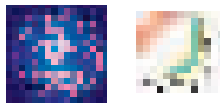
A pleisztocén fogalma a köztudatban gyakorlatilag összefonódott a jégkorszakkal, a gyakori és drasztikus klímaingadozások korával. Ezt jól mutatja a MIS (Marine Isotope Stages) klímatisztrigráfiai görbe is, ami szerint 52 hideg és ugyanennyi meleg periódust definiáltak a negyedidőszak 2,6 millió éve során [3]. Az utolsó szűk 1 millió évben 8 kontinentális méretű eljegesedést azonosítottak. A kb. 100 ezer éves ciklusú nagy klímakilengések legelfogadottabb magyarázata továbbra is a Milankovič-elmélet. Az utolsó glaciális (würm) során két hideg (MIS4 és 2), illetve köztük egy enyhébb periódust (MIS3) különböztetnek meg, azonban a nagyfelbontású klímaproxi ennél jóval több összesen 25 nagy amplitúdójú, gyors, mindössze néhány száz vagy ezer év alatt lezajló klíma oszcillációt, ún. Dansgaard-Oeschger- (DO-) ciklust jeleznek. Ezek más néven a szub-Milankovič ciklusok, vagy ezeréves klímaoszcillációk. Általában meleg és csapadékos klíma jellemzi az interstadiálisokat (GI), és hideg száraz a



4. ábra. Az Alföld vízrajzának változásai a késő-pleisztocénben

stadiálisokat (GS). Mivel a DO-ciklusok jól felismerhető, globálisan is azonosítható nyomot hagynak a geológiai rekordban, manapság a korreláció leggyakrabban használt eszközként váltak az esemény sztrigráfiaiában, melyekhez a legpontosabb kronológiát a GICC05 [4] adja (5. ábra).

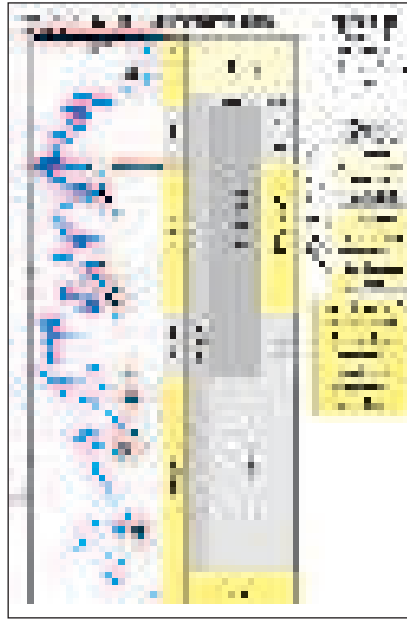
A MIS3 során világszerte és hazánkban is a közrefogó időszakoknál melegebb és csapadékosabb klímát feltételeznek, az utolsó interglaciálishoz (Eem) hasonlóan meleg nyarakkal. Az utolsó glaciális maximumhoz képest a jégtakaró mindössze a felére húzódnak vissza. Északnyugat-Európában a



pollen adatok alapján a füves-bokros tundra vegetáció volt jellemző, amit kelet felé haladva az erdős tundra váltott fel. Nyugat-közép-Európát és az Alpok régióját a nyílt tajga jellemezte, míg az é. sz. 45°-tól délre mérsékeltövi lombhullató erdőt valószínűsítettek. A Kárpát-medence elhelyezkedéséből adódóan éghajlatát tekintve átmenetet képezett (ahogy ma is: három különböző nagy éghajlati zóna átmenetében fekszik), így növényzete is sokszínű; egymás mellett mozaikszerűen kialakulhattak arid sztyeppe és humid erdős foltok a jellemzően nyílt tajga növényzetben. A molluszkafauna alapján számított júliusi középhőmérséklet 20,5–21,5°C fok közt alakult hazánkban.

A nagy vízhozamú Ős-Bodrog és a feltételezhetően hasonló vízhozamú Ős-Tisza együttes megjelenése, illetve osztozása a modern Tisza vízgyűjtő területén a klíma humid (nedves) voltára enged következtetni a MIS3 során. Ez azonban nem általánosítható az egész medencére, csak az Ős-Bodrog vízgyűjtőjére, ami a nehézsúlyú-vizsgálatok alapján az Északi-középhegységre és az Északkeleti-Kárpátok egy részére terjedt ki. Egyéb hazai és határainkon túli klímaproxi adatok is azt mutatják, hogy a csapadék megoszlásában nagy térbeli különbségek mutatkoznak a medencén belül. Kontinentális szinten is észlelhető azonban az a jelenség, hogy Európa északabbi részei több csapadékot kaptak, mint a déliek. A két zóna közti választóvonal a hazai löszfeltárások bizonyítékai szerint a medencében húzódik. A jelen övzóna-elemzés során észlelt magas vízhozam 43–47 ezer évvel ezelőtti szintén megerősíti azt a képet, hogy a medence északkeleti része több csapadékot kapott, melyből a mainál alacsonyabb erdősültség és evapotranspiráció miatt a lefolyás aránya is magasabb lehetett.

A néhány ezer évet leképező egyes övzóna-komplexumok azonban a kisléptékű vízhozam-ingadozásokat is felfedik a stabilan meanderező folyóvízi környezetben. Az első ránézésre monoton, egy irányba dőlő reflexiók sorát másod- és harmadrendű eróziós és rálapoló felületek sora szakítja meg (1. ábra), melyek geometriájukban és dőlésükben is eltérnek az megelőzőektől és a soron következőktől, vagyis az övzóna formája és mérete változik. A tapasztalt változékonyság térbeli és időbeli tényezőkkel adódik. Az övzóna kiterjedése a kanyarulat tengelyében a legnagyobb, a gázlókhöz közeledve fokozatosan csökken: a kanyarok természetes vándorlása tehát a szelvény mentén a felületek méretének változásában fejeződik ki. Mindemellett a meder (és az övzóna) mérete a folyó vízhozam változására válaszolva a klíma ingadozására is érzékenyen reagál. A dőlésszög váltakozások és a geometriai változékonyság térbeli feltárása a kvázi-3D-s szelvényezés során lehetővé tette az övzóna-komplexumok természetes helyváltoztatásának,



5. ábra. A késő-pleisztocén geokronológiája és klimatosztratiográfiája az új hazai eredményekkel

és az egyes épülési egységek fejlődésének rekonstruálását. Ennek eredményeként az övzóna-felületek méreteiből kalkulált vízhozam-görbéről a helyváltoztatásból adódó trendek lefejthetőek lettek, az így kapott görbe a vízhozam időbeli ingadozását mutatja. A martfüi komplexum kb. 2300 évet felölelő vízhozam-görbéje egy hosszabb (kb. 1300 éves), növekvő vízhozamú és egy rövidebb, csökkenő vízhozamú szakaszt rajzol ki, ami együtt az ezeréves klímaciklusokkal összevethető periodicitást jelez. A szub-Milankovič ciklusokat tekintve a MIS3 időszak bizonyult a legváltozatosabbnak, 40–50 ezer év között öt, meleg és nedves klímával jellemzett interstadiális írtak le (GI 9–13). A martfüi sorozatban feltárt csapadékmaximum megfeleltethető ezek valamelyikével – esetleg a GI12-vel (46,860 ± 956 év), ami a leghosszabb interstadiális (~2600 év) a MIS3 időszakon belül, és egyben a legmagasabb hőmérséklettel jellemzett. A nagyléptékű vízhozam-görbére kisebb periodicitású görbék szuperponálódnak: kb. 500 éves ciklusokat jelölnek az épülési egységek – melyek határai az extrém árvizekhez kapcsolhatók –, míg ezen belül is elkülöníthetők kb. 150–200 éves visszatérési idejű nagy vízhozamok. Az ezeréves nagyságrendű klimatikus eredetű vízhozam ingadozásokra a meanderező folyó elsődlegesen a mederaljzat bevágódásával és feltöltődésével reagált. A bevágódások lépcsőszerűen történtek, amikor az extrém vízhozamok egyben a meander épülési irányát is megváltoztatták. A fokozatos mederfenék-emelkedés lassú és tartós vízhozam-csökkenést jelez. Alluviális üledéken a MIS3 ezeréves nagyságrendű klímaoscillációit

eddig még nem írták le, a tiszai szeizmikus szelvények azonban most egyértelmű bizonyítékot szolgáltatnak erre.

A Tisza mentén mélyített fúrásokban is feltárt ősi övzónák a szeizmikus szelvények alapján korrelálhatók, és a köztük leírt szeizmikus egységek geokronológiai keretbe foglalva a térség komplex folyóvízi fejlődésére is kitekintést engednek (5. ábra). Az alluviális egységek egymásra következése Martfü és Szolnok között általános vonásaiban beilleszthető a glaciális–interglaciális/stadiális–interstadiális időszakokra felállított klímamodellbe, és a geokronológiai keret hibahatárain belül a medencében egyéb adatok alapján feltételezett klímaromlást is tükrözi. A MIS3 nyhe és csapadékos időszakának első felében egy nagyméretű, nagy vízhozamú folyó vágódott be az ártéri üledékekbe, ami aztán több ezer éven át stabilan meanderezve alakította az Alföld felszínét. A kisléptékű klímaingadozásokat azonban tükrözi a folyó vízhozamának ingadozása. A rákövetkező, egymásra települő, csökkenő vízhozamú, de továbbra is meanderező jellegű egységek az időjárás szárazabbá válását jelölik az idő előrehaladtával. A bevágódó, majd gyorsan feltöltődő medermomok a klíma hirtelen hidegebbé fordulását, majd az erre következő meanderező fázis az ismételt javulását jelzi. A MIS2 elején a folyóvízi mintázat fonatba való átváltása az éghajlat végleg hidegbe fordulását jelezheti. Az újonnan feltárt folyóvízi szerkezetek szeizmikus értelmezése tükrözi tehát a globálisan is észlelt változékonyságát az időszaknak, jól kiegészítve a hazai lösz rétegorokban észlelt megfigyeléseket.

Irodalom

- 1 Nádor, A., Sinha, R., Magyari, Á., Tandon, S.K., Medzihradský, Zs., Babinszki, E., Thamó-Bozsó, E., Unger, Z., Singh, A., 2011. Late Quaternary (Weichselian) alluvial history and neotectonic control on fluvial landscape development in the southern Körös plain, Hungary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 299, 1–14.
- 2 Gábris, Gy., 2002. A Tisza helyváltozásai. In: Mérszáros, R., Schweitzer, F., Tóth, J. (szerk.), *Jakucs László, a tudós, az ismeretterjesztő és a művész. MTA FKI – PTE SzE kiadása, Pécs, pp. 91–105.*
- 3 Cohen, K.M., Gibbard, P., 2011. *Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years. Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy), Cambridge, England.*
- 4 Svensson, A., Andersen, K.K., Bigler, M., Clausen, H.B., Dahl-Jensen, D., Davies, S.M., Johnsen, S.J., Muscheler, R., Parrenin, F., Rasmussen, S.O., Rothlisberger, R., Seierstad, I., Steffensen, J.P., Vinther, B.M., 2008. A 60,000 year Greenland stratigraphic ice core chronology. *Climate of the Past* 4, 47–57.

VOJNITS ANDRÁS

Amerre a Mississippi hömpölyög

Második rész A dzsessz városa

Birthplace of America's Music – vallják büszkén New Orleans lakói, nem minden alap nélkül, legalábbis ami a „fekete zenét”, a dzsesszt illeti. Elég, ha csak arra gondolunk, itt született Louis Daniel Armstrong (1901–1971), a dzsessztörténet egyik legnagyobb alakja. (Jellemző, hogy bár fekete-amerikai, keresztnéve francia.) Igaz, mindez éppen a legkevésbé „amerikás” városrészhez, a francia negyedhez kötődik. Persze, nem csak ez az érdekessége ennek a különös, „anti-amerikai” városnak, amelyet évente sok millió bel- és külföldi turista keres fel. Az Államokból ideözönlő mindenféle „igazi” amerikai megcsodálja New Orleans-t és jól is érzi itt magát, hogy aztán hazatérve elégedetten élje tovább megszokott életét a megszokott felhőkarcolók és farmok világában.

Találkozás a rend őreivel

Természetesen autóval utazunk – hogyan is másképpen Amerikában, ha már nem ültünk repülőgépre – és Új-Mexikó meg Texas felől érkezünk. Az autópályák néhol kétszer nyolc sávosak, a megengedett legnagyobb sebesség 40 és 75 mérföld között mozog. Leginkább 70 mérföld vagy kevesebb, és ezt komolyan is kell venni. Kamiont előzünk, nyomaszó a mellettünk dübörgő monsturnak, minél hamarabb túl szeretnénk rajta lenni. Kicsit jobban a gázra lépünk, már ki is ló mögöttünk egy rendőrségi kocsis, villogva besorol mögénk. Meg kell állnunk, de nem kapkodunk, a törvény megengedi, hogy biztonságos helyet válasszunk. Most látjuk, nem is Police, hanem Sheriff felirat van az autó oldalán – már sokfeléval találkoztunk, államonként más és más rendőr és a seriff egyenruhája és kocsijának a színe. A rend őre, aki most hozzánk lép, „vadnyugati” kalapot visel és udvarias. Van-e valami okuk a sietségre? – kérdezi. Mivel sajnos valóban nincsen elfogadható kifogásunk, elkészül a feljelentés. Szerencsére nem vagyunk túl messze a lakóhelyunktől, Houstontól, mert majd bíróságra kell menni, mégpedig Austin megyé-

be, ahol elkövtük a szabálytalanságot. Ez kellemetlenebb, mint maga a pénzbírság és az ilyenkor kötelezően elvégzendő online KRESZ tanfolyam. Aztán még egyszer meg kell állni, de ezúttal mindenkinek. Közel a mexikói határ, az autópálya teljes forgalmát félreterelik, ellenőrzik az utasok iratait és a csomagtartókat. Közben kétoldalt mindkét irányban elfogó járorkocsik várakoznak, a sofőrök rajtra készen túsztatják a motorokat. Ránézésre olyanok, mint a többi rendőrautó, de mindenki tudja, hogy a motorháztető alatt különleges, nagyteljesítményű motorok brummognak.

Vonatrablók emléke

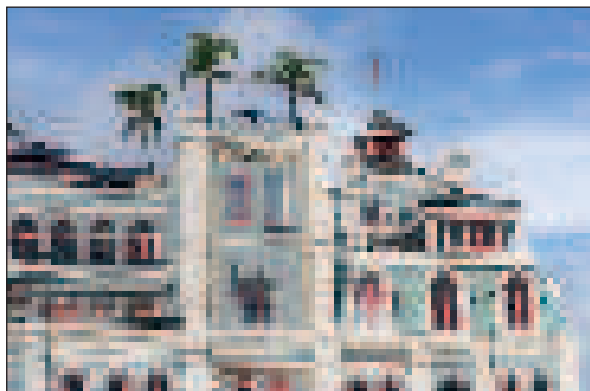
A Mississippi kikötővárosai között bolyongva már felbukkant a ködös múltból kalandos életű felmenő, a földrajzi és vadászutazó Vojnich Oszkár (1864–1914). Ő hajón, hatlovas kocsin vagy vonaton utazott. Az utóbbi akkoriban, pontosabban 1893. augusztus 26-án valóban vadnyugati vállalkozás lehetett: „*Ez előtt két nappal ugyanezen a pályán megállította öt bandita a vonatot és kirabolta az egész közönséget; az eset lefolyása a következő volt: 9 óra felé este amint az egyik állomást elhagyta volt a vonat, két be-*



A Mississippin lapátkerekes gőzhajók szállítják az utasokat

Aztán ezen is túl leszünk, végtére is nem vagyunk drogkereskedők. Tovább zakatolnak a kamionok, mindnek hatalmas orra van és amúgy is óriásiak, valóságos országúti tehervonatok. Nincs jobbra tartási kötelezettségük, sokszor a legfelső sávon száguldanak. Csomópontok szövetvényén verekedjük át magunkat, sokat segít, hogy a közlekedési táblák nagyszerűek, és szinte minden jelet felirat is megismétel. Ha valaki nem értené a „behajtani tilos” tábla jelbeszédét, a „tilos út” öles, világító betűi csak észre térítik...

kormozott képi férfi ugrott fel a mozdonyra, revolvert szegett a gépész és fűtőre és kényszerítette azokat egy lámpával jelzett helyeni megállásra, itt három társukkal szövetkezve, magok előtt a gépész és fűtővel, felkutatták a postakocsit, de miután a zárral nem tudtak boldogulni, jobbnak vélték az utazó közönségnél szerencsét próbálni, és a yankeek minden ellentállás nélkül feltárták előttük erszényeiket! Ámbár nem volt valószínű az eset ismétlődése, mégis hogy szükség esetén magyaros ellenállást fejthessünk ki az ameri-



Kreol építészet

*kai Rózsa Sándor bandával szemben, elővet-
tük útításkáinkból Emil barátommal revolve-
reinket. Elmúlt a 9 óra minden baj nélkül,
10 órakor már az igazak álmát aludta a hat-
napi kocskázástól kifáradt közönség.”*

Banditákkal tehát ezúttal nem volt dol-
guk hőseinknek, bár ahogy Vojnich Osz-
kárt szavahihető leírásokból megismerhet-
jük, valószínűleg ő került volna ki győztesen
a csetepatéből – és még a szesztilalom át-
kos következményeit is sikerült elkerülniük:
*„Ugyanezen időtől fogva nem kapunk sem az
állomásoknál, sem az étező kocsikban sze-
szes italokat, olyan vidéken utazunk, ahol a
szesz italok kimérése meg van tilva, a sa-
ját használatára tarthat valaki bort, pálin-
kát, de kimérnie nem szabad. A vonaton úgy
játsszák ki az utazók e tilalmat, hogy előre
beszerzik a szükségletet, így azután a saját
készletüket isszák. Ezen a vidéken csak pa-
tikában mérik a bort, ide egy igazi bácskai
csak betegnek jöhet!”*

Még szerencse, hogy időközben az Álla-
mokban többé-kevésbé kiment a divatból a
vasúti személyszállítás...

Útközben

Egy utazás során sokféle figurával találko-
zhatunk, különösen az amerikai Délen. Az
utakon és az üzemanyagöltő állomásokon
világjárók, csavargók, ki kerékpárral, ki több
száz lóerős monstrummal. Némelyik hosz-
szú évek óta úton van. Ahol megáll, kiteszi a
kalapját vagy egy dobozt, a belepotyogtatott
dollárokból él. A „red neck” – ez a texasi-
ak, és úgy általában a déli farmerek gúnyne-
ve – hegyes orrú, rövid szárú csizmát hord,
farmert, bőrzekét és felhajtott szélű, széles
karimájú kalapot. Mint egy westernfilmben,
csak a pisztoly hiányzik. (Bár ki tudja, hi-
szen szinte mindenki hozzájuthat.) Amúgy
segítőkéz és kedves ember. A feketék és a
mexikóiak is azok, bár ők végzik a legtöbb
„alantas” munkát. Nem úgy a kínaiak és az
indiaiak, akik valósággal előzölötték a déli
egyetemeket. Zárkóztak, egymás társasá-

gát keresik, másnak nem
is igen köszönnek. És ren-
geteg a túlsúlyos ember.
Az áruházak elektromos
járgányai nem a hazai ér-
telembe vett mozgáskor-
látozottakat szállítják, ha-
nem az olyan kövéreket,
akik már nem nagyon tud-
nak járni. És az indiánok?
– kérdezhetik. Délen alig
vannak – helyesebben alig
maradtak –, de az északra
vezető utak mentén szo-
morú látvány az álvig-
wam, az ál-indiánfalu, az
eladásra kínált ál-eredeti

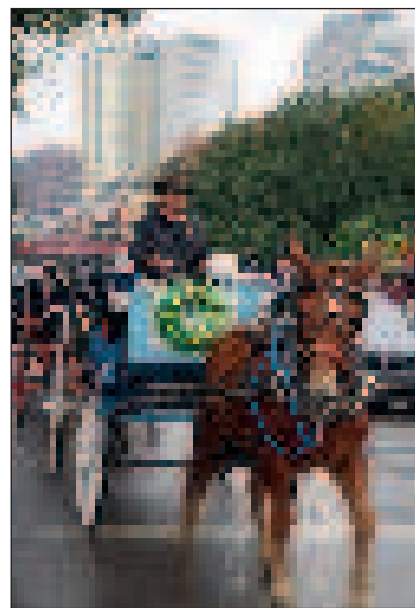
ékszerek és más tárgyak. Meg a roskadozó,
korhadt deszkából álló házaik. Persze, nem
mind él ilyen körülmények között, de ameny-
nyit láttam, az is túl sok.

Dallastól délre

Amit a magyar nézők a maga idejében oly
népszerű Dallas című szappanoperában lát-
hattak, csak halvány utánpótlás a valóságnak:
szurreális látvány, amint a kavargó porfelhőn
áttörő délutáni nap sugarai oldalról megvilá-
gítják több ezer vagy tízezer szarvasmar-
ha hátát és szarvait. Az élmény talán csak a
kelet-afrikai nagy gnúvándorláshoz hason-
lítható, meg az amerikai bölény valamikori
csordáihoz – igaz, az utóbbit immár csak
regényes leírások alapján tudjuk elképzelni.
És persze lovak is vannak, meg lovakra sza-
kosodott farmok, és rodeó – amúgy tavasz-
szal még Houstonban is rodeóidény van.
Mindenki kipróbálhatja erejét és ügyességét,
ha nem is éppen élő lovon vagy bikán, de
azt imitáló, fogózkodóval ellátott, minden
irányba mozgó hordó féleségen. Az utóbbi is
garantáltan ledobja. A növénytermesztés ho-
rizontba vesző táblákon folyik, a száraz pré-
rin mint végtelen kerekas óriáskígyó-ször-
nyek húzódnak a mozgatható öntöző beren-
dezések. Kukorica, búza, rizs, árpa, földimo-
gyoró, cukornád, édesburgonya, megszokott
és „egzotikus” haszonnövények váltogat-
ják egymást. És persze gyapot, amit ugyan
tényleg kezd kiszorítani a szója, de egy-
maga Mississippi állam még mindig az USA
gyapottermelésének több mint 10%-át adja.
Tél van, január, mégis a földek egy részén
ott virítanak a fehér pamacsok. A már lesze-
dett gyapot hatalmas, téglatest alakú tömör
bálait kék műanyag fedi. A farmok nagyon
meg még nagyobbak, némely udvarház sze-
rény, mások valóságos erődítmények. Vidéki
turizmussal is találkozunk, jó néhány farm
fogadja a kíváncsi vendégeket, akiket állat-
bemutatóval, rodeóval és vadásztatással szó-
rakoztatnak. Igen, a farmokon vadásznak. A
mocsaras és folyóparti területeken a missis-

sippi alligátor a cél, de sok a rőt vad. Nem egy
farmon a külterjesen tartott szarvasmarhák-
kal keveredve legelnek, ezek egy része nem
amerikai faj, hanem Európából importált és
tenyésztett özek és gímszarvasok. Amúgy
az amerikai vadász mindenre lő, ami mozog
– éppen ezért, a balesetek elkerülése végett
hord élénkpiros sapkát –, talán még az ege-
ret sem kíméli.

Egyes szakkönyvek szerint az USA leg-
fontosabb mezőgazdasági területén járunk,
amelynek ipara kevésbé fejlett. Nekünk le-
gyen mondván – gondoljuk magunkban. Min-
denütt olajkutat bólogatnak, az agrárterülete-
ken elszórt megszámlálhatatlan kis kút sokkal
érdekesebb, mint a nagy olajtelepek. A föld-
nek errefelé szaga van, olajszaga. Az olajfű-
rások hősi korszakában sokszor a szag vezet-
te az olajkutató mérnököket, Oravecz Imre is
ír erről A kaliforniai fűj c. könyvében. De a
megújuló energiát is egyre nagyobb mérték-
ben igyekeznek felhasználni, szaporodnak
a naperóművek – igaz, főleg a száraz-napos
nyugaton, így Arizonában – és a szélérómű-
vek. A dombhátakon hosszan sorakoznak a
szélkerekek, Megint csak kissé északnyugat-
ra, Sweetwater körzetében van a világ legna-
gyobb szélkerékezeje. Hihetetlen látvány,
Don Quijote megőrült volna a „szélmalomok”
ezrei láttán. Az elektromos energiával nem
spórolnak, a sokszor a semmiben épült és
amúgy ronda gyárak éjszaka tündérvárosként



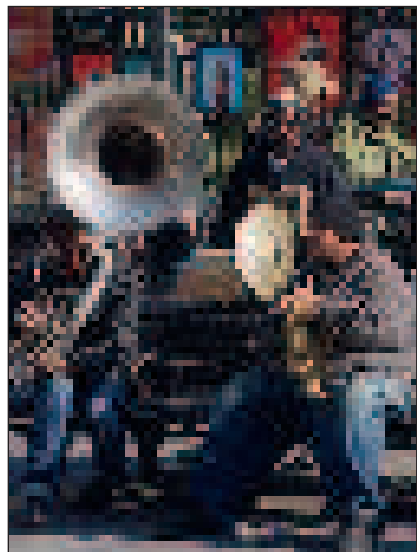
**A lovas kocsik és az autók jól
megférnek egymással**

ragyognak. Minden épületen, szerelőcsar-
nokon, hűtőtornyokon sok ezer lámpafény
szikrázik. Az autópályától jobbra és bal-
ra két-két sávpár húzódik, a szerelvények
szinte egymásba érnek, akkora a forgalom,
mint a budapesti Nagykörúton reggel meg

késő délután. Megszámálalom, a leghosszabb tehervonat 136 nehéz vagonból áll, hat mozdonny húzza.

A 90-es gyorsforgalmi úton

A partvonalat követő autópálya vonalvezetése ritka szép. Jobb kézről a Mexikói-öböl morajló hullámai bársonyos puhaságú, néhol vakító fehérségű homoksávkokon terülnek szét. Nem véletlenül jöttek létre itt üdülőtelepek, melyek egyik központja Pass Christian. A városka Christian l'Adnier francia tiszttól kapta



A Tornado Brass Band

a nevét (errefelé már mindenütt nyilvánvaló a „francia kapcsolat”), aki 1699-ben telepedett le, és felfedezte a Mexikói-öböl és a Lake Pontchartrain tórendszer közti vízi átjárót.

A parti sáv végén van a tengerparti kisnagyváros, Biloxi. Ugyancsak ki van téve a tenger és az időjárás szeszélyeinek, mert egy félszigeten terül el, melyet három oldalról a Mexikói-öböl, a Biloxi-öböl és a tengernek egy, a félsziget mögé nyúló ága, a valóban hátsó Back Bay határolja. A „biloxi” indián nyelven „első embert” jelent, tehát az őslakosok szerint sem volt akármilyen hely, később pedig egy ideig a louisianai francia gyarmat fővárosaként szolgált, míg aztán New Orleans el nem orozta tőle ezt a rangot. A spanyolok, angolok, franciák és amerikaiak, az egykori önálló floridai köztársaság és a déliek meg az északiak mind-mind mély nyomokat hagytak Biloxi külsején és kultúráján. Sok a szép régi épület – legalábbis észak-amerikai értelemben régi – és élnek még a francia és spanyol uralomban gyökeröző kreol hagyományok. A szubtrópusi jellegű éghajlaton szinte egész évben virágoznak a rózsák, kora tavasztól késő őszig meg a magnóliák, kaméliák és ezernyi más virág

illatától terhes a levegő. A parton kis kikötők sorakoznak, vitorlások, motorcsónakok és a rákhalászok ladikjai ringanak a vízen. A várostól néhány kilométerre 50 holdas parkban található a Beauvoir-kastély; a XIX. századi épület a déliek afféle kegyhelye. Itt töltötte utolsó éveit bukott elnökük, Jefferson Davis, és itt írta meg a Konföderáció történetéről szóló könyvét. A város egyik nevezetessége a régi világítótorony, amit – úgy mesélik – Lincoln elnök meggyilkolásának hírére festett feketére akkori özrője. Egyébként a tornyot hatvan éven át nők őrizték, anya és lánya kezelték a lámpákat. A másik nevezetesség a kaszinó, mégpedig azért, mert néhány évig itt dolgozott gyerekkori barátom, az amúgy lepkegyűjtő Peter Gathy, alias Gáti Péter, akinek hazai gyűjtései máig megtalálhatók a Magyar Természettudományi Múzeumban. Később a pár kilométerrel odébb levő Ocean Springsbe, erre a jellegzetes tengerparti üdülőhelyre költözött. Itt lakott akkor is, amikor megérkezett a Katrina hurrikán. Fából épült házát ugyancsak megviselte a szélvihar, önkéntesek segítettek a rendbehozatalában.

Péter miatt tettem hát kitérőt, hogy annyi évtized után találkozunk, és eltöltsek vele pár napot, de a sors közbeszólt: barátom váratlanul elhunyt. Amerikai kollekcióját (bennem remek mexikói anyaggal) Biloxi főiskolájára hagyta.

Tovább kelet felé

New Orleanshoz közeledve fokozatosan változik a vidék, és egyre „vizesebb” lesz. Már a városba vezető autópálya is különös. Mivel a Mississippi árterületén és a mocsaras tengerparton halad, mérföldek tucatjain át lábakon áll. Tavakat, öblöket, mocsarakat kell átszelnünk, hogy a városba jussunk. Az állam határfolyója a Pearl River, mely két ágra szakadva ömlik a Lake Borge tóba, mellyel nyugatról egy nagyobb tó, a Lake Pontchartrain határos; a Katrina hurrikán óta sokan megtanulták az utóbbi nevé. A tavaktól délre szeszélyesen kanyarog a Mississippi, olyannyira, hogy itt szinte nyugatról keletre halad, hogy később éles kanyart vegyen délkeletnek – de bármennyire is megközelíti a Mexikói-öblöt, innét még több mint száz kilométerre szakad végül a tengerbe. A tavak és a folyó közé települt a város, nem éppen a legszerencsésebb helyre. Az államhatár felől bejáratát két XIX. századi erődítmény őrzi, a Fort Pike és a Fort Macomb. New Orleans egészen idáig húzódik, bár a belváros innét még 50 kilométer. A közelben van az a Chalmette National Historical Park, mely a britekkel vívott háború utolsó nagy csatamezője. Pontosabban ez már a háborún kívül esett; ugyanis 1814. december végén az Egyesült Államok és az angol gyarmatosítók

között Gentben megtörtént a békekötés, de ennek híre késve érkezett meg az Újvilágba. A várost komoly brit erők fenyegették, amelyre a későbbi elnök, Andrew Jackson szedett-vedett serege 1815. január elején megsemmisítő vereséget mért. Jackson érdekes figura lehetett, fegyvelmeztlensége miatt korábban kitették a szűret a hadseregből, s lám, sikeres hadvezér, sőt elnök lett.

A várost, melynek létrehozása Bienville nevéhez fűződik (1718), az orleans-i herceg tiszteletére nevezték el. Ma az USA egyik legnagyobb kikötője, fontos ipari centrum és oktatási központ tucatnyi felsőoktatási intézménnyel, mégis romantikája tette nevezetessé az USA határain túl is. A karneval, a húshagyó kedd ünnepe, a fekete és a fehér dzsessz, a régi francia negyed, a kovácsoltvas kerítések és kapuk, a néhány emeletes „franciás” épületek, a piac, a kreol, francia, olasz és spanyol konyha, ez jut róla a turisták eszébe. Meg közel tíz év óta a szépnevű, de annál pusztítóbb hurrikán.

Katrina lecsap

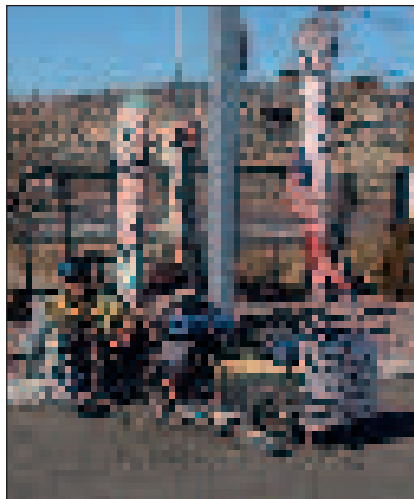
Az Egyesült Államok történetének egyik legnagyobb katasztrófája, mely 1836 emberéletet követelt, 2005 augusztusában következett be. A Bahamák körzetéből kiinduló Katrina hurrikán – az egyik annak az évnél 28 hurrikánja közül – akkora hullámvérést keltett a Pontchartrain-tavon, hogy a víz áttörte a New Orleans védő gátakat,



Motorizált texasi red neck. Csak hátulról mertem lefotózni

és részben elöntötte, részben lerombolta a várost. Történt ez annak ellenére, hogy a hurrikán a kezdeti 5-ös erősségűről menet közben 4-esre szelídült, és el is kanyarodott. Több százezer embert evakuáltak, de főleg a szegénynegyedek lakói közül sokan figyelmen kívül hagyták a figyelmeztetést, és nem hagyták el otthonaikat. Az áldozatok legtöbbször közülük kerültek ki.

Nem csak magában a városban keletkezett hatalmas, mintegy 125 milliárd dolláros anyagi kár. A Mexikói-öbölben számos olajfűrő torony elsüllyedt, leálltak a finomítók



Minden Afganisztánban és Irakban elesett amerikai katona emlékére 5 mérföld...

és tönkrementek a vezetékek. Olyan nagy volt a kiesés a termelésben, hogy emelkedett a nyersolaj világszerte ára. Dél-Louisianában 300 000 ember maradt áram nélkül, és összességében Louisiana, Mississippi és Alabama államok közel másfél millió otthonát, illetve munkahelyét érintette az áramkimaradás. A mentési munkálatok késése miatt sok kritika érte George W. Bush elnököt. Káosz ütötte fel a fejét, elszaporodtak a fosztogatások, rablóbandák garázdálkodtak. Mivel a rendőrség nem volt ura a helyzetnek, a kormányzó csapatokat küldött a helyszínre. Jellemző Kathleen Blanco akkori polgármester figyelmeztetése: „Egyetlen üzenetem van a gengsztereknek. A Nemzeti Gárda tagjai tudják, hogyan kell löni és ölni, és el is várom tőlük, hogy megtegyék.” Voltak napok, amikor úgy tűnt, mindenki mindenki ellen küzd a túlélésért. A bűnözők javarészt feketék voltak, a rájuk vadászó milicisták fehérek, ami régmúlt idők rossz emlékét idézte fel.

Végül – ha lassan is – magához tért a város, és azóta is folyamatosan épül. Egész New Orleans-t renoválják, ilyen másutt nemigen látni. A belső kerületek és az idegenforgalmi központok régi fényükben ragyognak, csak a külvárosokban tűnnek fel a katasztrófa nyomai, meg a folyóparton, ahol az Akvárium környékén még mindig dolgoznak az építómunkások. Az újjáépítésnek köszönhetően kevés munkahely szűnt meg, és az átlagosnál alacsonyabb a munkanélküliség. Ray Nagin polgármester bizik abban, hogy egy „új és jobb” New Orleans születik, bár szerinte „ez a város utálja a változást, még akkor is, ha tudja, hogy változásra van szükség.” És a változások nem csak materiálisak. Pl. az oktatást, mely a tengerár előtt híresen rossz volt, ráadásul átszította a korrupció, átszervezték, és ma már a diákok 60%-a megy át az országos tesztekre, míg régebben csak 35%.

A természeti csapás egyaránt okozott gazdasági és társadalmi katasztrófát, de a kiűtöttek hitt város mára feltápaszkodott. Ami és ahogy történt, abból minden politikus, szociológus és közgazdász tanulhat. Meg mindenki más is.

A kreolok és a többiek

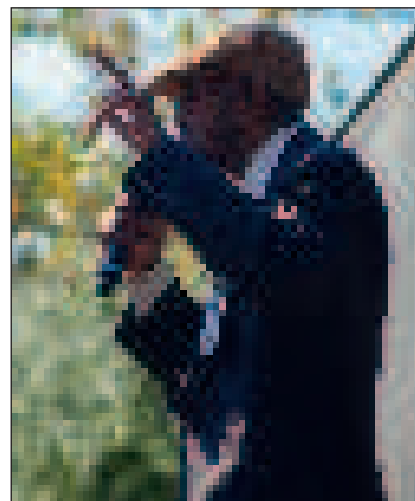
New Orleans, de általában Louisiana lakóinak egy része *kreol*. De kik is ők? A válasz nem is olyan egyszerű, már csak azért sem, mert az USA valóban a „népe kohója”. Bár ebben az esetben az egybeolvadás korántsem tökéletes, az alkotóelemek – ezúttal nevezzük így a népeket, etnikumokat – máig megtartották kultúrájukat, identitásukat.

Eredetileg a spanyolok által a karibi térségbe letelepítettek leszármazottait nevezték kreolnak. Később Latin-Amerika szerte így hívták az összes francia, portugál vagy spanyol származású, fehér bőrű telepest – erre utalnak a creole, crioulo és criollo szavak –, de jutott belőlük az USA déli részébe is. A kreolok kulturálisan nemcsak az óslakos indiánoktól és a behurcolt négektől, hanem – és ez az igazán meglepő – az Európában született fehérektől is elhatárolták magukat. A sajátos társadalmi folyamatnak gazdasági okai is voltak, a már amerikai gyökerű, a gyarmatokhoz hű telepések érdekei mások voltak, mint az általában Európában született, az anyaországot feltétel nélkül kiszolgáló hivatalnok rétegnek. A bürokrácia gyanakvással kezelte a telepeseket, és az érdekelletétek sokszor összeütközésekig fajultak. Louisianában még egy csavar van a dologban, az ott megtelepedett franciák leszármazottjai így különböztették meg magukat a kézdunoktól, a XVIII. században Kanadából bevándorló, ugyancsak francia származású telepeseiktől. A kanadai franciák, akiket acadiaknak vagy cajunnak is neveznek, nem jó szántukból jöttek, a britek elűdözték őket, és az akkor éppen spanyol hatóság megengedte a letelepedésüket. Louisiana egyes területein máig tizennyolcadik századi franciasággal beszélnek.

A mai feketék vagy a közvetlenül Afrikából, vagy „átszállással” a karibi térségből érkezettek, illetve elhurcoltak leszármazottjai. A fehérek Európa minden sarkából – és persze a már fehérek által benépesített amerikai területekről – jöttek, míg a mulattok egyik ágon fekete-afrikai, a másikon európai szülők utódai. (Megfigyelhető, hogy az egészen 1593-ig visszavezethető szó lassan elveszti eredeti, pejoratív jelentését.) Az utóbbi évtizedekben pedig egyre több a számunkra nehezen megkülönböztethető ázsiai. A „kinai” lehet pl. japán vagy koreai is, az „indiai” meg mondjuk pakisztáni. Vannak latin-amerikaiak is, leginkább mexikóiak. Óslakos indián nemigen akad, délkeleten még elsősorban Floridában maradt meg irtmagjuk. És ez a sokféle ember,

etnikum nemcsak máig elkülönül, hanem keveredik is, és a kevertek keverednek a kevertekkel meg a többiekkel, milliányi kutatási témát szolgáltatva a kultúrantropológusoknak, szociológusoknak és a legkülönfélébb társadalomkutatóknak.

A laza, könnyed, franciás város történetének vannak sötét lapjai, nem is kevés. Elég, ha csak az ottani Szabadság tér, a Liberty Place nevének sajátos értelmezésére gondolunk. A polgárháború után New Orleans macacsul ragaszkodott a megcsontosodott déli szokásokhoz, és sokáig ellenállt a polgárjogi törekvéseknek. 1874-ben zavargások törtek ki a városban, a súlyos összecsapásokban a Canal Streeten több mint kétezer néger és ún. carpetbagger – északról jött, általában liberális nézeteiről ismert fehér – esett áldozatul a dühgöng tömegnek. Nos, a tér nem róluk, de még csak nem is az összes áldozatról emlékezik meg, hanem az utcai csatákban életét veszített kisszámú déli fehérről.



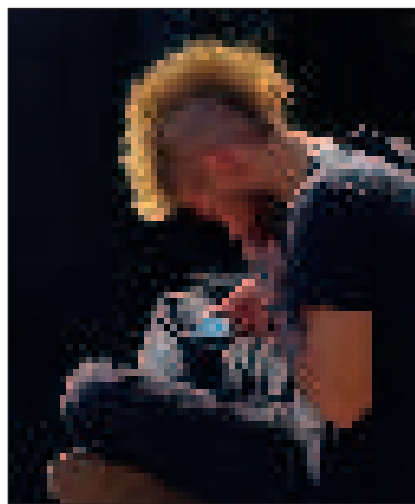
Martin Luther King Nap: a szónok

A francia negyed

A legtöbb érdekesség, egyúttal szálloda, étterem és zenés lokál persze hol másutt lenne, mint Vieux Carré-ban, a francia negyedben. A negyed déli határa a folyópart, ahol magas töltés emelkedik, hiszen dagálykor a Mississippin felfelé törő víz a város szintjéig emelkedik. Vagy a fölé, sőt a gátak fölé, mint a Katrina hurrikán idején is. A kereskedelmi negyed érdekessége a gyapottözsze, ahol a környék hatalmas gyapottözszei természetnek, illetve a vízi úton ideszállított gyapotnak az adás-vétele folyik. A város adminisztratív központja felhőkarcolóival már inkább hasonlít az USA nagyvárosainak szokásos képéhez.

New Orleansban figyelmeztetnek, hogy első este kerüljük az elhagyott utcákat. Az első nap még megfogadjuk a tanácsot, aztán már kevésbé – már csak azért sem, mert nem nagyon vannak elhagyott utcák. Sok a járókelő,

ez más amerikai nagyvárosokra nem annyira jellemző. A vendéglők előtt kisebb tömeg, bent teltház van, az emberek türelmesen várnak a sorukra. Kávézók és cukrászdák sorakoznak, a vendégek a kovácsoltvas kerítéssel körülvett kerthelyiségben ülnek, mintha Párizsban lennének. A francia negyedben mindenütt zenészek, nem csak feketék és nem csak dzsessz. Jó néhány kiöregedett tehenész egy szál gitárral igyekszik felvenni a versenyt a fekete bandákkal. Kevés sikerrel. A szó szoros értelemben megelevenednek a lemezborítók, előttem éppen a Tomado Brass Band játszik, próbálom beazonosítani az arcokat, Darryl Adams, Jeffrey Hill, Robert Harris, Kenneth Terry, Cayetano Hingle és A. Y. Mallory színpada pillanatnyilag két pad meg az utcakő. Művé-



Karakter a művésznegyedből
(A szerző felvételei)

szek, franciák, feketék, karibiak kínálják alkotásaikat, faragványokat, festményeket, szénrajzokat és minden mást, ami elképzelhető. Pl. önmagukat: ezüst- és aranyszínű festékekkel bemázolva órákig pózolnak, ülnek és állnak, mint élőképek. Szempillájuk csak akkor rebben köszönetképpen, ha dollár hull a dobozba. Az üzletek varázsszerekkel tele, kis babát is lehet kapni, amit a megfelelő helyen kell tüvel szurkálni, ez – úgy mondják – igen hatásos átok. A fekete mágia is a „karibi kapcsolatra” utal.

Lovas kocsik járták az utcákat, meg villamosok, az egyik járat zöld, a másik piros. Archaikusak, peronjuk nyitott és rém zajosak. A városlakók és a turisták egyaránt imádják, senkinek sem jut eszébe Combinóra cserélni őket. A Mississippi partján táblák emlékeztetnek Katrinára. A kikötőkből korhű lapátkezes hajók indulnak, szomorúan gondolok a tönkrement dunai gőzösökre. Hatalmas tengeri hajók is felúsznak a folyón, a hidak magasan íveltek, hogy átférjenek alattuk. Olyan híd is akad, amelyre mint meredek dombra kaptatnak fel az autók, hogy aztán valóságos völgybe ereszkedjenek le a túloldalon.

Kalózmantika

A régi negyed nyugati oldalán a híres Canal Street határolja, a város egyik legfontosabb útvonala. A harminc méter széles, a Mississippitől egészen a Pontchartrain-tóig húzódó út valamikor az amerikai és a francia lakónegyedet választotta el. Ott, ahol kifut a folyóhoz, állnak a régimódi hajók, valaha innét indult a hagyományos évi verseny a leggyorsabb személyszállító hajó címéért. Mark Twain, a Nagy Folyó vidékének szülőtte maga is dolgozott hajókormányosként egy ilyen hajón. Hajósélet a Mississippin című könyvében a város régi életéről, de leginkább a hajóséletéről ír. A Pirates Alley a Kalózosk utcaja. De szó szerint, a várost gyakran „látogatták” kalózosok, mi több, néhány nevezetesebb tengeri rabló a városban élt. A leghíresebb, Jean Lafitte azzal szerzett közmegebecsülést magának, hogy ideig-óráig Andrew Jackson csapatában harcolt az angolok ellen. Egyébként meg folytatta jól jövedelmező mesterségét: a Bourbon Street ma szépen helyreállított régi kovácsműhelyében álöltözetben szorgoskodott, miközben innen irányította csempész és rabszolgakereskedeleme üzleteit.

De nemcsak a kalózosok örvendek közmegebecsülésnek, hanem mondjuk Napóleon is. A Chartres Streeten, a St. Louis Street kereszteződésénél áll az ún. Napóleon-ház. Tulajdonosa annak idején azért építette, hogy ha a francia császárt sikerülne kiszóktetni ellenfelei fogságából, itt menedékre lelhesse. Híres a Beaugard-ház is, ahol a déliek nagy tábornoka lakott. A Dumaine Street 632. számú épülete pedig kétszeresen is nevezetes; a legrégebbi ház a városban, 1726-ban épült, és New Orleans neves írója, megannyi kreol történet szerzője, George W. Cable sikeres regénye, a Madame John's Legacy valójában erről a házról szól.

*

Január 15. van, Martin Luther King születésnapja. Ilyenkor a városok terein pódiumok emelkednek, feketék és fehérek, polgárjogi aktivisták, városi tisztviselők és egyházi személyiségek tartanak beszédekét, a hallgatóság meg még annál is vegyesebb. A hangulat felemelő, szinte patetikus és mégis vidám, magával ragadó. Tudom, az Államok a keleti partvidéken született és New York is ott van, a jövő várományosa pedig – legalább is úgy mondják – a Nyugat, most mégis úgy érzem, az igazi Amerika az annyiszor elátkozott és annyira szeretett Dél. Akármilyen legyen az igazság, annyi biztos, hogy New Orleans az USA legmegragadóbb nagyvárosainak egyike, New York, Los Angeles és San Francisco mellett. ☞

HOGYAN HERÉLJÜK KI A VÍZILÓVAT?

Okkal kérdezhetnék, miért kellene ivartalanítani egy veszélyeztetett fajt, hiszen minél több bébi születik, annál jobb. Így lenne természetben, ám az állatkertekben egy nőstény 40 évet is élhet és ez alatt akár 25 utódot is szülhet. Márpedig ennyi behemótot etetni, „tárolni”, igen nehéz, ráadásul a hímek igen agresszívek lehetnek, férfiaságuk teljében. Ezért sok állatkertben próbálják kordában tartani őket. Csak-hogy az ivartalanításuk igen nehéz, mert a herék a testük belsejében vannak, láthatatlanok, nemi szervük is kicsi. S ha ez még nem lenne elég, a herék helyzete az egyes hímeknél teljesen más lehet. Altatás után elvileg az ultrahang segíthet, de amikor a műtéthez feltárják a megcélzott helyet, a herék még jobban visszahúzódnak a test belsejébe, így az állatorvos szinte semmit sem lát, csupán a kezével próbálhatja kitapogatni a heréket.

Végül is a kísérletbe bevont mind a tíz állatot sikeresen kasztrálták, csupán egy múlt ki egy korábban fel nem ismert betegségben. A következő fél év során a kutatók azt figyelték, hogy megváltozott-e a kasztrált hímek viselkedése. Négy állatkertből arról számoltak be, hogy a hímek közötti agresszió számottevően csökkent, egy helyről viszont olyan hírek érkeztek, hogy az ivartalanított hímek jobban zaklatták a nőstényeket. A műtét másik nagy kihívása, hogy a vízilovak idejük nagy részét az állatkerti medencéjükben töltik, ami tele van a saját ürülékükkel, vagyis fennállt a sebfertőzés veszélye. Mégis, valamilyen állat komplikáció nélkül meggyógyult. Ennek magyarázata valószínűleg a „vörös izzadság” lehet. Hajdan azt gondolták, hogy az állat vért izzad, ám a bőrükön kiütkező vörös anyag sem nem vér, sem nem izzadság, hanem a bőr által kiválasztott pigmentanyag, ami egyfajta UV-szűrőként működik, védve az állatot az erős és káros napsugárzástól. Ez a pigment akadályozza a baktériumok túlszaporodását is, vagyis egyféle antibiotikumként funkcionál. Ez segíti az állatokat az egymás közötti csatározások során szerzett sebek gyógyításában – vagy éppen azt követően, hogy az állatorvosok megfosztották őket férfiaságuktól. (Discover Magazine, 2014. február)

AZ „EGY GYERMEK” POLITIKA VÉGE?

A XX. század második felében egyre nőtt a félelem a népesség robbanásszerű növekedése miatt. A 60–70-es években a globális népesség évi 2 százalékos ütemben nőtt,

ami azt jelentette, hogy ilyen tempóban a Föld népessége nagyjából 30 évenként megkétszereződik. Széles körben elterjedt a vélemény, hogy a drasztikusan csökkenő halálzási ráta és a gyors születésszám-növekedés végül a bolygó túlnépesedéséhez vezet, ahol nem lesznek elegendők az erőforrások és eljönnek az emberiség végnapjai. A legnagyobb ütemben Kína lakossága növekedett, a 60-as években meghaladta az évi 2,5-öt. Aztán a következő évtizedben minden megváltozott. Az emberek később kötöttek házasságot, és kevesebb gyermek született. Egy évtizeden belül a népességnövekedés üteme 2,58-ról 1,16-ra csökkent 1979-re. Mindemellett egyre nagyobb lett a 15 éven aluliak aránya. Kínában a politika az életszínvonal emelése érdekében drasztikus lépésre szánta el magát. A hírhedt egy gyerek rendelet hivatalosan 1980 szeptemberében lépett életbe. Bő 30 évvel később, némi módosítások és mentességek után a pároknak a 60 százalékára még mindig vonatkozik ez a törvény. Mentességet élveznek az etnikai kisebbségek, az olyan falusi családok, ahol csak egy lánygyermek van és az olyan fiatal párok, ahol még nincs gyermek. 2013 végétől már engedélyeznek második gyermeket azon házaspároknál is, ahol az egyik szülő egyke volt, és innen már csak egy lépés, hogy mindezt mindenki számára lehetővé tegyék.

Az egy gyermek politika kezdettől fogva ellentmondásos volt. Igaz, hogy ilyen módon csökkenteni tudták a gyors népességszaporulatot, ám ez utóbbi elsődleges oka nem a születések magas száma, hanem a halálzási arány csökkenése volt. Valójában Kínában a törvény bevezetését követő évtizedben a születési ráta alig változott. A csökkenés igazából a 90-es évektől, a nagy gazdasági felülváltás nyomán kezdődött meg. Az abortuszok száma 8,7 milliőről 14,3 millióra nőtt két év alatt, ugyanezen idő alatt 16,4 millió nőt sterilizáltak. A mai Kínában 150 millió olyan család él, ahol csak egy gyermek van. A kínai társadalom azonban gyökeresen átalakult 30 év alatt. Számottevően nőttek a jövedelmek, a városi lakosság aránya 50 százalék (korábban 20 százalék volt), a 25-29 éves férjzetlen nők aránya megnégyesződött, a termékenységi szint a korábbi 2,1-ről 1,5-re csökkent. A 15 év alattiak aránya már alacsonyabb, mint a 60 év felettié. A családok nagyobb része már nem is akar második gyermeket. (*New Scientist*, 2014. március 24.)

JÉGKORSZAKI MÉHLÁRVA CT-VIZSGÁLATA

A még ma is élő *Megiacchile gentilis* fajhoz tartozó méhek maradványait még az 1970-es években találták a híres Los An-

geles-i La Brea kátránytavakban. Mivel akkoriban még nem volt olyan vizsgálati módszer, amivel a nagyon apró példányokat sérülésmentesen tudták volna tanulmányozni, a leletek komolyabb kiértékelés nélkül kerültek egy múzeumi fiókba. Amerikai kutatók most komputertomográfus vizsgálatokat végeztek annak érdeké-



Méhlárva CT-képe

ben, hogy rendkívül nagy felbontású képeket készíthessenek az egykori levelekből készült fészekben rejtőző leletekről. A módszer segítségével a paleontológusok igen részletes bepillantást nyerhettek a fészekben rejtőző, 23–40 ezer éves picli lárva testfelépítésébe. A Los Angeles-i Természettudományi Múzeum kutatói szerint ennek a rovarnak a modern leszármazottai azon kevés fajok közé tartozhatnak, amelyek előnyt tudnak kovácsolni a globális felmelegedésből. Bolygónk felmelegedésével párhuzamosan ugyanis ezeknek az elterjedési területe egyre inkább növekszik. A mai Los Angeles nagy része alatt eltemetve húzódó La Brea kátránytavak a mára már kimerült közeli olajmezőkből szivárgó anyagból halmozódtak fel 100–330 ezer évvel ezelőtt. Az egykor felszínen lévő ragadós kátránytavakban rengeteg egykori állat esett csapdába, amelyeknek maradványai folyamatosan kerülnek elő a város körüli építkezéseknek köszönhetően. (*Plos ONE*, 2014. április)

A SZÍNLÁTÁS CSAK 70 FELETT ROMLIK

Udo Jürgens örökifjú osztrák énekes énekelte a 70-es évek végén: „66 évesen kezdődik az élet...”. Igaza volt – legalábbis ami a színlátást illeti. Az ugyanis 70 éves korig még alig romlik, 70-en túl azonban drasztikusan – állapították meg a közel-

múltban amerikai kutatók. Számokban kifejezve: a hetvenöt éven felüliek közül szinte minden második embernél megfigyelhető a színlátás lényeges zavara, az arány 95 éveskor fölött pedig még rosszabb: 3 idős ember közül kettő érintett.

Az évek előrehaladtával sok képességünk romlik: a hallás, a látásélesség, a mozgékonyág. Egy tavalyi tanulmány eredményei azonban arra engednek következtetni, hogy a színlátás a kivételek közé tartozik. A tanulmány keretében Sophie Wuerger angol pszichológusnő 185 18 és 75 év közötti önként jelentkező vizsgálati alagnál vizsgálta a színlátás képességét, s csupán csekély különbséget talált fiatalok és idősek eredményei között.

75 év feletti korosztályt Wuerger azonban már nem vizsgálta. A Berkeley Egyetem kutatói viszont 865 személyt vontak be a vizsgálatba 102 éves korig bezárólag. Ennek a vizsgálatnak az eredménye: 70 éves korig a színlátás tökéletesen működik, ezután azonban rohamosan romlik. A 75 éves vizsgálati személyek 45 %-ánál volt észrevehető zavar megfigyelhető, 85 év felett az arány már 50 %, a nagyon idős, 95 év felettiéknél pedig már csaknem 67 %.

A színlátás romlása többnyire a kék és a sárga színek megkülönböztetésének nehézségében mutatkozik meg. Az érintettek többnyire a kevésbé intenzív kék színek bíbor, sárga, vagy sárga-zöld színektől való megkülönböztetése nem sikerült. Ennek oka a lencse sárgás elhomályosodása lehet, ami ahhoz vezet, hogy a rövidhullámú, azaz a kékes fény a szemem nem tud olyan jól áthatolni. Így a kék színek látása nehézül.

A lencse sárgás elhomályosodását az időskori gyakori betegségek, a cukorbetegség, zöldhályog, vagy a makuladegeneráció okozhatja. Gyakori ok azonban a szövet szükségszerű előregedése. Az idősebb vizsgálati alanyok ötödénél a színlátás oly mértékben volt károsodott, hogy az adott személy hétköznapi életét is megnehezítette. (www.farbimpulse.de 2014. március 5.)

FUSS, HOGY LÁSS!

A fejlett társadalmakban nemcsak az átlagéletkor magasabb, hanem bizonyos korra jellemző betegségek gyakorisága is megnő. Az idősödő emberek ugyan lassan elfogadják az éveikkel együtt járó természetesnek mondható változásokat, de elveszíteni szemük világát, ez mindegyikük és mindegyikünk számára rémitő lehetőség. Pedig az idős kor jellemző szembetegsége, a macula degeneráció sajnos egyáltalán nem ritka.

A szemben az éleslátásért felelős hely, mely lehetővé teszi pl., hogy olvasni tudjunk, a macula, magyar nevén sárgafolt, s az itteni idegsejtek pusztulási folyamatát nevezik macula degenerációnak. Kialakulásának pontos okait még nem ismerjük, genetikai eredet, életmódbeli jellegzetes-ségek, mint a dohányzás, vitaminszegény étrend vagy állandóan szabadban, napfényben végzett munka egyaránt kiválthatják. Mivel tökéletes gyógyítására ma még akkor sincs sok remény, ha az elváltozást hamar felismerik, nagy figyelmet keltett Mabelle T. Pardue és kollégái cikke.

A szerzők állatkísérletes modellel igazolták, hogy gyakorlatokkal a kialakult látásromlás javítható, ill. jelentősen lassítható. Maga a kísérlet igen egyszerű és érthető. Két héten keresztül naponta egy órát futattak egereket mókuserékben, majd hasonló célú kísérleteknél alkalmazott módszer szerint az egerek szemét olyan megvilágításnak tették ki, mely a látóidegsejtek, az ún. fotoreceptorok károsodását okozta. Ezután az egerekkel további két héten át folytatták a napi egy órás futást. A kísérlet végén összehasonlították a szem ideghártyája/retina szerkezetét és funkcióinak épségét olyan egerek ideghártyájával, melyek szemét ugyancsak kitették a károsító fénynek, de a kísérlet egész ideje alatt nyugton ültek a mókuserékben. Az edzésben lévő egerek fele annyi fotoreceptort veszítettek, mint nem futó társaik. Ráadásul a futásra készített egereknél nem csak kétszer annyi fotoreceptor maradt, de esetükben a retinasejtek jobban is reagáltak a fényre, és bizonyos, a testedzéssel már régen kapcsolatba hozott, jótékony hatású fehérjének, az agyi eredetű növekedési faktornak, a BDNF-nek a szintje is magasabb volt. Azt, hogy a BDNF szint befolyásolja a retina funkcióját, szintén igazolták. A BDNF akkor fejtheti ki hatását, ha a sejtek receptoraikon keresztül felveszi. Mikor ezt a folyamatot meggátolták, az edzésben levő egerek is olyan károsodást szenvedtek az erős fénystimulus hatására, mint kontroll társaik. Az edzés mennyiségének, időtartamának, milyenségének szerep még nem teljesen ismert a BDNF-szintre, de egy már most is biztos: ha rendszeresen mozgunk, tornázunk, futunk, azzal nemcsak alakunkat, egészségünket általában, hanem szemünk világát is segítünk megőrizni. (*The Journal of Neuroscience*, 2014. február 12.)

A BOKACSA-HANGOK REJTÉLYE

A kutatók meggyőző bizonyítékot találtak arra, hogy az az egyedülálló, alacsony frekvenciájú hang, amit évtize-

deken át észleltek a déli tengereken és „biokacsának” neveztek el, az antarktisi csukabálnától származik. A hangot először a 60-as években tengeralttjárón észlelték és teljesen úgy hangzott, mint a kacsák hangja. Több helyen is hallották a déli óceánon, de a forrása mostanáig ismeretlen volt. A titokzatos hangokról sokáig úgy vélték, hogy tengeralttjáróról származnak, esetleg valamilyen haltól, vagy valamilyen oceanográfiai jelenség a forrása.

2013 februárjában egy nemzetközi kutatócsoport két csukabálnára helyezett akusztikus nyomkövetőt az Antarktisz-félsziget nyugati partjainál, a Wilhelmina-öbölben. Ez volt az első eset, hogy ilyen akció sikerrel járt. Az adatok hanganalízise nyomán kiderült, hogy észlelték ezt a bizonyos biokacsahangot. E hangot egyébként főként a déli félteke télén hallották az Antarktisz környéki vizekben, valamint Ausztrália nyugati partjainál. A hangok nagyon pontosan ismétlődtek, de rejtélyes volt az is, hogy a téli időszakban magasabb és alacsonyabb szélességeken egyaránt észlelték őket. Senki sem sejtette, hogy csukabálnák voltak ott. Most, miután kiderült, hogy ezek a cetfélék a hang forrásai, arra következtetnek, hogy egyes csukabálnák egész éven át a jég borította antarktisi vizekben tartózkodnak, míg más egyedek szezonálisan elvándorolnak a magasabb szélességek felé.

Az akusztikus nyomkövetőket, melyek a tengervíz hőmérsékletét és nyomását is mérték, kézzel, egy szénszálas rúd segítségével helyezték el az állatok testén, gumicsónakból. A bálnákat napközben vizuálisan is követték a csónakból, hogy tanulmányozzák a viselkedésüket és a csoport összetételét. Amikor a hangokat rögzítették, nem volt más tengeri emlős abban a régióban, s ez is megerősíti, hogy kitől-mitől származhatnak. A csukabálnákról viszonylag keveset tudnak; ezek a legkisebb méretűek a nagy bálnák közül, mely csoportba például a hosszúsárnyú bálnák, vagy a kékbálnák is tartoznak. A sajátos hang forrásának azonosítása a jövőben lehetővé teszi, hogy más évszakokban és területeken is tanulmányozzák a viselkedésüket. Hogy mi lehet a hangok funkciója, még ismeretlen. Azt már régóta tudják viszont, hogy a hosszúsárnyú (más néven púpos) bálnák sajátos „énekkel” kommunikálnak egymással. (*Scientific American*, 2014. április)

AZ ELSŐ MESTERSÉGES KROMOSZÓMA

Az utóbbi években a szintetikus biológia fejlődésének köszönhetően sikertű kutatóknak mesterséges genotípussal

életképes baktériumokat létrehozni. Az eukarióták azonban sokkal nagyobb kihívást jelentenek, hiszen genetikai szerkezetük jóval összetettebb. Genotípusuk sejtmagban található, s kromoszómákra osztott. A sütőélesztőben (*Saccharomyces cerevisiae*) e genetikai szerkezetek közül tizenhat van. Kutatók ezek közül a III. számú kromoszómát választották ki, mely az élesztő legkevésbé terjedelmes kromoszómája: a teljes genom 12 millió genetikai építőkövéből csupán 2,5%-ot tartalmaz.

Először számítógépen hozták létre a synIII-nak nevezett III. számú kromoszóma mesterséges változatát, közben célzottan megszüntették a természetes modell bizonyos részeit – úgynevezett ismétlődő sorozatokat az információhordozó gének között –, hogy a synIII kicsi és könnyen kezelhető legyen. Majd a számítógépes terv segítségével mesterségesen előállított nukleotidokból, a DNS építőköveiből a genetika legmodernebb eljárásával létrehozták a mesterséges synIII kromoszómát. A géneket speciális jelekkel látták el, hogy azonosításukat és a későbbi műveleteket lehetővé tegyék.

A sikeres szintézist követően az élesztő természetes III. számú kromoszómáját helyettesítették a synIII-mal, és megvizsgálták a hatást. Bebizonyosodott, hogy a synIII problémamentesen át tudja venni a természetes modell feladatát: a mesterséges genotípushordozót tartalmazó élesztő ugyanúgy fejlődött, és ugyanazok a tulajdonságok jellemezték. A synIII megjelölt géneinek célzott manipulációjával a kutatók azt is megmutatták, hogy az eljárás segítségével az élesztő bizonyos tulajdonságai akár célzottan megváltoztathatók.

A sütőélesztő esetében olyan szervezetről van szó, melyet az ember évezredek óta használ, a modern genetikában pedig a viszonylag egyszerű felépítésű eukarióták modelljét képviseli. Genetikai manipulációk segítségével pedig sok anyag előállításához is felhasználták, melyeket baktériumok nem tudtak előállítani. Ezeket a lehetőségeket az új kutatási eredmények tovább bővíthetik. Ez csupán az első lépés a teljes mesterséges élesztő-genom létrehozásában, amely nem csupán az eukarióták genetikájának területén gazdagítja tudásunkat, hanem gyakorlati alkalmazási lehetőségeikhez is elvezethet, mint például forradalmasíthatja a bioüzemanyag termelését, vagy előmozdíthatja új gyógyszerek előállítását.

Meg kell jegyezni, hogy a szintetikus biológia a géntechnikával együtt sok emberrel kényes téma: a mesterséges úton megváltoztatott tulajdonságú szervezetek természetesen veszélyt is jelenthetnek. (www.wissenschaft.de, 2014. március 27.)

Akadémiánk új elnöke: Lovász László

A Magyar Tudományos Akadémia honlapján 2014. május 6-án, kedden jelent meg a friss hír: „Zárt ülésen választották meg a 185. közgyűlés keddi munkanapján a Magyar Tudományos Akadémia főállású vezetőit. ...

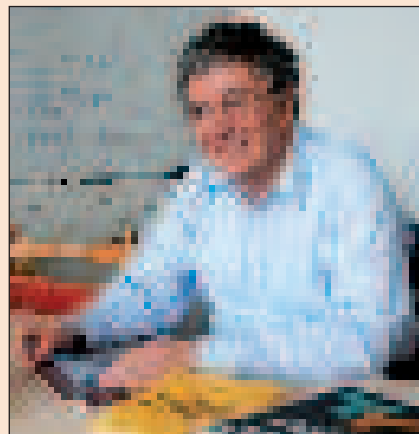
A jelölőbizottság előterjesztését Vizi E. Szilveszter, az MTA rendes tagja, a testület elnöke ismertette a jelenlévőkkel. Az Akadémia huszadik elnökévé a voksok 61,8 százalékaival Lovász Lászlót, főtítkárává 60,1 százalékkal Török Ádámot, főtítkárhelyettesévé pedig 56,2 százalékkal Barnabás Beáta Máriát választották meg.

Az élettudományi alelnök a voksok 70,2 százalékát kapó Freund Tamás, a társadalomtudományi alelnök Vékás Lajos 57,1 százalékkal, a természettudományi alelnök pedig 67 százalékos támogatottsággal Szász Domokos lesz a következő három évben.”

Lovász László 1983 óta tagja a Természet Világa szerkesztőbizottságának. Cikkeivel, tanácsaival több évtizede segíti szerkesztőségünk munkáját. Felívelő életútját kezdetektől nyomon követtük, eredményeiről, sikereiről (Wolf-díj, Kiotó-díj, Corvin-lánc kitüntetés, Széchenyi-nagydíj, Bolyai-nagydíj...) rendszeresen beszámoltunk, hiszen az ő révén ezek, kicsit folyóiratunkra is fényt vetettek.

Lovász László nemcsak világhírű matematikus, hanem a közösségért is dolgozni képes, feladatvállaló ember. Ezt bizonyította intézetvezetőként és a Nemzetközi Matematikai Unió elnökeként is. Kutatómunkája mellett mindig oktatott, hiszen nagyon jó előadó, és fontosnak tartotta, tartja tudásának közkinccsé tételét. Nyomtatott munkái mellett mindig oktatott, hiszen nagyon jó előadó, és fontosnak tartotta, tartja tudásának közkinccsé tételét. Nyomtatott munkái mellett mindig oktatott, hiszen nagyon jó előadó, és fontosnak tartotta, tartja tudásának közkinccsé tételét.

A tudományos ismeretterjesztés hivatásos katonái országsszerte örülhetnek annak, hogy a Magyar Tudományos Akadémiának ismét olyan elnöke lett, aki a tudás széles körben való terjesztését a szívében viseli.



A Magyar Tudományos Akadémia friss híre, 2014. május 15-én:

Lovász László, az MTA elnöke a Svéd Királyi Tudományos Akadémián rangos közönség előtt tartott székfoglaló előadást „The mathematics of very large networks” (Nagyon nagy hálózatok matematikája) címmel. Ezt megelőzően Stockholmban találkozott Barbara Cannonnal, a Svéd Királyi Tudományos Akadémia elnökével, és átvette a svédországi tudós társaság külső tagságát elismerő oklevelet.

Kitüntetettjeink – 2014, gratulálunk!



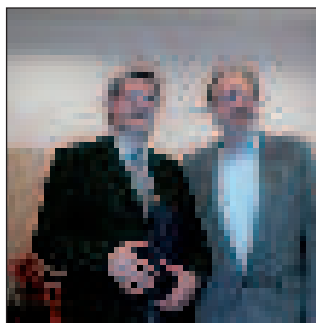
Magyar Érdemrend lovagkeresztje

Szerkesztőbizottságunk tagja, **Kordos László**, az MTA doktora, a Nyugat-magyarországi Egyetem Természettudományi Karának egyetemi tanára március 15-én, nemzeti ünnepünk alkalmából a köztársasági elnöki kitüntetésben részesült.

Hevesi Endre Díj

A tudományos újságírói díjakat ebben az évben **Both Előd** csillagász (képünkön balra), tudományos újságíró, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója, a Hevesi Endre életműdíjat pedig **Oláh István** főszerkesztő, okleveles agrármérnök, mezőgazdaság-tudományi doktor, szakíró vehette át.

Both Előd elkötelezettje a magas színvonalú tudományos ismeretterjesztésnek, a tudás közkinccsé tételének. 15 éven keresztül szerkesztette a Magyar Űrkutatási Szervezet angol és magyar nyelvű évkönyveit. Az 1990-es években a Magyar Természettudományi Társulat csillagászati és űrkutatási szakosztályának titkára volt. Húsz csillagászati



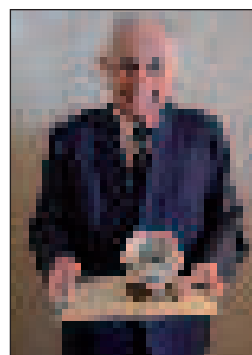
és űrkutatási ismeretterjesztő film és ötven ismeretterjesztő könyv szövegét fordította magyarra. Cikkeket ír a nyomtatott sajtóban, és az [origo] hírportál tudományos rovata számára. Ma is rendszeresen tart ismeretterjesztő előadásokat. 2002 óta tagja a Természet Világa szerkesztőbizottságának, **Oláh István** szakkikkeket és ismeretterjesztő írásokat egyaránt publikál, szakkönyvekben társszerzőként fejezeteket ír, lektori feladatokat lát el. Mindezt 1969 óta. Évtizedeken át volt főszerkesztője a MAG című országos folyóiratnak.

(Részletek Herczeg János laudációjából)

Egy élet a geológiáért

Keckseméti Tibort, szerkesztőbizottságunk tagját, a Magyar Természettudományi Múzeum címzetes főigazgató-helyettesét Geofil Díjjal tüntették ki. A díjat, melyet dr. Kordos László geológus alapított 2010-ben azzal a céllal, hogy a Kárpát-medence földtani értékeinek felismerésében meghatározó emberek munkáját elismerjék, a Miskolc Város Napján rendezett ünnepségen adták át.

Keckseméti Tibor nemcsak kutatóként, muzeológusként alkotott maradandót, hanem ismeretterjesztő tevékenysége is példamutató. Aligha tett más e hazában többet a földtudományok népszerűsítéséért, mint ő, s ezt mi a Természet Világa szerkesztőségében is tapasztaljuk.



Jelzések a kromatin tájon

Első rész

Kromatin, nukleoszómák, hisztonok

BOROS IMRE

A sejtmag anyaga a kromatin. Szerkezetéről és annak változásairól az utóbbi években nagyon sok újat tudtunk meg. Ezen felismerések eredményeként a kromatinszerkezetet ma az *epigenetikai öröklődés* legfontosabb meghatározójának tekintjük. Epigenetikai egy jelleg öröklődése, ha továbbadása nem az örökítő anyag (DNS) építőegységeinek – nukleotidok – sorrendje által meghatározott. Az epigenetikai hatást – mint látni fogjuk – leggyakrabban a kromatinszerkezet közvetíti: az, hogy milyen formában, milyen molekulákkal kapcsolódva található a DNS a sejtmagban. A kromatinszerkezet és változásai azonban nemcsak a sejtek osztódásakor játszanak fontos szerepet, amikor valóban átörökítés történik, hanem a sejtek osztódások közötti állapotaiban is. Osztódás hiányában természetesen nem beszélhetünk epigenetikai szerepről vagy epigenetikai hatásról. Ez sokszor félreértésekre vezet még szakemberek között is. Az írás áttekintést ad a kromatinszerkezetéről és annak kapcsolatáról az epigenetikával. Két részben, az utóbbi évek során közölt adatok és saját kutatásaink során szerzett ismeretek alapján tekintem át a kromatin fő alkotóinak és szerkezeti alapegységeinek a jellegzetességeit, továbbá ezek jel, valamint jelzéseket összesítő és közvetítő szerepét.

A változatos megjelenésű kromatinszerkezet

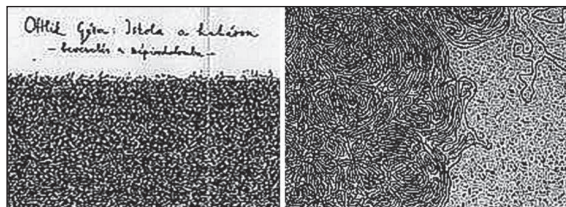
Régóta ismert, hogy a sejtek élete során a kromatin eltérő formákban figyelhető meg: az osztódások során a kromoszómákban összetömörödött, az osztódások közötti időszakokban pedig szinte a teljes sejtmagtér fogatot kitöltően (1. ábra). A kromatin tömör és laza szerkezetű ál-

lapotai közötti átalakulások biztosítják, hogy az örökítő anyag betöltheti szerepét: osztódások alkalmával a kromoszómákba összecsomagolt DNS egyenlően osztható meg az utódsejtek között. Az osztódások közötti időszakokra jellemző fellazult kromatinszerkezetben pedig a DNS egyes részleteiről – a géneknek megfelelő működési egységekről – RNS-másolatokat készíthetnek az enzimek, ami a gének megnyilvánulásához vezető út első lépése. A fellazult és összetömörödött állapotok közötti átalakulások lehetőségét a kromatint alkotó molekulák szerkezete és kapcsolódásuk jellege biztosítja. A kromatin két fő anyagának: a DNS-nek – ami foszfát-csoportjai miatt negatív töltésűekben gazdag – és a hisztonfehérjéknek (amelyek

korfoszfát-lánc negatív töltésű csoportjaihoz. Egyre több a bizonyíték arra, hogy a hisztonok nem csupán csomagolják a DNS-t, hanem azt is jelzik, hogy a csomagolás mikor kibontható, sőt esetenként még a múltban történt kicsomagolás emlékét is őrzi. Ennek megértésére, hogy ezt hogyan teszik, érdemes kicsit részletesebben megismerkednünk velük.

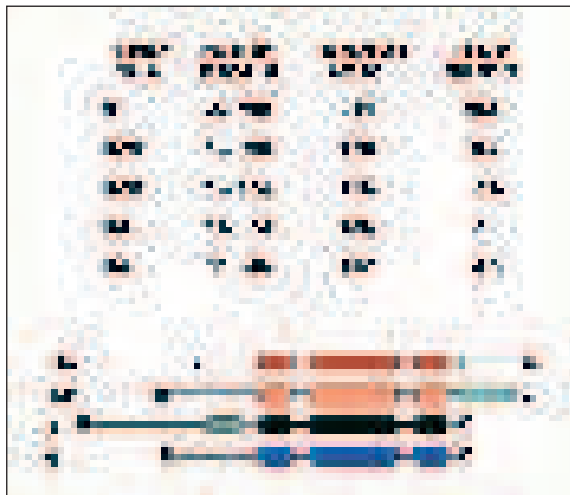
Hisztonfehérjék a kromatinyógyórsor magvai

A hisztonokat valamikor szerkezeti elemeknek tekintették, amelyek jól szolgálnak a tömésel DNS összecsomagolására, biztosítva ezzel, hogy az elférjen a sejtmagban. Alkalmasnak tűnnek erre, mert mind az öt hisztonféleség (H1, H2A, H2B, H3 és H4) gazdag bázikus jellegű aminosavakban. Aminosavaiknak több mint 20%-a pozitívan töltött csoportot tartalmaz az oldalláncán (2. ábra). Az evolúcióban rendkívül erősen megőrzött aminosav-összetétel sejti, hogy a pozitív töltésű lizinek és argininek fontosak a hisztonok szerepének ellátásához. A H2A, H2B, H3 és H4 hiszton nukleoszómamag (core) hisztonoknak is nevezik, mert ezek képezik a kromatin szerkezeti-alapegységet, a nukleoszóma fehérjekomplexumát. A négyféle nukleoszómamagot formáló hiszton mindegyikéből kettő-kettő vesz részt egy korongszerű fehérjeszerkezet kialakításában. A hisztonnyolcasban (oktett) az egyes hisztonféleségek alfa-hélix szerkezetű polipeptid láncrészei között úgy alakul ki szoros kapcsolat, mint ahogy két tenyér illeszkedik egymáshoz kézfogáskor. A korong felszínére pedig 147 bázispár (bp) DNS tekeredik majdnem két teljes kört leírva. A vonzás a DNS cukor-foszfát láncának negatív töltései és a hisztonfehérjék pozitív töltésű aminosav-oldalláncai között biztosítja a stabil fehérje-DNS kapcsolatot. Az így kialakuló DNS-fehérjekomplexus a kromatinszerkezet alapegysége, a nukleoszóma (3. ábra). Azokhoz a pontokhoz közel, ahol kezdő-



1. ábra. A szétterülő kromatin képe nagy nagyításban hasonlít az egyetlen oldalra másolt regény szövegének megjelenéséhez. Fontos különbség azonban, hogy a kromatin információtartalma ebben az állapot „olvasható”, míg a regényé nem

a sok lizin és arginin aminosav miatt pozitív töltésűekben gazdagok) az ellentétes töltésű csoportjai önmagukban sejtetik a kromatinszerkezet kialakításában fontos szerepet játszó kölcsönhatásokat. Várható az is, hogy töltéseik eloszlásának megváltoztatása a kromatinszerkezet változását vonja maga után. Valóban, viszonylag régen ismert, hogy a kromatint alkotó hisztonok töltései változhatnak, és ez a kromatinszerkezet megváltozását eredményezi. Az utóbbi években végzett kutatások eredményei rámutattak azonban, hogy a hisztonfehérjék közreműködése a kromatinszerkezet változásaiban sokkal többet annál, hogy oldalláncaik pozitív töltésű csoportjai vonzódnak a DNS cu-



2. ábra. A hisztonfehérjék legfontosabb jellemzői. A hengerek az alfa-hélix szerkezetű, a vonalak a rendezetlen szerkezetű polipeptid-láncrészek

dik és végződik a DNS feltekeredése a fehérjemagra, az ötödik hiszton, a H1 kapcsolódik a DNS-hez. Egy nukleoszóma az utána következőhöz rendszerint néhány száz bázispármnyi DNS-szakasszal kapcsolódik, így alakul ki nukleoszómák sorozataként egy gyöngyfűzrszerű szerkezet, ami a kromatinszerveződés leegyszerűsített szintjét jelenti. A gyöngyfűzérben egymást periodikusan követő egységek mindegyike a magi hisztonok nyolcasából, az arra feltekeredett, valamint a következő nukleoszómaig érő, összesen 200 nukleotidpár DNS-ből és egy molekula H1 kapcsoló hisztonból áll.

Az összecsomagolt DNS nem olvasható

A DNS elrendeződése a gyöngyfűzrszerű nukleoszóma-sorozatokban a molekula kinyújtott hosszához képest csak kismértékű rövidülést jelent. Ez korántsem elegendő ahhoz, hogy a sok DNS, ami például az emberi sejtek esetén kinyújtott állapotban kétszáz méternyi lenne ki, elférjen egy néhány mikrométer átmérőjű sejtmagban. A nukleoszómák gyöngyfűzéreként a további feltekeredése és kapcsolódásai azonban újabb és újabb szerveződési lépcsőkön át biztosítják a DNS sejtmagbeli elrendezését (4. ábra). A feltekeredést meghatározó molekulák kölcsönhatásokról és a magasabb rendű szerkezet pontos jellemzőiről, bár egyre több információ áll rendelkezésre, még korántsem teljes az ismeretünk. Az erre vonatkozó adatokkal a továbbiakban itt nem is foglalkozunk. A gének működése közvetlenül a nukleoszómák szerkezetével függ össze. Témánk szempontjából azt érdemes áttekinteni, hogy a nukleoszómák

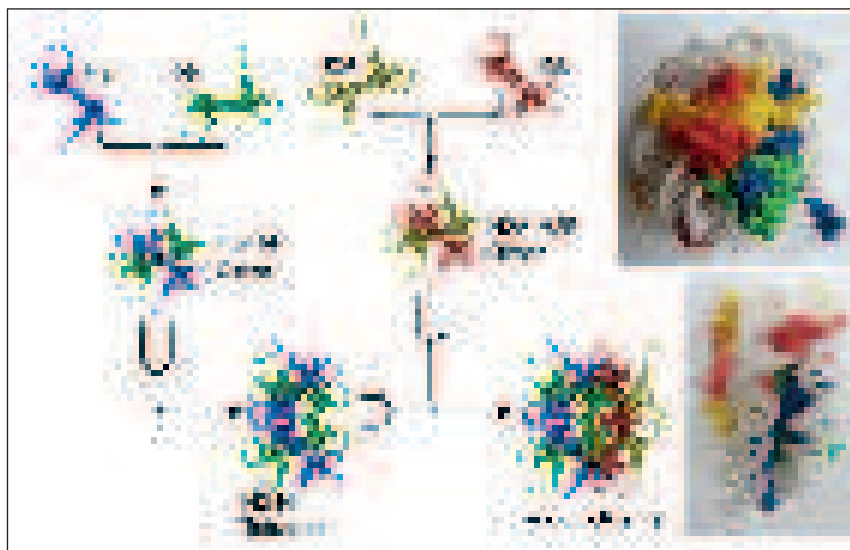
változása hogyan járul hozzá az időszakos és az öröklődő génműködés-változásokhoz.

A hisztonok és a DNS kapcsolatának erőssége egy-egy nukleoszómán belül, valamint az egymással szomszédos nukleoszómák között fennálló kapcsolatok határozzák meg azt, hogy a kromatinszerkezet nyílt vagy zárt. Valamely gént tekintve a genom egy adott pontján a nyílt szerkezet segíti, a zárt akadályozza a genetikai információ kiolvasását. Hisztonfehérjékre feltekeredett állapotban ugyanis a DNS csak korlátozottan tudja betölteni a génátíráskor a minta (templát)

szerepét, mert nem fér hozzá az RNS-t szintetizáló enzim. Ahhoz, hogy egy-egy DNS-részen gyakori génátírás történjen, szükséges a nukleoszómák legalább időszakos eltávolítása. A fordított eset is igaz: ha arra van szükség, hogy egyes gének tartósan kikapcsolt állapotban legyenek – ezt indokolhatja például a sejt

megváltoztathatja nukleoszómákon belül a DNS-hiszton kapcsolatát és a szomszédos nukleoszómák egymás közötti kapcsolatát. Legszükségesebb esetként a nukleoszómák eltávolítása is megtörténhet. Rendszerint ezt is a hisztonok módosítása készíti elő.

Egyes aminosav-oldalláncok a hisztonfehérjékben számos módon módosíthatók a fehérjeszintézis befejezése után is, már a sejtmagi kromatinban. Enzimek kisebb-nagyobb molekularészleteket kovalens kötésekkel kapcsolhatnak az aminosav-oldalláncokhoz. Ezek az enzimek rendszerint specifikusak egy-egy hisztonfehérjére és abban meghatározott helyzetű aminosav-oldalláncra. Hasonló módon, a módosító csoportokat eltávolító enzimek is – mert a módosítások döntő többsége el is távolítható – specifikusak. Több mint tízféle módosító csoportot és hatvanál is több módosítható aminosav-oldalláncot ismerünk. Ezek kombinációjával összetett hisztonmódosítás-mintázatok jöhetnek létre. A módosítások már azzal is nagy hatást okoznak, hogy a DNS és hiszton közötti kapcsolatot a megváltozott töltések miatt megváltoztatják. A módosítások másik rendkívül fontos szerepe az, hogy jelzésként szolgálnak. Az általuk alkotott jelzések irányítják a többi fehérje



3. ábra. Hisztonfehérjék kapcsolódása a nukleoszóma-mag kialakításához. Jobbra egy nukleoszóma-modell képe két nézetben. Színesen jelzett a hisztonok nyolcása, fehér a köré tekeredő DNS. Jól látható a fehérjérszek és a DNS szoros kapcsolata

differenciáltsági állapota –, akkor ez a nukleoszómák közötti kapcsolatok megerősítésével, a kromatin szorosabbra tömörítésével biztosítható. A tömörebb és lazább kromatinszerkezet között az átmenet a kromatinalkotók egymás iránti affinitásának megváltoztatásával érhető el. Ennek módja a hisztonfehérjék módosítása, ami

működését a sejtmagban, amivel azok a genetikai információ megőrzését, továbbadását és megszólaltatását biztosítják. A jelzések persze csak akkor érnek valamit, ha jól láthatók. A hisztonok esetében ez azt jelenti, hogy a módosítások a nukleoszómák felületén jól „látható” helyekre kerülnek.

Jelek a hisztonvégeken

A nukleoszóma központi részét alkotó fehérjekorongot a hisztonok középső, alfa-hélix szerkezetű részein kialakuló kölcsönhatások tartják össze. A molekulák végei nem vesznek részt a mag kialakításában, és mind a négy nukleoszóma-alkotó hiszton polipeptidláncának első 20–30 aminosavnyi része rendezetlen szerkezetben, a mag felszínén helyezkedik el. A magra feltekeredett DNS kettős spiráljai között ezek a részek kinyúlnak a nukleoszóma felületére. A végek közelében levő aminosav-oldalláncok felszíni helyzete lehetővé teszi, hogy hozzájuk fehérjék kapcsolódjanak. Mind a négy nukleoszóma-alkotó hiszton leggyakrabban ezeken a részeken módosított. (Megjegyzendő, hogy ismertek módosítások a nukleoszóma-mag belsőbb részeiben és a polipeptidlánc másik végének közelében elhelyezkedő aminosav-oldalláncokon is.) A lehetséges módosítások változatosak a helyzetüket, a módosító csoportok típusát, azok töltését, méretét és a módosítás fennmaradásának idejét tekintve egyaránt. A leggyakoribb módosítások az acetyl- vagy metil-csoportok lizin-oldalláncok láncvégi (epszilon) N-jéhez kapcsolva. Az acetyl-csoport semlegesíti a pozitív töltésű láncvégi aminocsoportot. A metilcsoport, amiből egy, kettő és három is kapcsolható egyetlen lizin oldallánc-

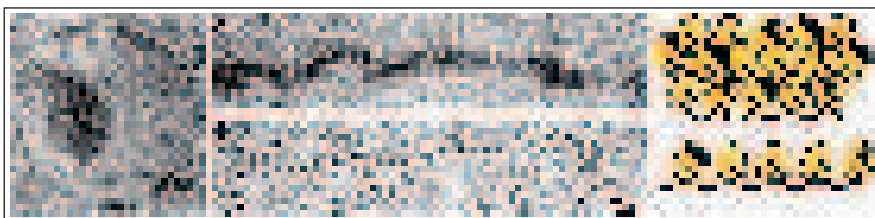
ra, a molekuláris töltését nem változtatja meg, de alakját jelentősen. Az előbbi két csoporton kívül számos további savmaradék (hangyasav, vajsav, borostyánkősav, malonsav, krotonsav) és más természetű molekuláris rész (ADP-ribozil-, glikozil-rész, N-acetilglükózamin rész) is előfordulhat a lizin N-hez kapcsolva. Egyes módosító csoportok maguk is hatalmas, közel száz aminosavból felépülő polipeptidek (ubiquitin, SUMO). Tekintettel arra, hogy mind a négy nukleoszóma-alkotó hiszton számos lizin-aminosavat tartalmaz a polipeptidlánc első részén (pl. a H3 hisztonban a 9. 14. 18. 23. és 27, a H4-ben az 5. 8. 12. és 16. aminosav), a lizin-módosítások önmagukban is változatos módosítási mintázat kialakítására adnak lehetőséget. Tovább fokozza a változatoságot, hogy gyakran arginin, hisztidin, szerin aminosav-oldallánc, rit-

kábban pedig még számos további is módosítást hordoz. A szerin foszforilálása egy semleges molekuláris részlet többszörös negatív töltésű csoporttá alakítását eredményezi. Mint várható, ez nagy hatással van a hiszton és a DNS kapcsolataira az adott molekuláris részen. A módosítások egyes formái egymástól nem függetlenek: gyakran egy módosítási forma előzménye és okozója egy másik kialakulásának, vagy éppen fordítva, egy módosítás létrejötte kizárja egy másik létrejöttét.

A hisztonmódosítások meghatározzák a kromatin-tájat

A génműködést vizsgáló kutatások utóbbi időszakának felismerése, hogy a hisztonfehérjék sokféle módosítási kombinációja jelzési rendszerként szolgál. A jelzésekben összegeződik az információ, ami meghatározza a sejt differenciálódási állapotára jellemző, és a pillanatnyi külső és belső környezetének megfelelő génműködési programot. A jelzéseket fehérjék értelmezik, és a jelzések által meghatá-

pek. A kromatintérképek leírják, hogy a genetikai állomány egyes részeit milyen szerkezeti és működési sajátosságok jellemzik. A szerkezeti sajátosságok leggazdagabb része a hisztonmódosítások sokféle variációja. Ezek leggyakrabban előforduló kombinációit színekkel jelezve és a színeket felfestve a kromatin-szálakra, mint domborzati térkép jeleníthető meg az örökítő anyag, jellegzetes szerkezetű tájakra tagolva. A térképek összeállításával az a cél, hogy adataik segítségével szolgáljanak a szerkezet és a működés közötti ok-okozati kapcsolatok felismerésében. Elemzésükkel a szerkezeti hasonlóságok alapján a már ismert működésű részek jellegzetességei szerint a még nem ismert részek működésére következtethetünk. A térképek adatai önmagukban azonban nem alkalmasak annak eldöntésére, hogy egy adott szerkezeti állapot egy meghatározott működés okozója, vagy következménye-e. A kromatinszerkezet térképhez hasonlítása természetesen sok egyszerűsítést kíván. Ellentétben a kétdimenziós egyszerű térképekkel, a kromatin-tájat leíró háromdimenziós, mert a kromatin sejtmag terében működik. Sőt, a kromatin leírásakor a negyedik dimenzió is rendkívül fontos, hiszen pontosan arra szolgál a leírás, hogy időben egymást követő változásokat értelmezzünk a segítségével. A feladat olyan, mintha egy nagyváros iskoláinak, üzemeinek, hivatalainak stb. tevékenységéről az úthálózat és a forgalomról készült pillanatfelvételek alapján kellene részletes leírást adni. Minden korlát és egyszerűsítés ellenére a térképhasonlat számos tekintetben segít a kromatinszerkezet egyes jellemzőinek leírásában. A következő részben néhány példával szemléltetem, hogy mit sikerült megérteni és értelmezni a kromatinjelekből.



4. ábra. Balra a sejtmag kromatin-állománya látható osztódások közötti állapotban. Középen, ahogy a nukleoszómák „gyöngyfűzére” (A) és legegyszerűbb feltekeredésük (B) az elektronmikroszkóppal láthatóvá tehető. Jobbra a középső kép sematikus rajza

rozott módon biztosítják a gének ki- és bekapcsolását. Pontosabban a jelzések nem igazán a ki- és bekapcsolást, hanem annak a lehetőségét biztosítják vagy zárják ki. Nem útzárak és stop táblák, sokkal inkább sárga villogók és sebességkorlátozó jelzések. A kromatinszerkezet működést gátló alapbeállításából ered, hogy a jelzések többnyire nem gátló, hanem éppen felszabadító, gyorsító hatásúak. Az utóbbi néhány évben emberi sejtek és modellként használt élőlények kromatinállományán végeztek rendkívül részletes vizsgálatokat azzal a céllal, hogy meghatározzák az egyes állapotokra jellemző kromatinszerkezeti jellemzőket. E vizsgálatok eredményei részletesen leírták a módosított hisztonfelekések előfordulási gyakoriságát a kromatin egyes részein. Az így nyert, rendszerint teljes genomokra kiterjedő adathalmazok a kromatintérképek, vagy kromatin tájké-

Köszönet
Az összefoglaló elkészítéséhez támogatást nyújtott a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

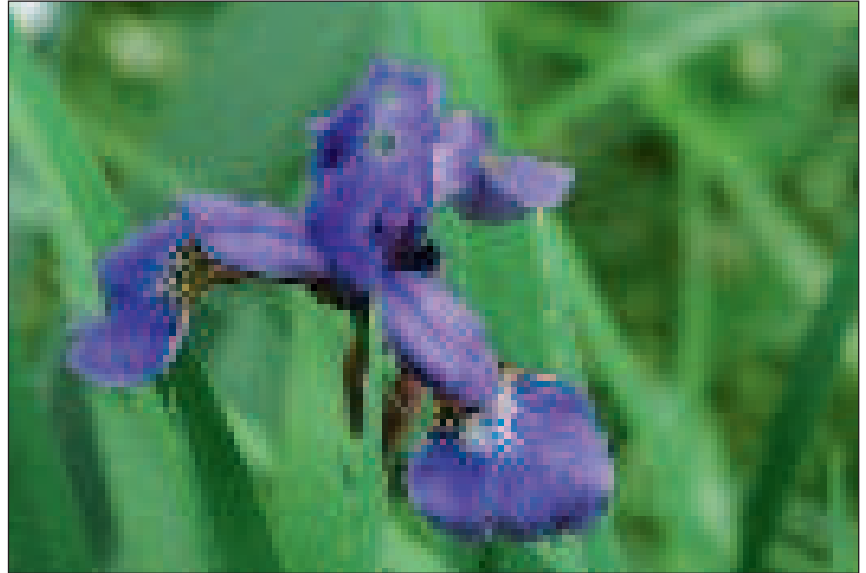
Az Év élőlényei

SZILI ISTVÁN

Végtelenül sokféle érdeklődés (és érdektelenség) irányában megosztott világunkban nem tudom, hány embert ragad magával a kezdeményezés, hogy egy teljes éven át megkülönböztetett figyelmet fordítson bizonyos élőlény-társakra. Amelyek létezéséről, hacsak nem szakember, esetenként nem is tud. Ám éppen e kezdeményezés jóvoltából lehetőség adódik a megismerésre. Ami igazából akkor éri el a célját, ha nemcsak a pusztán név megtanulását, hanem a testi felépítés, a rendszertani elhelyezkedés legfőbb adatainak megismerését is tartalmazza, sőt az élővilágban betöltött szerepről, az élőhelyről és az emberi világhoz való viszonyulás kérdéseiről is szól. Vagyis az év élőlényének tekinteni bármit is, teljes körű megismerést, körben járást ajánl és igényel. Személyre szóló legnagyobb haszna a megismerés, a tudás gyarapítása és a vele járó örömeztet átélése. A társadalomé pedig a megfelelő viszonyulás, a bánásmód elcsúsztatása. Az adott élőlényé – nos, az adott élőlényé olykor mindössze a pusztán fennmaradás lehetősége. Ismerve a veszélyeztetett tényezőket, ez egyáltalán nem csekély eredmény.

Nemcsak magunkat kell tehát megértenünk, hanem földi lakótársainkat is, amiként Földünket, sőt az Univerzumot is. Nem tudhatjuk, van-e távoli jövőnk, de készülnünk kell rá. A megnyugvást csakis a megismerésből fakadó megértés biztosíthatja számunkra. Ami ebből következően nem magától való: eléréseért folyvást küzdeni kell. Tanulni, ismerni, megismerni, megismerkedni. 2014-ben éppenséggel a *szibériai nőszirmossal*, a *mezei juharral*, a *mezei szegfűgombával*, a *földi poszméhkel*, a *magyar bucóval*, a *mocsári teknőssel* és a *tűzokkal*. Méghozzá mindegyikünk érdekében.

Aki a szibériai nőszirmo nevét meghallja, bizonyára megborzasd kissé. Rossz csengésű név ez mifelénk. Csakis Linné tehet róla, ő adta e „szivárvány-virág”-nak (iris = szivárvány) a ’sibirica’ – *szibériai* nevet. Északi ember lévén, az északi világban volt leginkább tájékozott. Márpedig Európa számos pontján kívül Oroszországban, így az Uralon túl is mindenfelé előfordul e gyönyörű vadvirág. A szakemberek éppen ezért „euroszibériai” fajnak



Szibériai nőszirmo

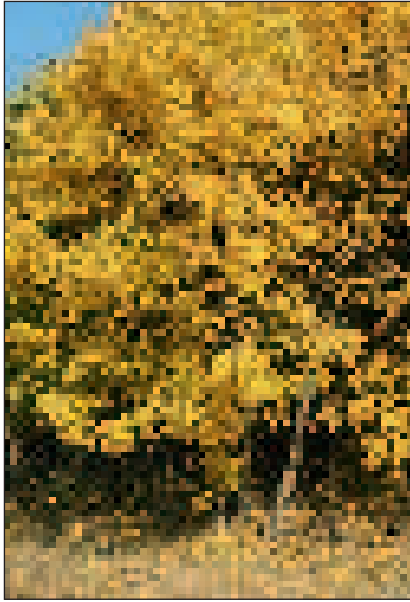
tekintik. Az oroszok – nem tudni, Linnétől eltanulva-e, vagy más hatástól, de *kasztyik szibirskij* néven ismerik. Úgy tartják, aligha van a világon nála alkalmaszkodóbb, ellenállóbb vadvirág. Ez persze túlzás, de tény, hogy a globális emberi hatásokat leszámítva növényünk sikeresen dacol a természeti elemekkel. Megritkulásáért, veszélyeztetettségéért tehát az ember a felelős, miatta került védelmi, sőt egyes országokban a vörös listára.

Jómagam sokszor és sokféle találkoztam már vele, de csak az egyikről árulom el, hogy hol, merre. Tehetem, mert a dél-alföldi kiszáradó láprétnek már nem árthatok vele. Megtették azt mások. Olyanok, akik Üllés közelében, az országút mellett horgásztavat ástak a szibériai nőszirmo élőhelyén. Olyan helyen tehát, ahol a honfoglalás előtt és óta senkinek sem jutott eszébe a nőszirmokat és lápréjtüket háborgatni. Napjaink haszonlesői azonban sorra birtokolni akarják e „haszontalan, de hasznosítható” térségeket. Dacára a papírra vetett törvényeknek. Lám, ezért kell hát a fokozott figyelem!

A *mezei juhar* (mifelénk gyermekkoromban csak *ihor*, *iharfa*) eszmélésem óta ismerősöm. A közeli angolparkban,

a legelőretn, sőt még az utcánkban is, de leginkább a szőlőhegyi pagonyokban és az erdőben mindenütt előfordult. Ősszel két jellegzetességével is felhívta magára a figyelmet: repülő termésével és mély aransárga lombszíneződésével. (Az „ikerlependék” termés egyik vagy másik tagjának iskolai óra alatti csodálatos szárnyalását bizony a matematika tanára nem nagyon méltányolta.) Fűró-faragó idős ismerősöm viszont sokféle tárgyat esztergált krémfehér fájából: gyakran tébláboltam nála és lestem a csodát, miként lesz a keze alatt egy darab fából fakanál, pohár vagy szerszámnyél. Egy alkalommal pedig az utcai fa korai (április eleji) virágzása szolgált meglepetéssel: a zöldessárga, friss illatú kis virágzatokat csonttollú madarak tucatjai lepték meg, és néhány óra alatt az egészet elpusztították. Azóta sem láttam ezt megisméltódni: a csonttollúak rendszerint már messze északon járnak, amikor a juhar kivirágzik.

Miért került e gyakori növény a kiemelt védendő, az évről szóló kedvencek közé? Talán az erdészek tudják leginkább a választ: a „modern” erdőgazdálkodás kezdte gyomfának tekinteni a „még tűzre se való kapanyelet”. Egyszer csak észrevették, hogy erdeinkben alka-



Mezei juhar (A szerző felvételei)

lomadtán keresni kell a mezei juhart. Pedig kétségkívül ott a helye. Bár sokféle erdei közösségben honos, hiszen nagy a tűróképessége, ha emberi túlbuzgóság miatt kezd eltűnedezni, az bizony intő jel. Az erdő nemcsak gazdasági erőforrás, hanem mindenekelőtt életközösség, aminek önfenntartó képessége, egészségre lakóinak lététől és állapotától függ. A juhar elismerése tehát tudományos felismerésnek köszönhető. És hát annak is, hogy a faismerő, fakedvelő emberek a juhart valahol a szívükbe zárták. Az is meglehet, hogy éppenséggel egy régen volt matekórán.

A mezei szegfűgomba nem az öregek gombája, legalábbis, ha szedni kell. Fű között megbúvó pénzérme méretű kalapokait sem meglátni, sem lehajolva begyűjteni nem idős embernek való feladat. Mégis hányan és hányan hajlongnak a tavaszi-nyári esőtől nedves legelőn: ők azok, akik a szegfűgombát még a vargányánál is többre értékelik. Koromnál fogva én is egyre inkább az elvi gombászok közé sorolom magam, viszont megajándékozom a gyűjtőket és kedvelőket gombánk tudományos nevének megismertetésével. A magyar elnevezés, a 'szegfű' egyértelmű és közismert: az illatra utal. Am nem a szegfűére, hanem a keserűmanduláéra, az pedig köztudottan a ciánra. A veszélyes méréganyag azonban csak elenyésző mennyiségben van jelen gombánkban (a feldolgozás során még az is eltávozik), ezért nem mérgező.

A tudományos binominális elnevezés: *Marasmius oreades* azonban más tulajdonságokra utal, és érdekes előtör-

ténete van. Gombánkat az angol *James Bolton* írta le és nevezte el. A tudománytörténet *James Boltont* (1758–1799) mindenekelőtt a brit *mycológia* (gombatudomány) megalapítójának tekintik. Am a kor lehetőségeinek, követeleményeinek és szellemének megfelelően univerzális tudásra tett szert, ezért a botanika, a rovaratan és az ornitológia is számon tartja. Ezeken kívül egyike volt azoknak a korabeli autodidakta művész-tudósoknak, aki az illusztrálás fontosságát látva, sajátkezü művészi alkotásokkal gyarapították kiadványaikat. Bolton gazdagon illusztrált könyvet írt az Angliában fellelhető gombákról, de rövid élete végén még a madarak énekéről, éneklési szokásairól is. Az angolok egyébként a szegfűgombát *skót sapkának* (scotch bonnet) tisztelik, de Bolton ezt nem tartotta jó tudományos névnek. A „marasmius” nemzetségnév görög szóból ered: *kiszáradó-t* jelent. A szegfűgombák gyakran teljesen kiszáradnak a szeles, napsütötte réteken, de ha víz érinti őket, máris újra virulni kezdenek. Az *oreades* fajnév megfejtése kissé bonyolultabb. A szó ugyanis az *oreádokra*, vagyis a hegyi nimfákra utal. A görög mitológia e neves és nagyszámú alakjai (köztük olyan közismert, mint a Csokonai által is megénekelte visszhangért „felelős” Echo) többek között szívesen tartózkodnak a hegyi réteken, ahol a szegfűgomba is terem. És ahol telepei „tündérköröket” – a magyar hagyomány szerint boszorkánygyűrűket – formáznak. Ami Bolton tréfára hajló meglátása szerint a hegyi nimfák műve. Nos, elég kacskaringós volt e névadás, de a kor-szellem bizonyára ezt kívánta...

A földi poszméh – a fekete-sárga-fehér sávós „bundás méhecske” (sokak névhasználatában *dongó*) a képeskönyvek, gyermekmesék és versek nélkülözhetetlen szereplője. A gyermekkori ismerkedés és élmények következtében talán a legismertebb rovarfajok egyike. Tartok azonban attól, hogy ez az ismertség meglehetősen felületes: csak a felismerésig terjed. A legtöbben még azt sem tudják, van-e fullánkja, és hogy veszedelmes-e. Hogy mennyivel több tudnivaló tapadhat a nevéhez, azt éppenséggel egy tanulmányi versenyen szereplő felvidéki kislány szemléletes előadásában hallottam, és ha tehetném, csakis őt idézném. A kislány

szülei fóliasátras paradicsomtermesztéssel foglalkoznak, és ennek praktikus velejárójaként – földi poszméhtartással és szaporítással is. A kislány által bemutatott különleges, holland eredetű dobozban egy egész poszméhcsoport zümmögött, „akik” alkalomadtán kirepülnek a sátor alatt virágzó növényekre és elvégzik a beporzás nélkülözhetetlen műveletét. És, hogy az előbb szóba hozott veszedelmességre is válaszoljak, felidézem a képet, amint a kislány hagyja, hogy a kezére másszanak a nagyon békés poszméhek, „akik” visszahúzható, azaz többször használható fullánkjukat a legritkább esetben, főleg csak a rájuk támadó rágcsálók ellen használják.

Igen, a rovarbeporzás fontossága és a poszméhek által is gyakorolt módozatai azok a figyelemfelkeltő tények, amelyek miatt ezekkel a rovarokkal törődni kell. Mert a vegyszerhasználat őket sem kímélte, megfoghatóságuk pedig számszerűsíthető terméskiesést okoz. Pedig a poszméhek ugyancsak rátermettek a nektár, vagy virágpór megszerzésében – és velejárójaként a beporzás műveletének elvégzésében is. Már a kora tavaszi hűvös időben is szorgoskodnak, köszönhetően a sajátos, szárnymozgatás nélküli bemelegítő izommozgató képességüknek. A nehezen elérhető nektárforrásokhoz is hozzájutnak: egyszerűen átrágják az útba eső akadályokat. A földi poszméhek ügyesen kihasználják a talajba lemélyülő állatjáratokat (vakond, egér, pocok), jómagam azonban „üzemen kívüli” nyitott végű csőben is találtam már poszméheket.

A magyar *bucót* előbb ismertem egyik vaskos, nyomdafestéket nem tűrő népi nevről, mint a mondatban szerep-



Mocsári teknős

lőről. Hát persze, hiszen jó ötven éve, hogy a Szigetközben egy példánya a barátom horgára akadt. Annak előtte sohasem, de később is csak elvétve láttam. Akkor is csak az igényesebb, drá-

gább akváriumokban, ahol elegendő vízmélység és áramló víz állott e különös hal rendelkezésére (mint a Tisza-tavi Ökocentrumban). És egy utazás során is találkoztam vele, igaz, csak a nevével. Méghozzá útban az egykori Szovjetunióba, Csap határállomáson, ahol a nyomtáv változása miatt a szerelvények hosszabb ideig álltak, mert kereket cseréltek. Ott hallottam valakitől az etimológiai magyarázatot, miért hívják (és írják) Csap állomást oroszul „csop”-nak (Чоп). Sokan csak hangtani változatnak tartják a régi magyar személynév átírását, de az illetőnek más volt a véleménye. A csop ugyanis több szláv nyelvben is a bucó neve: обыкновенный чоп – vagyis közönséges csop, tehát bucó. Mert a ’magyar’ jelzőt kizárólag mi magyarok használjuk. Na és a közeli Tiszában ez a halfaj is előfordul. Persze, kézenfekvő volna, hogy az etimologizálást a ’bucó’ név elemzésével folytassuk, annál is inkább, mert a ’buc’ hangalak szomszédainknál is előfordul, méghozzá a bucó nevében. Eredete tehát vitatható, így jelentése is az, amiről egyébként azt tartják, hogy a combra való alak hasonlóságra utal. Vagyis a bucó ’combos’ hal. A Linné adta tudományos név (a Zingel) viszont valószínűleg az ógermán eredetű ’szűrős’ jelentésre utal. Nem a szálkáról van azonban szó, mert a bucó épenséggel szálkamentes, hanem az első hátúszó igencsak szűrős úszósugarairól. Amit minden horgász keservesen megtapasztal, ha a bucót óvatlanul marokra fogja. Talán ennek is köszönheti halunk, hogy kifogása után hamar visszakerül életető elemébe.

A magyar bucó a Duna vízrendszerében kialakult endemikus halfaj. Ennek ellenére a Dunától független Dnyeszterében is előfordul. (Bizonyos körökben ezt a vízrendszert tekintik a bölcsőhelynek...) A mély, erősen áramló, kavicsos aljzatú tiszta vizeket kedveli, ezért a folyók duzzasztott szakaszairól hiányzik. Ritkasága folytán nagy természeti értéket képvisel (ez jelenleg 100 000 Ft), ezért a véletlenül kifogott példányokat haladéktalanul vissza kell juttatni az adott folyóba. Felismert megbecsülendőségét az is fényesen bizonyítja, hogy „az Év hala” szavazási vetélkedőben a legtöbb voksot szerezte.

Amíg a bucót meglehetősen kevesen, a *mocsári teknőst* szinte mindenki ismeri. Ez sem meglepő, hiszen teknőcünk (hadd mondjam így, a régi Brehm által használt módon) ugyancsak a gyermekvilág mesefigurája. Vagy talán a felnőttké is, mint bizonyos élcelődések gyakori hasonlító alakja. Minden este a teknőcök ősidők óta jelkép-értékű állat-

figurák, akármilyen képzeteket is társítanak hozzájuk. Flegma nyugalma, valamint a közismert szólás így tömörít: lassan járj, tovább élsz. Ezért is volt számomra roppant humoros a helyzet, amikor egy Égei-tengerbe csörgedező patakocska tehénitatóvá felduzzasztott medrében egy vízbedőlő fán napozó mocsári teknősöket fényképeztem. A zárszerkezet alig hallható csattanására nyolc-tíz teknős hallatlan gyorsasággal vízbe vetette magát. Később újra elfoglalták kedvenc helyüket, és a vízhez merészkedő tehénekre fittyet sem hánytak. Nos, így fest a teknősök flegmája... Van másik tapasztalatom is. Egy ismerősöm leánytestvére mocsári teknőssel lepott meg, mondván, hogy az országútról szedték fel, olyan helyen, ahonnan a víz már eléggé távol esett, és ahol a forgalom ugyan csak veszélyeztette. Hirtelenjében egy



Magyar bucó

hal nélküli üres medencében helyeztem el, gondolván, ha ráérek, kiviszem egy neki megfelelő helyre. Ám a következő napon már sehol sem találtam. Úgy látszik, komoly mehetnékje volt, ha tőlem is meglépett. Telt-múlt az idő, ősz, tél és tavasz következett. És akkor észrevettem, hogy a halnélküli medencében, ami télen csaknem fenéig befagyott, ott kuksol az olvadó jég alatt a teknős. Másnapra az is kiderült, hogy él. Sőt, kutya baja. Már javában napozott a medence szélén. Nem volt mit tenni, kivittem oda, ahová még tavaly szántam. Ahol fajtársai tucatszám szoktak napozni a vízmérc betonlépcsőin.

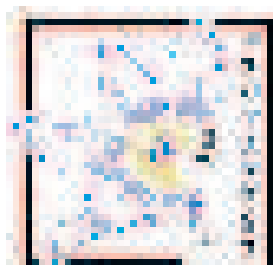
A teknősök ilyesféle túlélő képessége természetesen nem ismeretlen jelenség. A száj, garat és végbéltájék nyálkahártyáinak hajszállérhálózata segíti elő a nyugalomba vonult állat csekély oxigénfelvételét. Mi veszélyezteti igazán? A szándékos pusztítás (halastavak táján), és az élőhely elszennyeződése, vagy kiszáradása. Leges-legjobban azonban egy meggondolatlanul betelepített konkurens: az amerikai eredetű vörösfülű ékszerteknős térhódítása. Amely fajnak még a klímaváltozás is kedvez.

Gyermekkorom egyik el nem felejtett, sokszor felemlegetett történetében egy levedlett tűzoktoll játszott a fő-

szerepet. A tollat barátom édesapja találta a Fornai-határban, vagyis a Vértes lába előtt, Csákvár közelében. Ahol akkoriban (úgy 65 éve) még elő-előfordult a *tűzok*. Látni is láthatta őket bárki, akinek jó volt a szeme. Aztán egyszer csak, 1956 után mindennapos vendégeké váltak a katonai helikopterek, melyek rotorszele még a kis tűzokcsapatot is végleg elfújta.

A tűzok a magyar vadászat és vadászirodalom emblemikus figurájaként él még ma is sokak tudatában, dacára az 1970 óta bevezetett szigorú kiméletek és védettségek. A vadászok szempontjából persze jobbára már csak a vágyálmok óriásmadara, és hát a természetvédelemből is az, csak másként. Mert a tűzokot megőrizni az utókor számára úgyszólván nemzeti kötelesség, hiszen e nagy madár egy ideje Magyarország hivatalos madara. (Talán szerencsésebb lenne nemzeti jelképnek nevezni, elvégre más országokban is vannak ilyenek, gondoljunk csak Skóciára és a bogácsra...) A természetvédelem egyik legnehezebb feladata a világszerte csökkenő (esetenként eltűnő) tűzokállomány megőrzése, megtartása. A világszerte ez esetben „Marokkótól az Amúrig” terjedő keskenyebb-szélesebb füvespuszta-sávot jelenti, ahol azonban az emberi terjeszkedés miatt egyre több helyen szűnik meg az eredeti növénytakaró. Amennyiben ez a terjeszkedés a mezőgazdaság javára történik, még nincs minden veszve, mert a tűzok elfogadja a szántóföldi növényzet egy részét is (lucerna és herefélék, repce, gabonafélék stb.), ahol azonban korlátozni kell az alkalmazott növényvédelmi és agrotechnikai eljárásokat. Mint amiként a tűzok repülési magasságában kifejlesztett távvezetékeket is, amelyek eltüntetésre vagy láthatóvá tételre komoly kihívás az érintett felek számára. Az olyan pusztító hatásokat azonban, mint a napokig tartó ónos eső, nem tudjuk megakadályozni. Mint ahogyan azt sem, hogy a madarak ne kóboroljanak el a védett területekről, és kerüljenek veszélybe.

Nálunk szerencsére az odafigyelés meghozza az eredményét, de babérokra ülni egy percre sem szabad. Éppen ezért a passzív védelem mellett szükség van aktív védelemre is: a Dévaványai Tűzokrezervátumban 1975 óta mesterségesen keltik ki a tűzoktojásokat és nevelik a tűzokcsibéket. Az így szerzett biológiai tapasztalatok egyre inkább hasznosulnak, és ha a magyar tűzokállomány talán már soha nem lesz tízezres nagyságú, egy stabil állomány az ország javára és dízére válik. Akár a tűzoktoll a hortobágyi pásztorok kalapján.



Az Év vadvirága

A szibériai nőszirm

FARKAS SÁNDOR

Negyedik évébe lépett az *Év vadvirága*-mozgalom, amelynek nem titkolt célja, hogy az évről évre megválasztott növényfajokon keresztül ráirányítsa a figyelmet a honi természeti értékek, nem utolsósorban az egyre inkább veszélyeztetett természetes élőhelyek védelmének fontosságára.

A leánykőkörcsin (*Pulsatilla grandis*), a tavaszi hérics (*Adonis vernalis*), majd a nyári tőzike (*Leucojum aestivum*) után az idei évben a szibériai nőszirm (*Iris sibirica*) kerül reflektorfénybe. E dekoratív védett vadvirágunk már a tavalyi évben is a három választható faj között szerepelt, ezért nem meglepő, hogy az előzetes javaslatlételkor ismét bekerült az aktuális jelöltek közé és a mozgalom internetes oldalán zajló szavazáskor a voksok jelentős hányadát (40%) megkapva az első helyen végzett. Mellette egyébként szavazni lehetett még az ugyancsak védett réti iszalagra (*Clematis integrifolia*) és a nem védett medvehagymára (*Allium ursinum*).

A nemzetség tudományos neve – *Iris* – görög eredetű, a mitológiában a szívárvány istennőjét nevezték így. A család – melybe még olyan közismert növények tartoznak, mint a sáfrányok és a kardvirágok – a nevével a nőszirm nemzetségről kapta. A ma Írisznek keresztelt hőlgyek március 25-én ünneplik névnapjukat.

A szibériai nőszirm tudományos fajneve (*sibirica*) – melyet *Linnétől* kapott 1753-ban – pedig elterjedésére, illetve annak kiterjedt észak-ázsiai régiójára utal. A hasonló elterjedésű fajokat euraszibériai flóraelemnek nevezzük. Latin nevének fordítása számos nyelvben, így a magyarban is megjelenik.

A szibériai nőszirm széles elterjedésű faj. Elszigetelt populációja ismert Franciaország nyugati felében, majd áréája Franciaország keleti szélétől egészen Nyugat-Szibériáig (az Altáj-hegységig), déli irányban ÉK-Törökországig, illetve a Kaukázusig húzódik. Napjainkra néhol meghonosodott Nagy-Britanniában, Skandinávia déli részén, Észak-Amerika ÉK-i és ÉNy-i felében.

Erőteljes gyökérszövből 50–100(–120) cm magasra növő kecses, kifejezetten mutatós évelő, mely virágzaskor (május–június) már messziről felhívja magára a figyelmet. Az idősebb tövek számos virágos hajtást neve-



A szibériai nőszirm virágos hajtásai
(A szerző felvétele)

lő sarjtelepe (polikonmon) négyzetméteres kiterjedésű is lehet. A hazai vadon termő íriszfajok közül a legkeskenyebb levelű: szálas, sötétzöld (olykor kékeszöld), viszonylag merev, a virágos hajtásoknál rendszerint jóval rövidebb levelei mindössze 2–10 mm szélesek. A legtöbbször egyszerű, ritkán kevéssé ágú hengeres, üreges szárainak csúcán 1–7 virág fejlődik. A virágzati buroklevelek széle és csúcsi része (néha az egész buroklevél) hártás, idősen barnás. A lepel színe a legtöbbször ibolyáskék, de találkozhatunk világosabb és sötétebb tónusú, sőt fehér virágú töveivel is. A külső, szétálló lepellevelek töve (a szirm körme) rozsdás, hálózatosan erezett; a kiszélesedő lepelcimpákon (a szirmok lemezén) viszont fehéres mintázat látható. Termései tompás végű tokok.

Nem tartozik az ún. szakállas nőszirmok közé, vagyis a külső lepek nem viselnek elálló, szörserű képleteket. Ezen bélyege alapján jól elkülönül a virágoskertekből jól ismert, olykor elvadul, egyébként is robusztusabb megjelenésű és szélesebb levelű kék nőszirmtól (*I. germanica*) is.

Leginkább a hasonló termőhelyeken élő és szintén védett fátyolos nőszirmmal (*I. spuria*) téveszthető össze, de ennek levelei is lényegesen szélesebbek, lepelcimpái keskenyebbek, termései pedig hosszan kihengyeztek.


Lápos, mocsaras, időszakosan általában kiszáradó termőhelyeken él; a nedvesség mellett igényli a nyílt, napsütéses élőhelyeket. Üde hegyi kaszálóktól az alföldi láprétekig ma még hazánk számos vidékén megtalálható, de hiányzik a Tiszántúl középső és déli feléből.

A mérsékelt égövben mint dísznövény az évszázadok óta kultiválják, napjainkban számos kertészeti változata létezik.

Ma már a potenciálisan veszélyeztetett, Vörös Listán szereplő vadvirágaink közé tartozik. Dekoratív volta miatt a virágcsédes, kiásás, kertbe telepítés is hozzájárulhat egyes állományainak visszaszorulásához, de ennél jelentősebb veszélyeztető tényező a szárazodás, élőhelyeinek elgyomosodása, becserjésedése, megszűnése.

A faj védelme szempontjából sem elhanyagolható dicséretes tett, hogy a Fővárosi Közgyűlés a Rákospatak mentén tavaly év végén *Fertőrákosi-rétek természetvédelmi terület* néven helyi jelentőségű védett területté nyilvánított egy 164 hektáros területet.

A szibériai nőszirm jogszabályi védelmet 1982 óta élvez, természetvédelmi értéke 10 000 Ft. Hazánkon kívül számos országban – pl. Franciaország, Németország, Lengyelország, Svájc, Ausztria – védett.

Németországban 2010-ben az Év vadvirágának (Blume des Jahres) szintén a szibériai nőszirmot választották. 

Irodalom

- Farkas S. (szerk.) (1999): Magyarország védett növényei. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Király G. (szerk.) (2007): Vörös Lista. A magyarországi edényes flóra veszélyeztetett fajai. Saját kiadás, Sopron
- Király G. (szerk.) (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok – Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő
- www.wikipedia
- www.emplantbase.org

Orvossal szemmel

ÚJABB ADATOK A CSOKOLÁDÉ SZÍVVEDŐ HATÁSÁRA

A csokoládé a legősibb gyógyszerek közé tartozik, de egy most közölt, holland vizsgálat fontos, új adatokkal szolgált a kedvező egészségügyi hatások magyarázatára. A fekete csokoládé gátolja az érlemezsedést és megtartja az erek rugalmasságát.

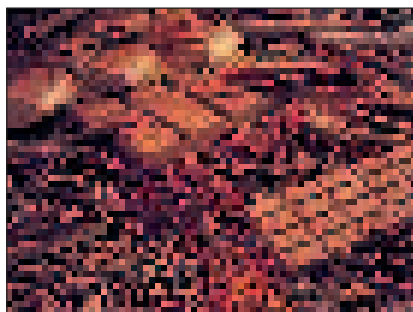
Franz Messerli, a világhírű szívgyógyász néhány éve érdekes tanulmányt közölt arról, hogy a csokoládé kifejezetten jó hatással van a gondolkodási képességre és kimutatta: a világ országaiban a Nobel-díjasok száma és az adott ország lakóinak csokoládéfogyasztása között szoros kapcsolat fedezhető fel. Egy új holland vizsgálat eredményei azt jelzik, hogy a gondolkodás képességének alapvető feltétele, az agyi véráramlás épsége a csokoládé fogyasztásával jelentősen javítható.

A Wageningen Egyetem munkacsoportja Diederick Esser vezetésével azt vizsgálta, hogy 45–70 éves és súlytöbblettel rendelkező férfiak ereinek állapota hogyan alakul az étcsokoládé fogyasztását követően. Mivel a csokoládé gyógyhatását elsősorban a benne lévő flavanoloznak tulajdonítják, azt is vizsgálták, hogy flavanol hozzáadásával a csokoládé erekre gyakorolt kedvező hatása növelhető-e. A több lépésben szervezett, randomizált, kettős-vak vizsgálat eredményeit a *Federation of American Societies for Experimental Biology* szakfolyóiratának márciusi száma, a *FASEB Journal* közölte.

Az első megfigyelésben 29 résztvevő napi 70 g csokoládét evett, legalább egy héttig. A kettős-vak elrendezés szerint valamelyik napon a csokoládé hozzáadott flavanolt is tartalmazott. Az eredmények arról tanúsítottak, hogy mindkét fajta csokoládé csökkentette az aorta centrális nyomást, de az endotél funkciót jelző, véráramlás-közvetítette értágulat nem változott.

A hematokrit, trombociták és a fehérvérsejtek száma két órán belül megemelkedett, az egyéb laboratóriumi paraméterek változása ugyan kismértékű volt, de ezek kedvezőbb aterogén helyzetnek feleltek meg. Az inzulinszint mindkét csokoládé esetén növekedett, de a sok flavanolt tartalmazó változat után nagyobb mértékben.

Ugyanez a 20 vizsgálati alany és a hozzájuk csatlakozó további 15 személy négy héten keresztül kapta a csokoládét, majd négy hetes kimosási időszak



után az ellenkező készítményt. A háttér flavanolfogyasztás ellensúlyozására, bizonyos étrendi módosítások is történtek.

A négyhetes csokoládééves az áramlás-fokozta értágulatot növelte, míg az aortanyomás arányosan csökkent. A kimosási időszakban mindkét változás megszűnt, a paraméterek a csokoládéterhelés előtti értékekkel egyeztek meg. A szerzők főhívják a figyelmet arra, hogy az irodalom szerint az áramlásfokozta értágulat egy százalékos emelkedése a szív-és érrendszeri események átlagosan 13%-os szignifikáns csökkenését eredményezi.

Azt is kiemelik, hogy a keringő fehérvérsejtek száma csökkent, ami a gyulladással járó jelenségek mérséklődését jelzi, és ez az érlemezsedés kifejlődése szempontjából kedvező. A csokoládé a különböző fehérvérsejtek felszínén megjelenő fehérjék, például a monocitákon kimutatható CD62L kifejeződését is gátolja, ezek jelenléte az endotél az érlemezsedés folyamatának kezdetére utal.

A tanulmány összefoglalójában szerepel, hogy flavanol hozzáadásával a csokoládé szív- és érvedő hatását igazoló laboratóriumi paraméterek nem válnak még kedvezőbb tulajdonságúvá. A fekete csokoládé szívet és érrendszert segítő, tudományos eredményekkel is igazolt hatását viszont érdemes kihasználni.

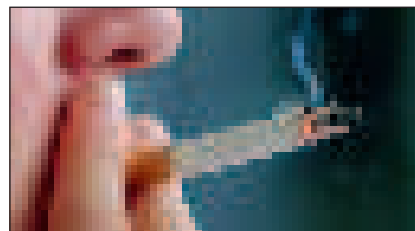
A GYERMEKKORI PASSZÍV DOHÁNYZÁS ÁRTALMAI

A cigaretta nemcsak a tüdőráknak, hanem a koszorúér-betegségnek is az egyik legveszélyesebb kockázati tényezője. Ezzel kapcsolatban egy nagy, nemzetközi vizsgálat igen döbbenetes adatokat tett közzé.

Seana Gall vezette azt a kutatócsoportot, amelyik 3–18 év közötti finn és ausztráliai gyermekek gondosan megtervezett vizsgálatát folytatta évtizedeken keresztül.

Finnországban a „Cardiovascular Risk in Young Finns Study” 2401 gyermek egészségét figyelte 1980-tól kezdve, az Ausztráliában 1985-ben indított „Childhood Determinants of Adult Health” vizsgálatban pedig 1375 résztvevő volt.

A szülők anamnézisének felvételekor regisztrálták, hogy a családban hányan dohányoznak. A gyermekek érrendszerének állapotát az arteria carotis ultrahangos vizsgálattal értékelték. Ez a módszer világszerte a legelterjedtebb az erek épségének vizsgálatára, mert az artériák intima és media rétegének vastagsága az ér rugalmasságának érzékeny jelzője. A két érréteg vastagodása esetén az érrendszer nagyobb eséllyel záródik el a kritikus pontokon, ezért a mérés eredménye segít annak megítélésében, milyen mértékben károsítja a passzív dohányzás a füstös környezetben felnövő gyerekek érrendszerét. A nemzetközi munkacsoport számításai szerint, ha a gyermek mindkét szülője dohányzik, akkor felnőtté válása idejére érrendszere 3,3 évvel „öregebb” lesz, mint a dohányfüst mentes családi környezetben fel-



növő társai (carotis intima-média átlagosan 0,015 milliméterrel lesz vastagabb).

„Vizsgálatunk azt bizonyítja” mondotta doktor Gall –, hogy a gyermekkori passzív dohányzás közvetlen és visszafordíthatatlan károsodást okoz az artériás érrendszerben. Ez a változás önmagában nem nagymértékű, de ha ehhez további kockázati tényezők is társulnak, a szívinfarktus vagy az agyi katasztrófa veszélye jelentősen megnövekszik.” A kutatók hangsúlyozzák, hogy a dohányzó szülők gyermekei is gyakrabban szoknak rá a cigarettára, ami tovább növeli az érbetegségek veszélyét. Érdekes megfigyelés, hogy ha a családban csak egyik szülő dohányzik, akkor a gyermek felnőttkori érbetegségének kockázata statisztikailag nem növekszik szignifikáns mértékben. Úgy tűnik, hogy ez a veszély talán dóziszfüggő, és az érkárosító effektus akkor érvényesül, ha a gyermek erősen füstös környezetben él.

(Forrás: Weborvos)

Egy olvasónk emlékei

**Kedves Ercsey-Ravasz Mária,
Toroczkai Zoltán, Staar Gyula!**

Mindenekelőtt engedjék meg, hogy bemutatkozzam: Lévai Pál vagyok. A levelemből több is kiderül rólam. Szeretnék köszönetet mondani azért a két könyvért, amelyet az Önök dedikációjával ellátva küldött meg nekem a TIT, amiért a Természet Világa „Káosz, környezet, komplexitás” tematikus számában szereplő SUDOKU feladványok megoldását beküldtem:

1. Staar Gyula: De mi az igazság...
Beszélgetések Simonyi Károllyal

2. Obádovics J. Gyula:
Valószínűségszámítás és matematikai statisztika

Azért írom most ezt a levelet, mert szeretném, ha megértenék, hogy az Önöktől kapott ajándék sokkal többet jelent nekem, mint azt Önök egyáltalán feltételeznék.

Először is, Obádovics professzor könyve. Tudniuk kell, hogy általános iskolás koromban, Székesfehérváron volt egy nagyon jó matematikatanárom, aki észrevette bennem (és helyettem) a lehetőséget, és módszeresen segített felfedezni a matematika szépségeit. Szakkörre jártam, szakköri füzeteket vásárolhattam magamnak Budapesten a Pedagógus Könyvesboltban, azt az iskolával kifizettette. Szóval elkezdtem versenyekre is járni és a családban is elfogadottá, támogatottá vált ez az érdeklődésem. A nagyszüleimtől 1969 karácsonyára Obádovics József Gyula Matematika című könyvét kaptam ajándékba („Pallikának 1969 Karácsonyra Nagymamától és Nagyapától” – nagyanyám két elemi végzett, nagyapám jó kezű szobafestő-mázoló volt, mindketten könyvolvasó emberek voltak):

Ekkor nyolcadikos voltam; a nyári szünetben ebből a könyvből egyedül tanultam meg a logaritmust, a

szögfüggvényeket, valamint a differenciál- és integrálszámítás alapjait. Hihetetlen felfedezés volt! Az író és a könyv óriási érdeme az az olvasmányosság, érthetőség, amelynek révén ezt az anyagot önállóan elsajátíthatam és megszerelhettem. Így kötődöm én Obádovics professzorhoz és így különös öröm 45 év után egy újabb, általa írt, dedikált könyvet kapni. Az általános iskolás matematikatanárom, Obádovics professzor, majd a Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium matematika tagozatos tanárai indítottak el egy olyan úton, amelynek olyan állomásai voltak, mint a műegyetemi elméleti fizika verseny megnyerése, állásajánlat még diákkoromban a Távközlési Kutató Intézettől, majd egyetemi doktori cím elnyerése. Bár nem lettem



Simonyi Károly a fizika kultúrtörténetéről beszél

matematikus, sőt 10 év után a kutatóintézeti léttel is felhagytam, kollégáim mindegyik munkahelyemen egy kicsit csodabogárnak tartanak – ha más nem, ez mutatja, hogy valami azért maradt bennem a matematikusságból.

De egy bekezdés erejéig beszéljünk a Műegyetemről, ahol 1979-ben szereztem diplomát az úgynevezett B tagozaton, a „táltosképzőn”, ahogy ezt egy ELTE-s diáktól visszahallottam, ahol 4

matematikus, sőt 10 év után a kutatóintézeti léttel is felhagytam, kollégáim mindegyik munkahelyemen egy kicsit csodabogárnak tartanak – ha más nem, ez mutatja, hogy valami azért maradt bennem a matematikusságból.

De egy bekezdés erejéig beszéljünk a Műegyetemről, ahol 1979-ben szereztem diplomát az úgynevezett B tagozaton, a „táltosképzőn”, ahogy ezt egy ELTE-s diáktól visszahallottam, ahol 4

Nagyszüleimtől kaptam



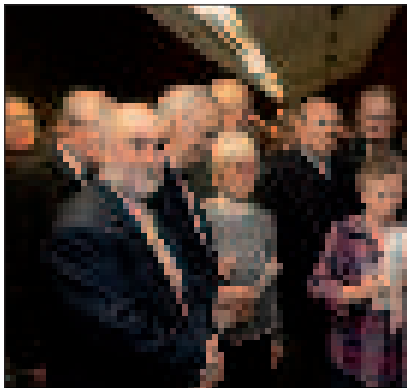
év alatt végeztük el az öt éves egyetemet, kiscsoportos foglalkozásokon, mélyebb elméleti ismereteket kapva. Ennek a kiscsoportos foglalkozásnak volt sok előnye, azonban volt egy nagy hátránya: nem vehettünk részt Simonyi professzor nagy előadásában tartott előadásain. Részen az általa írott könyvekkel vigasztalódtam, részben pedig, amikor meghirdette az ELTE-n, a délutáni órákban tartott előadásait a fizika kultúrtörténetéről, oda eljártam. Itt szerettem soha nem feledhető élményeket a professzor úr egyéniségéről. Az azonos témájú nevezetes könyvét természetesen megvásároltam és megkértem, hogy dedikálja. Elmondta, hogy mióta egy antikváriumban látta viszont egyik dedikált könyvét, azóta nem szívesen ír be könyvbe, mégis hajlandó volt nekem ezt a könyvet ajánlani, kedves szavai szerint a „lekesedésért”.



A professzor ajánló sora

Máig kincseim között tartom számon.

Ugye így már érthető, miért is jelent nekem többletet Staar Gyula Simonyi professzorral készült könyve? 2011-ben jelen voltam a Műszaki Egyetemen, amikor a Simonyi Károly Terem előtti szobrot avattuk, itt van erről két fénykép.



Simonyi Károly domborművének és a róla elnevezett előadóteremnek avatásán. A csoportkép bal szélén állok, mellettem Csurgay Árpád, Simonyi Károlyné és Csurgainé Ildikó

Még annyit szeretnék Staar Gyulával megosztani, hogy a Villamosmérnöki Kar Vári kollégiumából a Stoczek épülettel szemközti Kruspér utcába lekerülve tovább folytattam a várban megkezdett diákklub szervezését. Egy estére sikerült meghívnom Marx Györgyöt is, felejthetetlenül érdekes előadást tartott... Szóval, ami Simonyi professzornak nem sikerült, az kis túlzással, nekem, kollégista diákként 1976 körül igen... (Persze, akkor nem ismertem a „Marx-ügyet”. Lásd Staar Gyula: Simonyi Károly veszt. Forrás, 2014. november, 43-56. old.)

Most pedig térjünk rá egy kicsit a SUDOKU-ra. Pár éve, amikor töme-

gesen megjelent ez a fajta rejtvény Magyarországon és nekem is kezembe akadt, elgondolkodtam rajta, és végül kidolgoztam egy egyszerű eszközt Excelben, amely érdemben segíti a megoldás megtalálását. A könnyebb rejtvényeknél ez teljesen mechanikus eljárás, de a bonyolultabb rejtvényekkel is elboldogulok általa. A folyóiratban megjelent feladványok megoldásában is segített.

Azonban nem is ez a lényeg, hanem a SUDOKU-ról írt cikkhez kapcsolódó másik személyes történetem. Ahogy a SUDOKU káoszról szóló cikkben írják a szerzők: „A matematikában logikai korlátozás kielégítésére irányuló

z vezetői feladatok kötöttek le.

A doktori dolgozatom egyébként némi zavart okozott a Műszaki Egyetemen, mint ezt a védésen megtudtam. Ugyanis nem tudták eldönteni, hogy melyik tanszékhez tartozzon téma szerint. A szigorú tárgyalásmóddhoz, tételekhez, bizonyításhoz, algoritmusok bizonyításához (!) a logikai kapcsolótan (switching theory) tárgyat oktató tanszék nem volt hozzászokva (pedig ők oktatták a Quine–McCluskey-algoritmust!), ezért a dolgozatot matematika témájúnak ítélték és a matematika tanszékkel akarták elbíráltatni. A matematika tanszéken viszont, ahol ugyan volt gráfelmélet-oktatás

is, a matematika a komplex függvénytant, a vektor- és tenzoranalízist meg a sztochasztikus folyamatokat jelentette, tehát ott egy elemi matematikai, halmazelméleti, Boole-algebrai eszközökkel, számítógépes algoritmusokkal operáló dolgozat nem számított matematikának. Új volt a dolgozat szemlélete, meglepő módon a Műgyetem nem volt felkészülve a saját maga által képzett

„táltos” művének befogadására. Donald Knuth számítógép-algoritmusokról szóló könyvei jóval később jelentek meg magyar nyelven.

Remélem, hogy hosszúra nyúlt levelemet érdemesnek tartották az elolvasásra és nem is bánták meg az erre fordított időt. Köszönöm, hogy megoszthattam Önökkel gondolataimat, emlékeimet.

Baráti üdvözzellett:

2014.04.06.

LÉVAI PÁL

Az vagy, amid van?

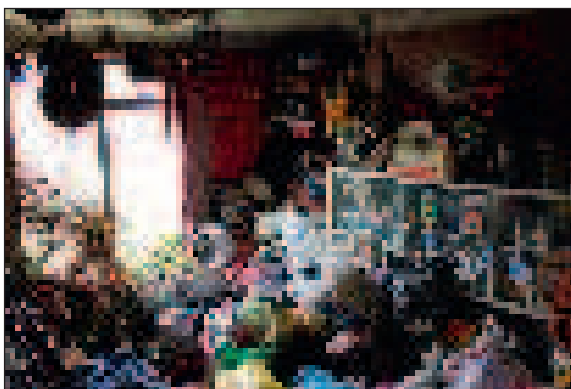
Mindenkiben él valamiféle birtoklási vágy. Szenvédélyesen gyűjtünk tárgyakat, ugyanakkor aggódunk a kidobott dolgok globális környezetkárosító hatásai miatt. De kínál-e megoldást erre az ellentmondásra a technológia? A tárgyak meghosszabbított élettartama segíthet csökkenteni a kidobott mennyiséget. Csakhogy mindenki tapasztalhatta, hogy ha elromlik valamilyen műszaki használati tárgya és elviszi a szereplőhöz, az a legtöbbször azt mondja, nincs hozzá alkatrészt, vagy olyan drága lenne a megjavítása, hogy jobban járunk, ha újat veszünk. Elég, ha csak egy parányi alkatrészt romlik el, már dobhatjuk is el az egészet. Ezen az ipar arányilag könnyen segíthetne, de mivel nem éri meg a gyártónak, csak nagyon kevesen vállalkoznak ilyen eszközök kifejlesztésére.

William Morris XIX. századi brit textiltervező az alábbi ajánlást fogalmazta meg: ne legyen a háztartásodban semmi olyasmi, ami nem hasznos, vagy nem találdol szépnek. Az üzenet nemigen érte el hatását. Lakásaink tele vannak olyan tárgyakkal, amik se nem hasznosak, se nem szépek. Egyszerűen, szeretjük a dolgainkat. Morris kortársa, William James

pszichológus szerint az általunk birtokolt tárgyak határozzák meg, hogy kik vagyunk, honnan jöttünk és hová tartunk. Más pszichológusok szerint a birtokolt tárgyak nem is annyira az anyagi, mint inkább az érzelmi értékük miatt fontosak a számunkra. Egyetemes emberi tulajdonság, hogy a tárgyainkat gazdag jelentéstartalommal töltjük meg és ez már nagyon korai életszakaszunkban kialakul. Egy 1977-ben, több generáción végzett chicagói kutatás azt az eredményt hozta, hogy az idősebb korosztályok olyan dolgokat részesítenek előnyben, amelyek emlékeket hívnak elő bennük, míg a fiatalabbak azokat, amelyeknek több funkciójuk van. Valószínűleg ez mondható el a digitális korszakról is. A fiatal generációk a legtöbbször általában az okostelefonjukat értékelik, azonban ez a vonzalmuk nem tart sokáig. El-

enyésző azok száma, akik mondjuk régi számítógépeket, telefonokat gyűjtenek, aminek értéket is tulajdonítanak.

Hajlamosak vagyunk nagyobbra, többre értékelni a tulajdonunkban levő dolgokat – ez jellegzetes pszichológiai hatás. Ez ad magyarázatot arra, hogy szívesebben veszünk meg egy kabátot, amit felpróbáltunk vagy egy autót, amit kipróbáltunk, pusztán azon képzet miatt, hogy ami a mienk, az értékesebb. Azt képzeljük, hogy a birtokunkba került új dolgok megváltoztatják az életünket, mások másképpen fognak ránk tekinteni ezáltal, és ezt hajt bennünket arra, hogy megszerzzük őket. Éppen ezt használják ki meseteri módon a hirdető. Hiperfogyasztási kultúránkban nagyon nehéz megállapítan-



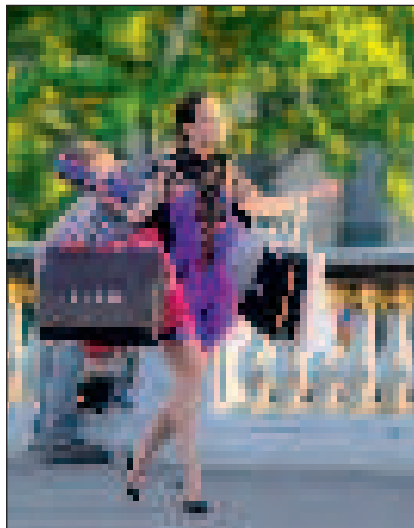
Tele a lakás...

ni, hogy hol végződik a normális viselkedésmód és hol kezdődik a kényszeresség. Természetesen ilyen-olyan fokig mindannyian materialisták vagyunk, és ha vásárolunk valamit, egyfajta boldogságérzet lesz úrrá rajtunk. Ez azonban nem tart sokáig, s minthogy ez az érzés múlandó, csakhamar újabb készletet érzünk arra, hogy újabb dolgokat vegyünk, akár azon az áron is, hogy adósságba keveredünk. Kutatások kimutatták, hogy akik túlzottan hajszolják az anyagi dolgokat, más téren, például az emberi kapcsolatok terén nehezen találhatnak kielégülést. Ez azonban önmagában még nem feltétlenül okozza ezt a problémát. Azt is kimutatták, hogy a magányos emberek még inkább vágyanak az anyagi dolgokra, míg fordítva ez nem így van.

A fogyasztói társadalmak súlyos károkat fizetnek mindezért. Az Egyesült Ál-

lamokban például azért, mert új dolgokat vásárolnak, átlagosan 30 kilogramm ruhafélét és egyéb textilát dobnak ki. A kutatásokból az is kiderül, hogy minél nagyobbra értékeljük a birtokolt dolgokat, annál valószínűbben hagyjuk figyelmen kívül a környezeti szempontokat. A megoldás azonban mégsem csupán az, hogy elfojtsuk a birtoklás iránti ösztöneinket. A birtokolt tárgyak erősítik az identitástudatunkat, és ez akkor jön ki a legnyilvánvalóbban, amikor meg kell válnunk tőlük. Ez néha nehézségekkel, sőt traumával jár, hiszen majdnem olyan, mintha önmagunkból kellene adnunk valamit. A börtönökben, a hadseregekben az egyéntől elveszik a személyes tárgyaik többségét, hogy ezzel is megtörjék az egyéniségüket. Azok az emberek, akik valamilyen természeti katasztrófa következtében elveszítik az otthonukat és vele minden személyes tárgyat, gyakran mutatnak mély identitás-zavart. 1991-ben, amikor súlyos tűzvész pusztított Kaliforniában és több mint 5000 ember vált hajléktalanná, Shay Sayre kutató összegyűjtötte a károsultak reakcióit. Egyikük ezt mondta: „Múlt nélküli árvák lettünk. Mintha amnéziássá váltunk volna, mintha nem is léteztünk volna a tűzvész előtt.” Kétségessé válik az önazonosság-tudat, hiszen ha úgy fogjuk fel, hogy azok vagyunk, amink van, akkor kik is vagyunk, ha semmink sincs?

Birtokolt javaink a társadalmi helyzetünk kifejezői is. Újabb kutatások egyértelműen azt mutatják, hogy a 20–35 év közötti korosztályok a korábbi generációknál sokkal jobban hajlamosak arra, hogy közösségi presztízsiüket új, divatos dolgok megvásárlásával erősítsék meg. Ez részben azért van így, mert a szüleitől több zsebpénzt kapnak. A mai tizenévesek e „könnyű” pénzből jóval lazábban költenek, mint a 70-es évek fiataljai, akiknek nagy része megdolgozott azért, hogy megvehesse az áhitott tárgyakat. A tárgyi dolgok iránt érzett vágyainkat általában nem a szükségleteink irányítják, hanem a bennünket körülvevő környezet. A piac legfőbb mozgatója az irigység. Jól van-e az úgy, hogy nekem kevesebb van, mint a másoknak? Ez a kérdés nem csupán a fejlett fogyasztói társadalmakban vetődik fel, hanem a szegény mexikói földművestől kezdve a kairói munkásig mindenhol. Változtathatunk a boldogságérzetünk szintjén azáltal, hogy vásárolunk, ám



A vásárlás boldogságot okoz?

ez nem megy a végtelenségig. Felmérések szerint ha már elég pénzünk van ahhoz, hogy kényelmes életszínvonalon éljünk, ha többletpénzhez jutunk, nem feltétlenül javítja az életminőségünket. Ez azonban valószínűleg azért van így, mert rosszul költszünk. Habár azt várjuk, hogy az új dolgok változásokat hoznak az életünkbe, ezek nagyon is tűnékenyek és az újdonság varázsa máris elszáll, mielőtt hozzájutunk az áhított dologhoz és szinte rögtön valami más, új után nézünk.

A birtoklási vágy olykor kórossá válik. Húsból egy ember küzd a gyűjtögetési szenvedéllyel és annyi tárgyat halmoz fel, hogy otthona szinte átjárhatatlanná válik. David Tolin, a Yale Egyetem pszichiátere szerint ez már egyfajta fogyatékoságnak számít. Ezt a pszichiátriában DSM-5-nek nevezett kórképet sokan a modern kor egyik vadhajtásának vélik, ám ez nem így van; a szenvedélyes gyűjtögetésre már a középkorból is ismerünk példákat, de csak most kezdik megkülönböztetni az obszesszív-kompulzív zavarban (OCD) szenvedőktől. Tolinék önkénteseket vettek alá agyvizsgálatnak, miközben arra kérték őket, hogy egy általuk birtokolt tárgyról döntsék el, hogy kidobják-e vagy sem. Az OCD-ben szenvedőkkel ellentétben a kóros gyűjtögetőknek azon agyi részei, melyek valami fontosságának meghatározásáért felelősek, kiugró aktivitást mutattak. Egyre inkább bizonyossá válik, hogy azok az emberek, akiknél a döntéshozatal beszűkül, annyira aggódnak amiatt, hogy rossz döntést hoznak, hogy e döntéseket, ameddig csak lehet, elodázzák.

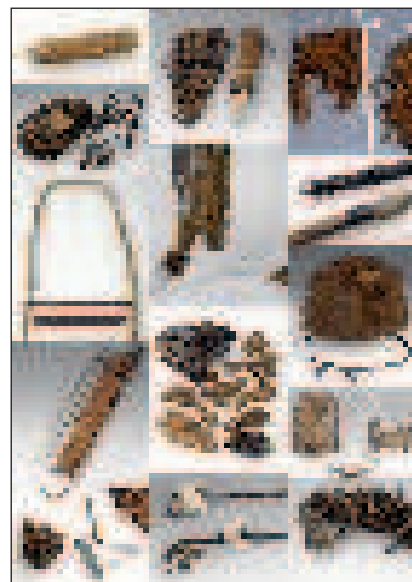
A gyűjtögetéssel ellentétben a kényeszes vásárlás nem tartozik a DSM-5 körébe, ám a friss adatok szerint az Egyesült Államok lakosságának mint-

egy 6 százalékat érinti. A gyűjtögetés és a kényeszes vásárlás között ugyan lehet kapcsolat, de két különböző zavarról van szó. A felhalmozóknak körülbelül a 60 százaléka kényeszes vásárló, ez utóbbiaknak azonban csak kb. 40 százaléka felhalmozó. Mindemellett a gyűjtögetés minden kultúrában jelen van, míg a kényeszes vásárlás csak különleges körülmények között létezhet, magyarán, a piac alapú gazdaságokban, ott, ahol a javak bősége megvásárolható, van hozzá „kidobandó” pénz és elegendő szabadidő. Olyan ez, mint a szerencsejáték; ha van, kialakul a szerencsejáték-függőség, ha nincs, akkor nem.

A New Scientist azt a kérdést tette fel olvasóinak, mi az a dolog (nem csak tárgy lehet), amit az utóbbi tíz évben vásároltak és a legnagyobb örömet okozta nekik. (A beküldők között értékes tudományos könyveket sorsoltak ki). Közel kétezren válaszoltak, s a válaszok tartalmából azt próbálták leszűrni az értéklők, mennyire kötődünk az általunk birtokolt dolgok iránt. Nem meglepő módon nagyon sokan említettek különféle könyveket, e-könyv-olvasót és hasonlókat. Igen sokan említették meg házi kedvenceiket, habár rájuk a „vásárlás” nem igazán illik. Többen említettek a szerelemmel, szeretettel kapcsolatos dolgokat, többek között eljegyzési gyűrűt. Említettek másoknak vett ajándékokat, autót, kamerát, mellyel megörökítették úti élményüket, repülőjegyet, mellyel az út megvalósulhatott, lakás- vagy házvásárlást stb. Azt is megkérdezték, mennyit költöttek arra a dologra, ami a legboldogabbá tette őket. Voltak néhányan, akik igen magas összeget említettek, 6000-60 000 fontot (kb. 200 ezer-2 milliárd Ft), de a többség 600 font alatti összeget írt, a harmaduk pedig 60 fontnál is kevesebbet (kb. 20 ezer Ft). Bármennyit is költöttek, a válaszokból azt szűrhetjük le, hogy a pénz boldogít, csak éppen megfelelő módon kell elkölteni.

Nem elég, hogy gyűjtögetünk, még hurcoljuk is magunkkal a dolgainkat. Az Instagram közösségi médiaoldalon naponta sok ezren teszi közzé, mi mindent visznek magukkal nap mint nap. Ezeknek a tárgyakkal gyakorlati és szimbolikus jelentésük egyaránt van. Mint szerszámkészítő faj, az ember az, amit magával hord. Ezek között vannak olyan tárgyak, amikre tényleg szükségünk van és akadnak olyanok, amelyek a túlfogyasztásból fakadóan vannak nálunk. De vajon őseinket mi jellemezte ezen a téren? Azokat az embereket, akiknek a tárgyi szükségleteit a pusztta túlélés alapozta meg? E szempontból is sokat köszönhetünk a jégbe fagyva megtalált Ötzi-nek, akinek

a biológiájáról már nagyon sokat tudunk, de azt is tudjuk, miket vitt magával a tarisznyájában. Különböző ruhadarabokat, szerszámokat, fegyvereket, tűzkészítéshez használt eszközöket, amik egyszerűre tették vadásszá, harcossá, felfedezővé. Tárgyai a modern ember szemével nézve primitívek, ám Ötzi nem is olyan távoli ősrünk, hiszen nagyjából 5300 éve élt. A tűzgyújtáshoz szükséges taplógomba és a kovakő megfelel a mi öngyújtóknak vagy gyufáknak, a nála talált gombok számos ma létező gyógyszer megfelelői. A ruházata, a medvebőr talpas szarvasbőr lábbelije, a hátizsákja csupa olyan dolog, amelyet mi is hordunk, modern kivitelben. Gyakorlatilag minden olyan eszköz nála volt, amellyel elő tudta teremteni a létfenntartásához szükséges ételmet. Baltájának éle csaknem tiszta rézből készült, amivel fát vághatott, védekezni tudott állat vagy más ember ellen. A mai világban, néhány elszigetelt népcsoportot kivéve, már nem kell baltát vagy íjat magunkkal vinnünk, hogy előteremtjük az ételműnket és ezen a ponton jutunk el oda, hogy mik azok, amikre a ma emberének csak-



Ötzi tárgyai

ugyan szüksége van. Ötzi tárgyai helyett itt vannak a szupermarketek, a kórházak, a rendőrség, a bankkártya, az egészségbiztosítási kártya, a jogositvány, az útlevelel. Ezek, mint fizikai tárgyak, csupán egy-egy papírdarab vagy műanyag, amikkel egy legyet is nehezen lehetne elpusztítani, ám mögöttük hatalmas pénzügyi, egészségügyi stb. rendszerek vannak.

Amit birtoklunk, az határoz meg bennünket mint önálló fajt. Ezek nélkül aligha lennénk emberként felismerhetők. Ruha és fedél nélkül, az étel valamiféle elkészítése

nélkül, tiszta, iható víz nélkül a mai világban aligha élénk túl. Próbáljuk csak meg elképzelni a mindennapjainkat pl. szappan, törölköző, mosdó, ágy, villanykörte stb. nélkül, nem is beszélve bizonyos luxuscikkek vagy tárgyak iránti érzelmi kötődések nélkül. Legközelebbi rokonainknak ezek közül semmije sincs. A csimpánzok ugyan készítenek egyszerű eszközöket, még fekhelyféléket is, de mihelyt egyszer használták őket, már ott is hagyják. A legtöbb más állatnak ugyanígy nincs „vagyon”. Mi, emberek pedig nehezen élénk túl a birtokolt tárgyaink nélkül, ráadásul úgy tűnik, az őstőneinkben van, hogy a szükségleteiknél többet halmozzunk fel.

De hogyan lettünk a „szegény” mambóból felhalmozó emberré? Nem is olyan könnyű meghúzni a választóvonalat az „enyém” és a „nem az enyém” között. Például, enyém az a talaj, ami a kertemben van, vagy enyém a víz, ami a vízvezetékemben van? Ha kidobunk valamit, mikor szűnik meg az az állapot, hogy az „enyém”? Nagyon sok tárgy nem maradt fenn a régészeti anyagban, amit őseink valaha birtokoltak. Mindemellett vannak bizonyos dolgok, amiket őseink ténylegesen birtokoltak. A legkorábbi ilyen leletek, a kb. 2,5 millió éve készített kőeszközök jó kiindulási pontok. Munkavégzésre készítették őket és nyilván egy ideig meg is tartották őket, bár nem valószínű, hogy tulajdonként tartották számon. Ahogy azonban az eszközök egyre kifinomultabbak lettek, kialakult egyfajta tulajdonosi szemlélet. Kb. 300 ezer éve Afrikában jelentek meg olyan nyíl- és dárdahegyek, amelyek már csoportról csoportra különböztek, idő és ügyesség kellett az elkészítésükhöz és egy-egy ilyen tárgy egy bizonyos vadászé volt. Aztán megjelent a tűzgyújtás tudománya, az első ruhadarabok, míg végül ősről eljutott odáig, hogy a tárgyai a csoportban elfoglalt státuszát is jelképezték. Mire a modern ember úgy 40 ezer éve elérte Európát, az egyes tárgyakon megjelentek bizonyos jelek, rovatkák, amik kétségkívül a birtokosára utalnak. A nomád társadalmakra a felhalmozás nyilván még nem jellemző, de mihelyt az emberek állandó településeket hoztak létre, ez is feltűnt. Az élelmiszert fel kellett halmozni, és eleinte ez nyilván abban nyilvánult meg, hogy a háziiasított állatokat egyre nagyobb számban tartották. Ki többet, ki kevesebbet, s ez egyúttal meghatározta a társadalmi helyzetüket is. Amikor pedig megjelent a kereskedelem, az egyszerű cserét hamarosan felváltotta a pénz.

Az összeállítás a New Scientist cikkei alapján készült

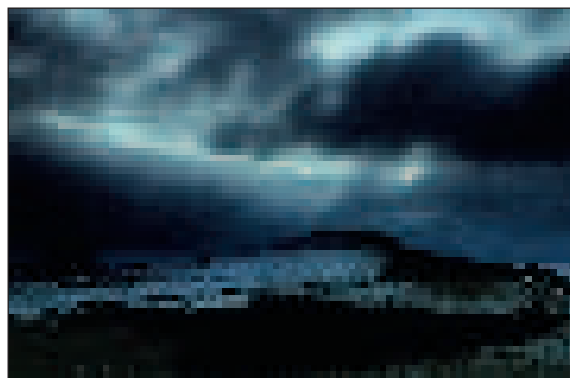
K. A.



(2014. január 20)

ÉVTIZEDES HIDEG

Amikor a Kr. u. 536. évben a bizánci Prokopiosz történetíró Dél-Itáliába érkezett, zűrzavaros állapotokat talált. A vandálok addigra már feldúlták Rómát, ám Justinianus, Kelet-római császár eltökélten vissza akarta szerezni az elveszett területeket és miután ez Észak-Afrikában sikerült is, hadseregével visszatért Rómába. Prokopiosz azonban nem elsősorban erre figyelte fel, hanem arra, hogy a Nap elhomályosodott és ez a homály több mint egy évig fenn is maradt. A nyár közepén is fagyott, hó is esett és a tél sosem akart véget érni. Itáliától Írorszáig, Kínától Közép-Amerikáig az 536-os évvel egy évtizedes hosszúságú hideg vette kezdetét. Városok omlottak össze, és a történelem egyik legnagyobb járványhulláma elpusztította a bizánci birodalom lakóinak egynegyedét. Justinianus seregei visszavették ugyan Rómát, de a meggyengült birodalom újból veszített területéből.



Szinte a világ minden vidékén ezt az időszakot rossz időjárás, társadalmi felfordulások és halál jellemezték. Ez a klíma-zavar kétségkívül megváltoztatta a történelem menetét. A lehülés oka sokáig homályban maradt, de talán most közelítünk a megfejtéshez. Az első bizonyítékok a 80-as évekből származnak, két NASA-kutató, Richard Stothers és Michael Rampino kutatásaiból. Áttekintették a korabeli történelmi forrásokat a mediterrán térség vulkánkitöréseiről abból az időszakból, és hét komoly kitörést találtak 560 elöttről. Prokopiosz feljegyzésén kívül még három történelmi munka utalt a szokatlan homályra 536-ban, de ezekhez egyetlen, a térségben működő vulkánt sem lehetett kapcsolatba hozni. A két kutató ekkor Európán kívüli nagy kitöréseket kezdett keresni, ami elég

nyilvánvaló volt. Az indonéziai Tambora 1815-ös kitörése nyár nélküli évet okozott az északi féltekén. A történelmi feljegyzések szerint az 536-os esemény sokkal kiterjedtebb hatásokat okozott, mint a Tambora működése; de megbízhatóak-e ezek a források? A belfasti Queen's Egyetem kutatója, Michael Baillie szerint a történelmi leírásokat lehet csűrni-csavarni, de pont az ő munkája révén a 80-as évek végén megtört a jég a VI. századbéli eseményekkel kapcsolatban. Baillie-ék fák évgyűrűit kutatják, az írországi mocsarakban megőrződött tölgyfákon és mintegy 7000 évre visszamenően vannak adataik. 1988-ban arról számoltak be, hogy az első évezred során a legkeskenyebb évgyűrűk (melyek hideg klímára és kedvezőtlen körülményekre utalnak), nagyjából az 536-os év környékére esnek. Más kutatók is végeztek évgyűrű-elemzéseket és a mivel Skandináviában, Észak- és Dél-Amerikában is hasonló évgyűrű-mintázatot kaptak, a kép egyre világosabbá vált: globális jelenségről van szó.

Csak hogy valami hiányzott. A kitörés során kirepülő finom vulkáni por a sarkvidékek jégtakaróiban sávok formájában megőrződik, ebből az időből viszont semmit sem tudtak kimutatni a grönlandi jégmintákból. Az évgyűrűk még valami váratlan is mutattak: a hideg időszak legalább egy évtizedig tartott. Azért volt váratlan, mert még a nagy vulkánkitörések után is legfőljebb néhány évig maradnak a légkörben szulfát-aeroszlok és hamuszemcsék, melyek csökkentik a besugárzást, de tíz évig nem. Baillie tehát más okra kezdett gyanakodni. Eldugott történelmi források említést tettek két részleges nap-

fogyatkozásról Északnyugat-Európában 538-ból és 540-ből, amiből Baillie arra következtetett, hogy talán nem is földi eredetű volt az ok. Szerinte elképzelhető, hogy egy a Föld közelében elhaladó üstökös pora, esetleg kozmikus becsapódás magyarázatot kínálhat a hidegre éppúgy, mint a vulkáni nyomok hiányára. A jégmintákban azonban Földön kívüli eseményre utaló nyomokat sem találtak, úgyhogy a 2000-es évek végén a Koppenhági Egyetem kutatói, Bo Vinther vezetésével ismét elővették a vulkánokat és a sarkvidéki jégmintákban találtak is kénre utaló nyomokat a kérdéses időszakból, ha csekély mennyiségben is. A helyzet ugyanis az, hogy ha a kitörés nem a sarkvidékek közelében történik, a nyomai alig észrevehetőek a jégben. Mivel mind Grönlandon, mind az Antarktiszon

találtak kénnyomokat, Vinther arra következtetett, hogy a kitorésnek valahol a trópusokon kellett történnie. Eközben Steffen Kutterolf, a Kieli Egyetem kutatója a hamulerakódások alapján El Salvador területére tette a kitorést, még hozzá az Ilopango vulkánt feltételezve forrásként, 84 köbki-lométernyi anyag kibocsátásával, ami igen nagy mennyiség. Csakhogy a hamuban talált növénymaradványok kormeghatározása alapján a kitorés idejét nagyjából 100 évvel korábbra becsülték a VI. századnál. Fa évgyűrűk segítségével azonban sikerült pontosabb kormeghatározást is végezni, ami már szinte egybevágott az 536-os évvel. Csakhogy! Ha tényleg az Ilopango tört ki ilyen hevesen, 200 km-es körzetben szinte mindent el kellett pusztítania. Erre utaló nyomokat azonban nem találtak, és akkor még mindig nincs magyarázat arra sem, miért tartott a hideg időszak olyan sokáig. Ekkor került képbe Dallas Abbott, a Columbia Egyetem geológusa, aki csapatával szintén a grönlandi jégmintákat kutatta és szokatlanul nagy koncentrációban talált az 536-os év közelében nikkelt és ónt. A nikkelt bőséggel fordul elő a Földön kívülről származó törmelékekben, az ön pedig egy üstökös jele. Tudták, hogy a Helley-üstökös 530-ban földközélen járt és kínai krónikák szerint erősen fényes volt. A szokásosnál több jég és belefagyott por kerülhetett ki belőle. Feltevések szerint az 530-as években erős meteorzápor érte a Földet, melyek darabjairól feltételezik, hogy a Halleyből származtak. Becsapódásaikkor sok por és egyéb törmelék juthatott a légkörbe, és lehűlést okoztak. Ezt ugyan több kutató kétséggel fogadja, ám azt nem zárják ki, hogy akár kisebb kozmikus becsapódások kiválthattak hűtő hatást a Földön.

Hosszú évek kutatásai sem tudtak tehát bizonyítékot adni arra, mi okozta a hirtelen és hosszan tartó lehűlési periódust. Lehet, hogy becsapódás, lehet, hogy vulkánkitörés, de az sem kizárt, hogy e két tényező együtt.

SCIENTIFIC AMERICAN

(2014. április)

MŰKÖDIK A MŰHÜVELY

A kutatók laboratóriumi körülmények között vaginát növesztettek és a szervek négy tizenéves páciens testében rendeltetésze-

riően működnek. Ők azok, akik elsőként részesültek ilyen kezelésben. A kutatásban részt vevők mindegyike öt-nyolc évvel ezelőtt esett túl a sebészeti beavatkozáson, de az eredményeket csak most publikálták. Meg akarták várni, hogy a műtét meghozza a várt és kívánt eredményt és nem jelentkeznek nemkívánatos hatások. A beavatkozásra azért volt szükség, mert egy ritka genetikai betegséggel születtek, melynek során a hüvelyük és méhük nem fejlődött ki rendesen, vagy teljesen hiányzott. A műtėti technikát hosszú éveken át fejlesztették, nyulakon kísérleteztek.

A kutatók mindegyik esetben a páciensek saját sejtjeiből növesztették a szervet és ezt követően ültették be a szervezetükbe. Bár csupán kisszámú alanyon elvégzett beavatkozás volt, az eredmények azt mutatják, hogy laboratóriumi körülmények között igenis lehet hüvelyt növesztetni saját sejtjeiből, mondja a kutatás egyik vezetője, Anthony Atala, a Wake Forest Baptist Medical Center kutatója. Sok minden, amit most csinálunk, teszi hozzá, csakugyan alkalmazható olyan személyeknél, akiknek hasonló deformitásuk van, vagy rákosok, esetleg altesti sérüléseket szenvedtek.

A kutatásban részt vevő lányok mindegyike veleszületett úgynevezett Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser-szindrómában szenved, melyben 1500–400 leány újszülöttről egy érintett. A személyre szabott hüvely elkészítése érdekében a kutatók egy kicsi, bélyegnél is kisebb szövetmintát vettek ki a szeméremtestből, majd a sejteket hagyták laboratóriumban szaporodni. A hüvelyt két sejtípusból álló két fő réteg alkotja: izomsejtek és hüvelyi hámsejtek. Négy hét eltelté után a sejttenyészetet egy biológiailag lebomló, egyénre szabott vázra tették, majd az egészet egy hétre egy ún. bioreaktorba tették. Ez az emberi testéhez hasonló körülményeket nyújt. Miután a szervek elkészültek, a sebészek egy üreget hoztak létre a páciensek testében és a mesterséges szerv egyik oldalát az üreghöz, a másikat pedig a méhhez varrták. Az egész folyamat a sejtek kivételétől kezdve a szerv beültetéséig csupán öt-hat hetet vett igénybe.

A lányok a beavatkozás idején 13-18 évesek voltak. A petefészkek normálisan működtek, de mivel nem volt méhük, sem pedig hüvelyük, a menstruáció nem indult be náluk. A vaginájuk ugyan kívülről normálisnak látszott, így egészen addig, amíg a menstruációnak el kellett volna kezdődnie, nem derült ki róluk, hogy milyen rendellenességben szenvednek. A műtét óta eltelt években a kutatók rendszeresen vizsgálták a szövet szerkezetét röntgennel és biopsziával. A páciensek is rendszeresen beszámoltak arról, hogy hogyan működik az új szerv, beleértve a szexuális funkci-

ót is. Az eredmények azt mutatják, hogy a mesterségesen kialakított szerv valamilyen páciensnél rendesen működik, beleértve a normális szexuális funkciót, a vágyat éppúgy, mint a fájdalommentes közösülést és az orgazmust is.

A MRKH-szindróma eddigi kezelésmódjai közé tartozott a meglévő szövet tágitása, vagy súlyosabb esetekben helyreállító műtét egy béldarab vagy bőrdarab segítségével. Atala úgy véli, ilyen eljárásoknál magas a szövődmények kockázata, mert a helyettesítő szövet nem a hüvelyből származik és nem is képes ellátni ugyanazt a funkciót.

Egy mexikói nő, akin elsőnek alkalmazták az új eljárást 18 éves korában, elmondta, hogy eleinte furcsa volt elfogadnia, hogy a testének egy része laboratóriumban „készült”. Azt, hogy fizikailag vagy érzelmileg volt-e fájdalmasabb a közlés, hogy ebben a szindrómában szenved, nehéz eldönteni, válaszolta, különösen az, hogy megtudta, nem lehet gyermeke. A műtét azonban sok mindent megváltoztatott; teste és lelke is elfogadta az új szervet. Szerencsésnek érzi magát, hogy teljesen normális életet élhet.

A négy páciensből kettőnek teljesen kifejezett méhe van, és mivel normálisan ovulálnak, elvileg szülhetnek gyermeket, bár eddig még egyikük sem próbálkozott.



(2014. április)

ÚJ FEGYVER A KANYARÓ ELLEN

A kanyaró nem tartozik az ártalmatlan betegségek közé. Súlyos esetben tartós agykárosodást vonhat maga után, de halálos kimenetelű is lehet. Mégis a védőoltásokkal szemben általánosan tapasztalható jelenség – miszerint a lakosság a kiirtottnak számító betegségek elleni védőoltásokat nem veszi igénybe – miatt újra és újra kitör a vírusbetegség. A kanyaró ellen nincs orvosság, ami a kutatók reményei szerint hamarosan változhat. Találtak ugyanis egy szert, amely a szervezetben lévő vírusokat hatékonyan legyőzi. A vadászgörényeken tesztelt hatóanyag ezen kívül még a kezelést követő immunitásról is gondoskodott. A kutatók azonban hangsúlyozzák, hogy ez a szer az engedélyezést követően sem helyettesíthetné a védőoltást, de mindenképp második fegyverként szolgálhatna a kanyaró elleni harcban.



Aki kanyaróban megbetegszik, annak szerencsés esetben csupán bőrkiütése, láza és influenzaszerű tünetei vannak. Mindemellett azonban minden ezredik betegnél a vírusszaporítás súlyos, gyakran maradandó következményekkel járó agyvelőgyulladás okozhat, illetve ugyancsak minden ezredik betegnél halálos kimenetelű lehet. A kanyarót, és az esetleg vele járó súlyos szövődeményeket eddig csak oltással lehetett megelőzni. Ám a lehetséges mellékhatások miatt egyre több szülő tiltakozik az oltás ellen. Ez pedig azzal a következménnyel jár, hogy a lakosság körében csökken az oltottak száma, amivel egyenes arányban megnövekszik a kanyarós megbetegedések száma. Mindezt konkrét adatokkal is alátámasztható: 2011-ben Európában a kanyarós megbetegedések száma a 2009-es esetekhez képest megnégyszereződött. Ez Európa szerte 30 000-rel több megbetegedést jelent, ami nem éppen arra enged következtetni, hogy a kanyaró kiirtásának küszöbén állunk, pedig ez nemcsak Európa, hanem az egész világ célja.

Az atlantai Georgia Állami Egyetem kutatói találtak és teszteltek egy hatóanyagot, amely megállíthatja a betegséget. A különböző gátlóanyagokkal végzett elsődleges vizsgálatok során az egyik molekula, melyet ERDRP-0519-re kereszteltek, különösen sokat ígérőnek bizonyult. Ez a molekula a morbillivírus (kanyaróvírus) egy fontos enzimkomplexumát blokkolja. A molekula tulajdonságait vadászgörényeken tesztelték, mégpedig úgy, hogy a kanyaróvírus közeli rokonával, a szopornyica kórokozójával fertőzték meg őket. A kanyaróval ellentétben a vadászgörényeknél ez a vírus 100 %-ban halált okoz. A teszteléshez a kutatók néhány állatnak három nappal a szopornyica

ca vírussal való fertőzés után naponta egy adagot adtak az új hatóanyagból két héten keresztül. A többi vadászgörénynek már a fertőzés előtt adtak egy egyszeri adagot az ERDRP-0519-ből, utána azonban semmit.

Az eredmény: a nem kezelt kontrollállatoknál a várakozásnak megfelelően 1 hét elteltével magas láz jelentkezett, majd 12–15 nap múlva elpusztultak az állatok. A megelőzőként adott egyszeri ERDRP-0519 adag gyengítette és lassította a betegség lefolyását. Más volt az eredmény azoknál az állatoknál, amelyek 2 héten keresztül kapták a szert: a kezelés eredményeképpen a fertőzött állatok túléltek a kanyarót. A vadászgörények közül egyiknél sem jelentkeztek a jellemző betegségi tünetek. A vírusokat szervezetükben alig lehetett kimutatni, viszont a kórokozóval szembeni antitestek száma lényegesen nőtt. Még a kezelés végét követően is megmaradt tehát a védekezés: a kutatók 35 nap elteltével újra megfertőzték ezeket az állatokat a halálos vírusadaggal, melynek azonban semmi következménye sem lett. Egy ilyen erős antivirális immunitás kifejlődése a kezelt állatokban különösen reménykeltő.

A kutatók véleménye szerint nagyon valószínű, hogy az ERDRP-0519 az emberekben is működik, s hatásos gyógyszer a kanyaró ellen. A kapcsolódási pontok és a hatásmechanizmus ugyanis azonosak. Ezzel kezelhetők lennének például kanyarós beteggel kapcsolatba kerülő személyek, s ezzel megakadályozható lenne a továbbfertőzés.

A szer további előnye, hogy szájon át adható, valamint míg az első kísérletek arra utalnak, hogy a kanyaróvírus idővel rezisztenssé válhat a hatóanyaggal szemben, a vadászgörényekkel végzett tesztekben nyilvánvalóvá vált, hogy a rezisztens törzsek lényegesen kevésbé voltak agresszívak, s ennek megfelelően veszélytelenebbek.

Mindenesetre a kutatók kifejezetten hangsúlyozzák, hogy az új szer nem az oltás helyettesítésére szolgál. A fertőző betegséggel szemben továbbra is az oltást tartják a legjobb immunizálási formának. A kezeléssel a betegség tüneteinek hatékony elnyomása és az erőteljes immunitás kifejlesztése bizonyítja ugyan a molekula hatékonyságát, de csak második fegyverként képzelhető el a kanyaró teljes kiirtása érdekében folytatott harcban. A hatóanyag gyógyszerként való engedélyezéséig pedig további állatkísérletekre van szükség.

E számunk szerzői

DR. BOROS IMRE tanszékvezető egyetemi tanár, SZTE Biokémiai és Molekuláris Biológiai Tanszék és MTA SZBK Biokémiai Intézet, Szeged; CSERKÉSZ-NAGY ÁGNES, ELTE Általános és Alkalmazott Földtan Tanszék, Földtudományi Doktori Iskola, Földtan-Geofizika Doktori Program, Budapest; FARKAS SÁNDOR botanikus, Paks; DR. HORVÁTH ÁKOS meteorológus, a földtudományok kandidátusa, OMSZ, Balatoni Viharjelző Observatórium, Siófok; KALMÁRNÉ SZÁSZ JULI-ANNA igazgató, Szegő Gábor Általános Iskola, Szolnok; KISS GYÖZŐ meteorológus, OMSZ, Budapest; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; NAGY ATTILA meteorológus, OMSZ, Budapest; SIPOS ORSOLYA PhD, MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Szeged; STAAR GYULA főszerkesztő, Természet Világa, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; SZEMERÉDI KEPES ANNA nyelvtanár, egyetemi oktató, Budapest; UNGVÁRI ZSUZSANNA, ELTE, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Földtudományi Doktori Iskola, Térképészeti Program, Budapest; DR. VÁSÁRHELYI GÁBOR tudományos munkatárs, ELTE TTK Biológiai Fizika Tanszék, MTA-ELTE Statisztikus és Biológiai Fizika Kutatócsoport, Budapest; DR. VICSEK TAMÁS akadémikus, ELTE TTK Biológiai Fizika Tanszék, MTA-ELTE Statisztikus és Biológiai Fizika Kutatócsoport, Budapest; DR. VANCÓS ÖDÖN egyetemi docens, ELTE TTK Matematikatanítási és Módszertani Központ, Budapest; VIRÁGH CSABA doktorandusz, ELTE TTK Biológiai Fizika Tanszék, Budapest; DR. VENETIANER PÁL akadémikus, MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Szeged; DR. VOJNITS ANDRÁS biológus, Budapest.

Júliusi számunk tartalmából

Galsa Attila–Süle Bálint:

Áramlások a földképenben

Geiger András–Holló András:

Tartós aszfaltutak

Kovács Etelka–Wirth Roland–Bagi Zoltán–

Kovács L. Kornél:

Biogáz fehérjehulladékból

Horváth Tünde: 5500 éves temetkezési

halmok az Alföldön

Bucs József–Tóth Miklós: Navigáció

illatmolekulákkal

Sebestyén Viktor–Somogyi Viola:

A földfelszíni földhő hasznosítása

Dvorácsék Ágoston: Gombászkalandjaim

Babinszki Edit: A Balatonfelvidéki Homokkő

Harangi Szabolcs: Vulkánnapló

XXIII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

A vaskúti halmok és földvár

KLEMM KITTI

Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola, Baja

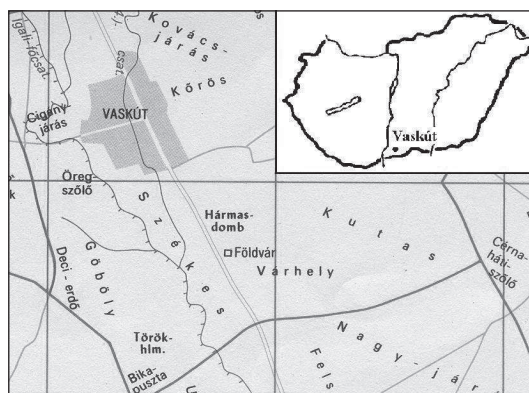
„És álljon a domb, a multnak jele,
Kímélve bánjon a vész is vele.”
Arany János: *A tetétleni halmon* (részlet)

Bár Baján tanulok, születésem óta a családommal Vaskúton élek. Általános iskolai felső tagozatos korom óta érdekelnek a lakóhelyemmel kapcsolatos események, történetek és a községet körülölelő táj értékei, szépségei. Nemcsak a különböző könyvekben megjelent adatokat tanulmányozom, hanem az itt lévő épületeket, képződményeket, felszínformákat stb. a helyszínen is szemlélem. Mostanában a falum határában lévő halmok és a földvár sajátosságai, történetei érdekelnek.

Vaskút múltja és jelene

A település Bács-Kiskun megyében, a bácskai löszhátság nyugati részén található. Bajától 7 kilométerre délkeletre, alig 20 kilométerre a déli országhatártól fekszik. A XIX. századi nagy vasútépítések során a Baja–Zombor–Újvidék viszonylatban helyi érdekű vasútként létesített, 1885-ben átadott vonal Vaskúton haladt át. A trianoni békeszerződés Garától délre kettévágta a vasútvonalat. A megmaradt Baja–Vaskút–Gara közötti szakaszon az 1968-as közlekedéspolitikai koncepció 1971. november 30-án szüntette meg a forgalmat, hamarosan a síneket is felszedték. Falum megközelítése attól kezdve csak közúton lehetséges.

A község neve először egy 1400-ban kelt oklevélen található Bachkuta formában, mely szerint újra nemes Töttös



Vaskút környezete és elhelyezkedése Magyarországon. A falutól délkeletre található a meglévő három halom és a földvár

László birtokába került. A későbbi okiratokban Bácskút, Bathkuta, a török korban Bácskút, Bácsküz néven szerepel. Dózsa György parasztfelkelése során elpusztult a falu, de nem sokkal később már szláv (szerb) földművesek, állattenyésztők telepedtek meg itt, félnomád életmóddal. A török időkben a bajai nahijéhez tartozott, az adókönyvek szerint 1580-ban és 1590-ben 28 adózó házzal. Érdekes, hogy ugyanakkor a Kisvárdai család is birtokának tekintette. 1598-ban a szerbek Esztergomba településekor a környék falvaihoz hasonlóan Vaskút is elnéptelenedett. Az 1665-ös és 1679-es keltezésű adójegyzékekben neve újra felbukkant.

A törökök kiűzésekor ismét lakatlan; 1689-ben a Mihajlovics és a Szombathelyi család birtoka. 1720-ig az egyik évi összeírásban szerepelt, a másodikban nem. 1724-ben a terület visszaszállt a Mátyás király idejéből birtokos Czobor családhoz: gróf Czobor József tulajdona Baskut pusztá néven, 57 nem állandó, szerb és bunyevác lakossal. A Czobor családtól a királyi koronához került, majd Mária Terézia Bácska nagy részével együtt gróf Grassalkovich Antalnak ajándékozta. A gróf 1752-ben elrendelte, hogy önálló települést hozzanak létre. Mint az ország sok más helyén, ide is németeket telepítettek: Vaskútra a bajorországi Ulm környékéről jöttek az első családok. II. József uralkodása idején további betelepülés történt, ennek is köszönhetően a több száz német család ittlétével Vaskút nemzetiségi összetétele az 1941. január 31-i népszámlálás szerint: 3846 német, 638 magyar, 218 bunyevác, 2 zsidó és 1 szlovák lakos.

A háború Vaskúton 1944. október 20-án ért véget. A kollektív bűnösség elve alapján három hónap elteltével 164 német férfit és nőt vittek a Szovjetunióba kényszermunkára, közülük sokan soha nem tértek haza. Az itthon maradt né-



A három megmaradt halom napjainkban

met lakosság zömére a Németországba költöztetés várt. Az üresen maradt házakba bukovinai székeleyeket telepítettek; őket 1941-ben a magyar kormány a Jugoszláviától visszafoglalt délvideki részen telepítette le, majd a helyzet fordultával a jugoszláv hatóságok internálás után kiutasították őket. Velük menekült 40–50 magyar család is Vaskútra. Rajtuk kívül jöttek még a Viharsarokból is magyar családok. A lakosságcsere keretében 1947-ben Szlovákiából, Diószeg és Taksony környékéről, szinte teljes ingó vagyonukkal 80 család érkezett a községbe.

Vaskút környéke ősidők óta lakott hely. Ezt bizonyítják a falutól mintegy 1 kilométerre délkeletre található földvár nyomai és a halomsírok, amelyekről az 1860-as években Czirfusz Ferenc bajai tanfelügyelő írt. Abban az időben még 12 darab, 20–30 méter magasságú domb és a tiszteletet parancsoló sáncfalmagasságú, 2500 négyzetméter területű, kör alakú vár létezett. Eredetük megállapítására akkor ásások kezdődtek, melynek során négy halmot bontottak meg. Az 1868. június 12–15-én készült jegyzőkönyv az i. sz. IV. század idejére, a szarmata-jazig korra teszi keletkezésüket. A földvárban a későbbiekben 1941 szeptemberében végeztek ásásokat. Védelem hiányában, és a környék gazdálkodásba bevonásával az objektumok napjainkra jószorivel felismerhetetlenné váltak. Műemléki védelmükre a közelmúltban történtek lépések.

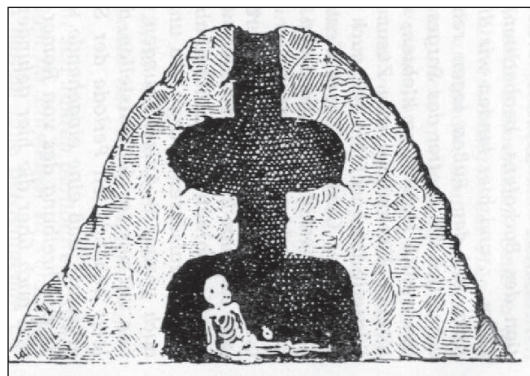
A kunhalmokról

A kunhalom a Kárpát-medence alföldi területein található mesterségesen létrehozott, jellegzetes megjelenésű és igen régről származó földhalmok elnevezése. A megjelölést először az 1800-as évek elején Horvát István (1784–1846) pesti egyetemi tanár,

a Tudományos Gyűjtemény 1833–1836 közötti szerkesztője használta: azt feltételezte, hogy a kunok hozták létre őket. Rómer Flóris régész nyomán Dudás Gyula 1886-os munkájában halmokról beszél, amelyeket „... némelyek hunn vagy kun halmoknak”, mások geológiai eredetűnek tartottak. Györffy István néprajzkutató szerint „olyan 5–10 m magas, 20–50 m átmérőjű kúp, vagy félgömb alakú képződmény, amely legtöbbször

víz mellett, de vízmentes helyen terült el, s nagy százalékban temetkezőhely, sírdomb, ör- vagy határhalom volt.” A Magyar Néprajzi Lexikon a kunhalomról a halom szócikkénél bontja ki: „... a földfelszín kisebb természetes vagy mesterséges kiemelkedéseire, sokszor történeti magyarázatok fűződnek, leggyakrabban háborús mondák. Erdélyben és az Alföldön számos Testhalom nevű dombot tartanak számon, amelyekről azt mesélik, hogy alattuk csaták elesettjei vagy a török (tatár) által lemészárolt lakosok nyugosznak. ... Néhol a halom nagy járványok emlékét őrzi. Kincsmondák is gyakran fűződnek halomhoz. Az egész népterületen elterjedt folklórmotívum, hogy a halom sapkával hordták össze. A hős sírhelyét kívánták ezzel emelni, vagy a vezér sátra

hat vissza; vannak köztük lakó- és temetkezőhelyek, őrhelyek stb.” A természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény 23. §-a valamennyit védetté nyilvánította, majd (3) bekezdés f) pontja így fogalmaz: „a kunhalom olyan kultúrtörténeti, kulturális örökségi, tájképi, illetve élővilág védelmi szempontból jelentős domború földmű, amely kimagasodó jellegével meghatározó eleme lehet a tájnak;” A fentiek alapján talán szerencsésebb az Illyés Gyula által az Alföld katedrálisainak vagy piramisainak nevezett formák esetében – a vaskútiaknál mindenképpen – a halom kifejezést használni.



A halmok jellemző keresztmetszete (Czirfusz Ferenc rajza)

A hajdanvolt mintegy 40 000 alföldi kunhalom keletkezése különböző korokra vezethető vissza és az alábbi típusokba sorolhatók. A telkek vagy lakódombok a leletek egy része alapján már a neolitikumban is lakottak voltak. A rézkorban a halmok kihaltak, de a bronzkorban újra benépesedtek. Ebben az időben jelentek meg a temetkezés céljára szolgáló halmok, amelyeket sírdomboknak vagy kurgánoknak is neveznek. A későbbiekben a már meglévő halmokat az itt letelepedett lovas nomád népek (szkíták, szarmaták) tovább használták. Szerepük idővel megváltozott, és már nem lakóhelyként, temetkezési helyként, hanem őrhelyként (őrhalmok) és határjelzőként (határhalmok) használták őket.

A kunhalmok Magyarországon a legnagyobb számban a Hortobágyon, a Nagykunságban, Csongrád megye tiszántúli területein, a Jászságban, Békés megye északi részein és a Hajdúhátton fordulnak elő. Tájképi és régészeti értékeik mellett sajátos állat- és növényvilágukkal tűnnek ki környezetükből, ennek megfelelően – mint már utaltam rá – Magyarországon természetvédelmi oltalom alatt állnak. Romániában főleg Arad és Temes megyében, Szerbiában pedig a Bánátban és a Bácskában (például Zenta környékén) lelhetők fel. Közép-Európa északi területein, Lengyelországon és



Az I. katonai felmérés Vaskút melletti térképrészletének alján és közepén a sánc (Kennzeichen alter Verschanzung = régi sánc ismertetőjelei) mellett 9, északabbra 6 halom számláltak meg a katonai térképrészek

alá hordták össze a földet, hogy messzebbre láthasson. ... A mesterséges halmokat az Alföld sok helyén kunhalomnak nevezik, összefüggésben azzal, hogy ezeket sokáig kun sírhalmoknak vélték. Eredetük azonban a neolitikumig nyúl-

Németországban, sőt Nyugat-Európában, például Hollandiában akadnak földhalmok. Érdekes, hogy e vidékeken helyenként „hun halmoknak” nevezik őket. Előzőeken túl a kunhalmokhoz hasonló mesterséges dombok nagy számban találhatóak az egész eurázsiai sztyeppvidéken, a szkíták és hunok hajdani területén, rájuk leginkább a kurgán megjelölést használják.

A vaskúti halmok és földvár

Halmok Bácskában is vannak. Mai határainkon belül legismertebbek közülük a Madaras és Vaskút közelében lévők, utóbbi közelében földvár-sánc is áll. A madarasi szarmata temetőben a legjelentősebb kutatások Kőhegyi Mihály irányításával 1963 és 1975 között történtek, összesen 666 sírt tártak fel. Feldolgozásuk a 2011-ben kiadott Madaras-Halmok monográfiájában történt meg.

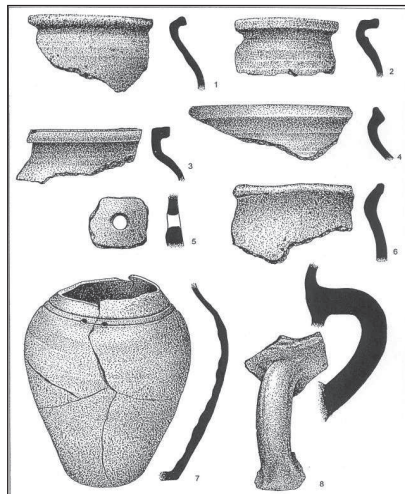
A vaskúti halmok fekvése jól látható az 1783-ban készült térképen.

A katonai felmérést követően évtizedek kellettek, amíg a közfigyelem a halmokra terelődött: a feltárás motorjai Czirfusz Ferenc bajai tanár és Dregán Péter megyei esküdt lettek. Aktivitásuk nyomán a Magyar Tudományos Akadémia Szabó József geológust bízta meg a vizsgálattal, aki helyszíni terepszemlét követően természetes eredetűeknek gondolta a halmokat: a halmokon talált csigák alapján azokat víz összehordta képződményeknek tartotta. A bácskaiak ebbe nem nyugodtak bele és próbaásatások mellett döntöttek: az ehhez szükséges anyagiakat közadakozással gyűjtötték össze és biztosították a szükséges munkaerőt. Az 1868. június 12–13-án és 15-én négy halom feltárása az MTA Archeológia Bizottsága által delegált Römer Flóris jelenlétében történt meg.

Először az északabbra fekvő csoportból kiválasztott halmot ásták meg: csontokat, majd egy öl mélységben urnadarabokat találtak. Két öl mélységben egy üreg bejáratára leltek. Méretére jellemző, hogy nyolc ember fért el benne egyszerre. Kítűnt, hogy a halom gyomrában több helyen oldalsó nyílások vannak. A fő üreget különösebb eredmény nélkül kismértékben tovább tágtították: mivel nem felülről lefelé, hanem oldalra ástak, állandó omlásveszély állt fenn, ezért biztonsági okokból felhagytak a további kutatással. A tapasztalatot okulva a csoport másik halmánál változtattak a feltárás módján: azt fél öl szélességben keresztülvágták. Az emberi csontok mellett vasból készült S alakú és fogashoz hasonlító eszközöket találtak (ezek valószínűleg a koporsók részeit összefo-

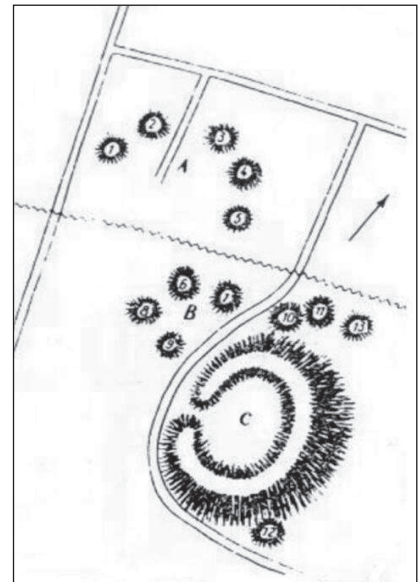
gó kapcsolatok lehettek). A folytatásban a sánc mellett kiválasztott két halmot ásták meg. Mindegyikben csontdarabokat, három öl mélységben üreget és az egyikben alagutat találtak, utóbbi feltárásakor egész emberi csontvázat, vasdarabokat és korhadtt fát fedeztek fel.

Az eredmények nyomán tarthatatlanná vált a geológiai eredet elmélete, viszont számos kérdés vetődött fel: például kik, és mikor építették. Römer Flóris a halmokat a kemence síroknak nevezte el és az alábbiakat írta a sánc melletti egyikről: „A félkör alakú átmetszés mélyet azon eszközöltünk, látni engedé a kiegészített belső ürt, és bizonyos mennyiségű égetett anyagot, nem különben egy rudakból álló rácszatot, mely a kemence szerkezetéhez tartozott; a halom alapja sárga agyagból való volt, középe kandelóhoz hasonlított, amelynek alján még észre lehetett venni egy csontváz maradványait, mely keletről nyugatnak fektűt. Lábaiál gereblye alakú kapcsolatok voltak, melyek valószínűleg a koporsó deszkáit tartották össze, mert még lehetett ott egyes fa rostokat látni, továbbá mint Gesztréden, némely S alakú hegyes vasakat a deszkák összeszorítására. A kemence nem volt a halom aljában,



Leletek az 1941. évi ásatásokból

mely valószínűleg igen nedvesnek találtatott, hanem három méternyi mélységre a halom csucsától; ásás közben észrevettük, hogy a déli oldalon egy mintegy egy méternyi széles emelvény állott, telve hamuval és földdel. Ez volt azon eszköz, amelyen azon holttestemeteket hozták, melyeknek deszkából készült koporsója valószínűleg vasak által volt összekötve és megerősítve. Minthogy a halomban sem edényeket, sem fegyvereket nem találtunk, igen valószínű, hogy ezen halom már fel volt törve, nem hagytak ott mást mint rozsdás és értéknélküli vasakat.”



Römer Flóris alaprajza a területről (A: északi, B: déli halomcsoport, C: földvár)

A szakemberek a vasleletek alapján a halmokat a népvándorlás korából származóknak gondolták, amit a halom belső terének kiegészítéssel történő szilárdítása (errefelé nincs kö) tovább valószínűsített. A pontos időbeli és népcsoportozható behatárolást jelentősen nehezítette az éremleletek hiánya és az, hogy Magyarországon ehhez hasonló kemence halmokat még nem tártak fel. A talált tárgyakat Budapesten, a Nemzeti Múzeum Régiséggyűjtőjében állították ki, felkeltve a közvélemény és a szakmai körök érdeklődését. Amikor 1876-ban az európai őstörténeti és embertani kongresszus Budapesten tartotta ülését Römer részletesen beszámolt a vaskúti halmokról. Csak Czirfusz Ferenc 1901-es halálát követően sikerült pontosabban meghatározni a tumulusok korát. Szolnok megyében Jász-Szent-György (ma Jászsalsószentgyörgy) község határában több őskorinai vélt földhalmot tártak fel, amelyek belsejében a Vaskút közelében lévők felépítésével megegyező szerkezetet és hasonló leleteket, továbbá érméket találtak. Utóbbiak alapján a halmok az i. sz. II. század második felében, legkésőbb a III. század első felében készülhettek: a szakemberek ez alapján az itteniek korát is erre az időszakra tették.

Dudás Gyula helytörténész, a Bács-Bodrog Vármegyei Történelmi Társulat tagja, a vármegye 1896-os monográfiájának szerkesztője 1900-ban tekintette meg a halmokat és a következőket jegyezte fel róluk: „A halmok átlagos magassága 20–30 m között ingadozik, feltűnően meredek, úgy, hogy csak némely oldalról lehet rá-

juk felkapaszkodni. Átlagos területük 2–300 négyzetméter is meghaladja. Formájuk nagyon sajátosságos és hozzájuk hasonló halmok csak a szomszédos Regőcze helység határában fordulnak elő. Úgy látom, hogy Rómer és Czirfusz nem a nagyobb, hanem a kisebb halmokat ásták meg.” Emellett bejárta a földvárat és leírta jellemzőit, a látottak és ismeretei alapján létrejöttüket ő is az i. u. II.-III. századra tette. A ma Szerbiához tartozó Regőcéről az alábbiakat írta Iványi István: „A község alatt a vasúti állomástól délnyugatra hatalmas kör alakú magaslaton 4 nagyobb halom látható.”

Az első világháború elterelte a figyelmet az itteni földművekről (voltak fontosabb ügyek), az azt követő időszak monografikus kiadványaiban pedig csak röviden olvashatunk róluk. Kemény Simon munkájában megemlíti, hogy „A község régi tégláégető telepén régi avar földvár és ősi halmok vannak.” Néhány évvel később Rapcsányi Jakab monográfiája szerint „A község tégláégető-kemencéje táján, az országút mentén régi halmokat találunk, amelyeket hun temetőnek tartanak.” A történetben a folytatást Tompa Ferenc egyetemi tanár, a Magyar Nemzeti Múzeum Régészeti Tára múzeumőrének 1938-as terepbejárása után 1941. szeptember 15-20. között végeztett ásatások jelentik.

Tompa Ferenc 1941-es ásatai

Az ásatások során Tompa Ferenc először a földvárban, majd a 12-es számú halomban kutatott. A régész egy 10 méter hosszú és 5 méter széles árokkal vágta át a sáncot. A számos, rendszert mutató cölöphelyekből arra következtetett, hogy „... a félkörívek a sánc két végét jelentik, a bejárat két sarka tehát veszszöből font kétsoros palánkkal volt megerősítve, és feltehető az is, hogy az így megerősített két sarkon valamilyen őrtorony vagy őrhely volt.” A földvárban előkerültek újkőkori, bronzkori, kelta, szarmata és Árpád-kori kerámiák töredékei, Árpád-kori ezüst pénzecske, római leletek, XV–XVI. századi kerámiák darabjai, de akadtak még a XVII–XVIII. századból származók is. A leletek alapján Tompa a sáncot a római császárkori szarmata-jazig népek menedékhelyének tartotta. Véleménye szerint a földvár nem volt állandóan lakott: alkalomszerűen tanyázott itt a kornak ezen a tájon lakó népe, letáborozásra, majd a Dunán való átkelés elő állomásának, feltehetően őrhelynek is használták. A mérete kb. 130 méter átmérőjű kráterforma, a töltés magassága 20–25, szélessége az alapnál 40–50, a csúcsonál 15–20 méter volt. Tompa Ferencet 1945-ös halála akadályozta meg az anyag részletes feldolgozásában. Napjainkra már csak három tumulus és a földvár maradtak fenn.

Geocaching

A geocaching 2000-ben Amerikából indult hódító útjára: természetjárásra és turizmusra biztató szabadidős tevékenység, amelyről részletes információkat kaphatunk a világháló www.geocaching.hu címén. Kedvelői itt – a vaskúti halmoknál és a földvárnál – egy-egy geoládát helyeztek el: megkeresésük nö-



A földvár részlete a pályamunka szerzőjével

velheti a hely ismertségét és hozzájárulhat a figyelem felkeltéséhez. Az internetes megjelenés és a megtalálásnak a honlapon történő dokumentálása fokozhatja a helyek vonzerejét, amely jobban ráirányíthatja a figyelmet múltunk itteni emlékei megőrzésének fontosságára. A geoládák megtalálása pedig mindig izgalmas sikerélmény, emellett a várható ajándék szempontjából is fontos a szerencsés megtaláló számára.

Az egyik geoláda a keleti domb északi oldalán egy fenyőfa kilátszó gyökere alatt egy dobozban található az alábbi koordináták szerinti helyen: N 46° 5,394' és E 19° 0,546'. A másikkra a földvár fenekén, egy tisztás közepén és egy villás ágú akácfa tövében akadhat az arra járó.

Zárszó

Azon a tájon, ahol valaha Rómer Flóris, Czirfusz Ferenc, majd Tompa Ferenc ásott a földváron kívül ma már csak három halom magasodik az északi csoport tagjaként (Rómer számozása szerint valószínűleg a 2., 3., 4. számúak). A déli csoport tumulusainak körvonala egyre elmosódottabbá válik, és lassan eltűnnek, beleolvadnak környezetükbe...

A hármask halmok a tőlük északra fekvő mezőgazdasági telep felől jól megközelíthetők. A halmok mai állapotával kapcsolatosan meg kell jegyezni: tele vannak gyomnövényzettel és kidőlt fákkal. Az egyik halmon álló fák arról is árulkodnak, hogy nem túl régen ott tűz pusztított.

Szabad szemmel is jól láthatóan kormosak a fatörzsek és az aljnövényzet alatti földrétegen is megtalálható a korom. A földvárhoz vezető út tiszta, két oldalán ottjártamkor már learatták a napraforgót. A földvárat körbeleli a gaz és a bozót, oldalaiban borzok és rókák vertek tanyát. Bejáratát megtalálva szomorú kép tárult elém: kivágtott fák, térdig érő száraz gaz.

Örülök, hogy, a hozzáértők-szakemberek szerint értékesnek mondott és általam is fontosnak tartott múltbéli emlékek (halmok és földvár) tartoznak szülőfalumhoz. Tompa Ferenc 1941-ben végzett kutatásai óta régészek nem dolgoztak a területen. Előrelépés volt Kőhegyi Mihály és Vörös Gabriella 1999-ben megjelent tanulmánya, amely összefoglalása a halmokkal és a földvárral kapcsolatos eddigi összes ismereteinknek, elődeink munkájának. Az 1996-ban megalkotott, a természet védelméről szóló törvény védettséggel látta el valamennyi halmunkat. Mégis, mivel erre felé hazánk többi részénél ritkábban fordulnak elő, ennél több figyelmet érdemelnének. Jó lenne, ha újabb, a XXI század műszeres technikáját is alkalmazó régészeti feltárásokkal többet tudhatnánk meg róluk, állagmegőrzésük pedig megakadályozná eróziójukat és a környezetbe történő lassú beleolvadásukat.

A szerző a Természetudományos múltunk felkutatása kategória harmadik díjasa

Irodalom

- Dudás Gyula: Bács-Bodrogh vármegye régészeti emlékei. Zenta, 1886. 36-41. oldal
 Dudás Gyula: A vaskúti halmok kora. Emlékezés Czirfusz Ferencre. A Bács-Bodrogh vármegyei Történelmi Társulat Évkönyve, 1901. II. füzet, 61-64. oldal
 Gyarmathy István (szerk.): Dombok, halmok, kurgánok. Debrecen, 1996
 Iványi István: Bács-Bodrog vármegye földrajzi és történelmi Helynévtára. IV. kötet, Szabadka, 1906. 112. oldal és V. kötet, Szabadka, 1907. 128-130. oldal
 vitéz Kemény Simon: Csonka-Bácska tükre. Homok, 1931
 Kőhegyi Mihály-Vörös Gabriella: A vaskúti halmok és földvár (kutatástörténet és anyagközlés). In: Móra Ferenc Múzeum Évkönyve-StudArch 5 (1999), Szeged, 217-259.
 Rapcsányi Jakab: Baja és Bács-Bodrog vármegye közései. Budapest, 1934
 Tóth Albert: Az Alföld piramisai. Kistűjszállás, 2002
 Zalotay Elemér: Baja népe az őskortól a középkorig. Baja, 1957

Fehér gólyák Madarason

SCHNEIDER VIKTOR

Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola, Baja

„Nekem valamennyi között legkedvesebb
Madaram a gólya,
Édes szülőföldem, a drága szép alföld
Hűséges lakója
Tán ezért szeretem annyira, mert vele

Együtt növekedtem;
Még mikor bölcsőmben sírtam, ő már
akkor
Kerepölt fölöttem.”
Petőfi Sándor: A gólya (részlet)

Szülőfalum, Madaras utcáit járva Petőfi Sándor 1847-ben íródott versének sorai jutnak eszembe. A költőhöz hasonlóan alföldi gyermekként mindig is közel állt hozzám a természet. Szabadidőmben gyakran járom községem belterületét és határát, hogy ennek a vidéknek a csodálatos természeti értékeit és a madárvilágát felfedezzem, jobban megismerjem. Megfigyeléseim során észrevettem, hogy a vágómadárfélék és a gémfélék sokasága jellemző erre a területre. A falu belterületén pedig fokozott figyelmet érdemel a fehérgólya-állomány. A településen 2013-ban 6 fészekben költöttek. Számomra ezek a hozzánk közel élő madarak mindig rokonszenvesek voltak, ezért elhatároztam, hogy jelenlegi munkámban áttekintem-megvizsgálom itteni helyzetüket és összefoglalom óvásuk lehetőségeit.



A még pehelytollakkal borított fiókák általában május végére érik el azt a kort, amikor már fel tudnak állni a fészekben

A gólyafélék (*Ciconiidae*) családjába tartozó fehér gólya (*Ciconia ciconia*) testhossza 100–115, szárnyfesztávolsága 180–215 centiméter, a hímek testtömege 3,0–4,5, míg a tojóké 2,7–4,0 kilogramm körüli. A madár tollazata fehér, csak szárnyának evezőtollai feketék. A kifejlett példány

lába (ujjai között vékony úszóhártya fészül) és csőre piros.

A kora tavasszal viszsztatérő madarak a párba állás után fészekrakáshoz fognak. Kapcsolatuk a költési időszakra szól, ha a következő évben is egymást választják, akkor az a fészekhűség alapján történik. Ebben az esetben a téli időjárási viszonyok által megrongálódott fészket tatarozzák, melynek átmérője 80–120, magassága 40–60 centiméter körüli. A hosszú ideje használt fészkek magassága az évenkénti ráépítéseknek köszönhetően idővel elérheti az 1 métert, tömege pedig a több száz kilogrammot is. Oldalában gyakran más madarak (például

verebek) vernek tanyát, de ez a gólyákat egyáltalán nem zavarja. A fészkek alapját a pár vastagabb ágakból rakja, erre gallyak kerülnek, a csészét fűszénával, szalmával, esetenként mohával bélelik. Megfigyeléseim alapján a falumban lévő fészkeket erős szúrós ágak veszik körbe, bizonyára ez védelmet nyújt a gólyák számára. A fészkek elkészültét jelzi a kelepelő hang kíséretével megkezdődő párzás, amely után a tojásrakás következik. A 3–5 tojásból – melyeknek mérete átlagosan 77x51 milliméter – álló fészekaljba a tojó 2–3 naponta rak le egyet. A második tojástól kezdődő kotlás 31–34 napig tart.

A kikelő, 70–80 gramm tömegű kiscólyák csőre fekete (csak később lesz piros), testüket szürkés pehelytollak borítják. Kiszolgáltatottságuk, sebezhetőségük miatt háromhetes korukig az egyik szülő folyamatosan őri a fészket. A szülők az eleséget a fészkek közepére öklendezik és a fiókák innen szedik fel, míg itatáskor a vizet a fiatalok felfelé tartott csőrébe



A gólyák lassú szárnycsapásokkal vagy kihasználva a termikeket (felszálló légáramlatokat) siklóval repülnek

csurgatják. A népmesék nyomán a közhiedelem úgy tartja, hogy a gólyák csak kígyót és békát esznek. Valójában a madár étrendjében az előzőek mellett megtalálható a földigiliszta, a pióca, a szöcske, a sáska, a mezei egér, a vakondok és a földön fészkelő madarak tojásai, valamint azok fiókái, tehát megállapítható, hogy széles táplálékspektrumú fajról van szó. Kánikula esetén a szülők vízzel locsolják kicsinyeiket. A fiókák négyhetes koruk körül állnak fel a fészkekben, de a repüléshez még egy hónapot várnuk kell. A szárnypróbálgatások nyomán edződő szárnyizmok és a kialakuló megfelelő tollazat a világra jöveteltől számított 50–55. nap táján repítik a fiatalokat először a fészkekről a szomszédos oszlopokra, háztetőkre és kéményekre, később pedig a táplálkozó területekre. A kirepülés után egy ideig még visszajárnak éjszakázni a fészkekre. A szülők általában még két hétig gondoskodnak utódaikról.

A réteken, mezőkön, vízjárásos területeken augusztus közepétől gyülekező-összeálló, majd szeptember első felében útnak induló fehér gólya csapatokra 2000-tól akár 10 000 kilométerig terjedő, számos veszéllyel terhelt vonulás vár. Röptük erősen függ a felszálló meleg légáramlatoktól, ezért első-

sorban nappal és szárazföld felett repülnek (a tenger nehezebben melegszik fel, ezért ott a termékek kialakulásának feltételei rosszabbak). Ennek megfelelően a gólyák megkerülik a Földközi-tengert: az Afrikába vezető két útvonal a Boszporusz és a Gibraltári-szoros felett vezet, majd a Saharától délre fekvő területeken telelnek.

A statisztikák szerint a fiatal madarak több mint fele nem éli meg a hároméves kort. Ez azért figyelemre méltó adat, mert ezek a példányok még nem szaporodtak (3–4 éves korban kezdenek csupán költeni). A nem ivarérett madarak kóborolnak, egy részük Afrikában marad. A Magyarországon természetes körülmények között bizonyítottan leghosszabb életkort megért gólyát a fészkekben történő gyűrűzés után 19 évvel találták meg elpusztulva. A fehér gólya fokozottan védett, természetvédelmi értéke 100 000 Ft.

A gólyafelmérésekről

Napjainkban az ember számára egyre inkább nem pusztán a létfenntartásához szükséges tevékenység számít, hanem környezetének és a természetnek óvására, védelmére is egyre nagyobb hangsúlyt fektet. Az ezzel kapcsolatos tevékenységek sorába



A jelenlévők testközelbe kerülhetnek a fészkekből lehozott fiókával. Szerencsésnek érzem magam, hogy részt vehettem a 2013-as évi Gólya Road Show programsorozat lebonyolításában és szervezésében. (A kép forrása: www.bacsalmas.hu)

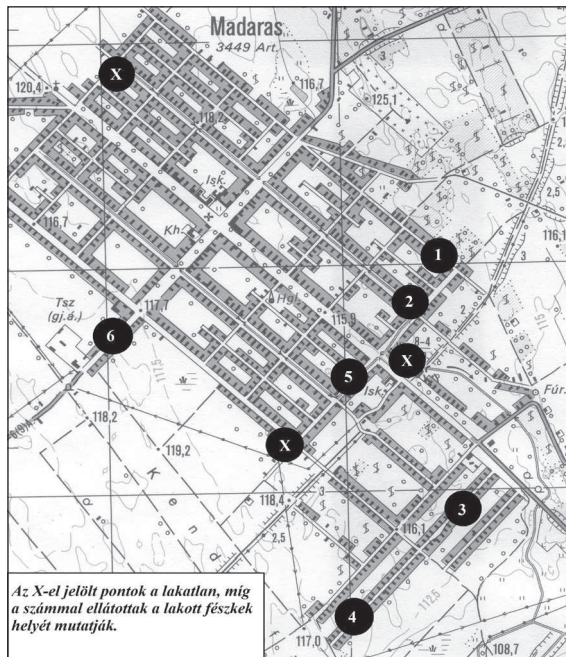
illeszkedik a fehér gólya védelmére. A madár egyedszám-csökkenése a XX. század első évtizedeiben már észrevehető volt. A Magyarországon 1941-ben szervezett álló-

mányfelmérés szerint 15 000–16 000 fészkelő pár volt határainkon belül, a II. világháború miatt az 1950-es évek elejére a becslések szerint megfeleződött a számuk. Az 1958-ban történt felmérést követően ötévente került sor az állomány újabb megszámlálására. Néhány évvel ezelőtt a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (MME) létrehozta a <http://golya.mme.hu> internetcímen elérhető adatbázist, amely több mint 11 000 fészkek adatait tartalmazza.

Az illetékesek egyre inkább felismerték, hogy a monitoring mellett a hatékony gólyavédelem alapja a madár fészkelési lehetőségeinek biztosítása-gyarapítása és az ebben történő előrelépés. Az MME központja fém tartókosarak gyártásába kezdett, az elsőket 1970-ben készítették, amelyeket a megfelelőnek vélt helyeken az akkori áramszolgáltató vállalatok szereltek fel (10 év alatt közel 3000 darabot helyeztek ki).

Napjainkra már tradíció az MME által minden évben megrendezett Gólya Road Show programsorozat. A rendezvény alkalmat ad arra, hogy az érdeklődők testközelből tekinthessék meg a gólyafiókákat és gyűrűzésüket. Az egész országra kiterjedő program részeként a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatósága (KNPI), a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (MME) és Bácsalmás Város Önkormányzata szervezésében az illetékes szakemberek 2013. június 24. 25. és 27-én Bácsalmáson és környékén látványos fehér-gólya-gyűrűzéseket végeztek. Az időpont kiválasztásában fontos szerepet játszott, hogy a fiókák ekkortájt érik el a jelöléshez szükséges optimális fejlettséget. A háromnapos program keretében a szakemberek 21 gólyafészket kerestek fel és összesen 63 fióka lábára került jelölés. Külön öröm számomra, hogy a falumban született gólyafiókák is kaptak ornitológiai gyűrűket. Az ettől kezdve magukat a tudománnyal egész életükre elkötelezett madarak színes gyűrűinek méretei teszik lehetővé a távcsöves leolvasást, így a későbbiekben a gólyák befogás nélkül azonosíthatók.

Észak-Bácskában végzett gólyafelmérést 1999-ben és 2001-ben Rékási József. A vizsgált helyek közül a Madarastól nem túl messze fekvő homokos talajú és csatornával nem rendelkező Bácsszőlősn és Csikérián nem volt fészkelés, Mátételken vízlecsapolás mi-



A fészkek falun belüli elhelyezkedése jól mutatja, hogy a környezetben a gólyák merre találnak táplálékot. A falutól délre fekszik a közlegelő a Kígyósfőcsatornával, amely megfelelő vizes élőhely. A község északi végén csak egy pár rakott fészket. Madarast a másik három oldalról mezőgazdasági művelésű táblák veszik körül, ezeken csak alkalmanként találhatnak a madarak elegendő táplálékot

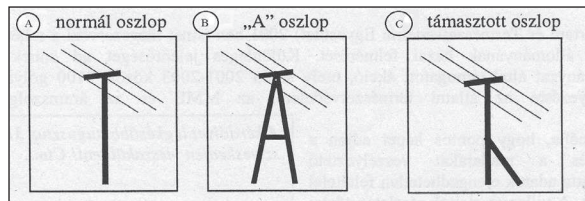
att maradtak el a gólyák. Érdekességként cikkében megjegyezte, hogy az utóbbi település akácfaára rakott fészkeiben 1975. július 2-án gyűrűzött madár 1976. január 21-én 8918 kilométerrel távolabb, a Dél-afrikai Köztársaságban lévő Fokváros melletti Georg District helység lucernaföldjén vegyszerezés miatt elhullott. Rékási József megállapította, hogy a kéményekben történő fészkelés megszűnőben van (öltetőn, szalmakazalon, emlékművön, templomtornyon már nem volt fészkek, Bácsszentgyörgyön volt egy akácfaára rakott), és a párok egyre nagyobb számban költöztek át a kifestésű villamos hálózatok oszlopaira. Vizsgálatai szerint Madarason 1999-ben 7, míg 2001-ben 9 gólyapár fészkelte.

Fehér gólyák Madarason

Madaras a Duna-Tisza közének déli részén, a magyar-serb országhatár mellett fekszik. Térszerkezetén jól látszik, hogy telepített falu, valamint földmérő tűzte ki egyenes és egymással párhuzamos utcáit (a török kiűzésének idején elnéptelenedett falu betelepítése 1787-ben történt). Madaras és a közeli országhatár között, a Telecskai-dombok lábánál folyik a szabályozott Kígyós-patak (a faluban többnyire Sáncknak nevezik), amely a környező löszpusztagyepes községi legelelvel a fehér gólyák számára megfelelő táp-

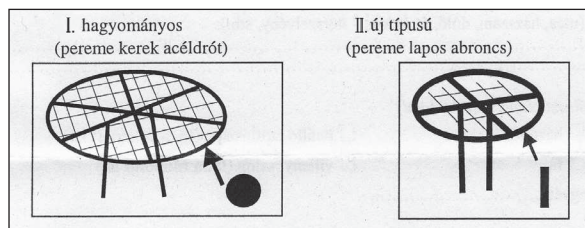
lálkozó területet nyújt. Felméréseim szerint Madaras belterületén jelenleg 9 gólyafészék található. A következőkben az aktív (a fehér gólyák által 2013-ban lakott) költőhelyeket tekintem át.

A madarasi lakott fészkek fa (1) vagy vasbeton (2) villanyoszlopon találhatók, egyet raktak kéményen (kazánkéményen), amely jelenleg lakatlan. Az első kettő típusait a feldolgozásban A, B és C betűvel jelöltem (például az A2 vasbetonból készült normál oszlopot, a B1 pedig faanyagú „A” oszlopot jelent):



A fészket tartó villanyoszlopok alak szerinti típusai

Az alkalmazott fészektartók típusai:



Az I. típusnál a perem kör keresztmetszetű acéldrót, a II. típusnál lapos abróncs (utóbbi az újabb gyártású)

Az egyes fészkekről az utóbbi években felvett adatok összefoglaló táblázata:

Az 1. számú gólyafészék az Árpád vezér utca 41-es ház előtti villanyoszlopon található. 2010 nyarán két fióka kiesett a fészekből, de nem történt bajuk. A közelben élő madárbarát család a fiatalokat szerencsésen visszahelyezte a fészkelőhelyre. 2013-ban április 8-án érkezett meg a gólyapár a faluba. Érdekességek a korábbi évek (2011–2012) megfigyelési adatai: ebbe a fészekbe érkeznek meg és ebből repülnek ki legutoljára a madarak. Például 2012-ben a faluban átlagosan március végén, viszont ebbe a fészekbe április 7-én érkeztek a gólyák. 2013-ban két fiatal gólya született és repült ki, de a korábbi esztendőkhöz képest ez kevesebb fiókaszámot jelent. Az „A” oszlopon lévő hagyományos tartókosárral ellátott fészék napjainkra instabillá vált, tehát ennek a helyreállítása-megerősítése szükséges a közeljövőben.

Az 1996-ban épült, körülbelül 60 centiméteres magasságot meghaladó 2. számú fészék a Kossuth Lajos utcában, az 56-os ház előtt található. A madarak lakhelyét nem tartja magasító kosár, ami kedvezőtlen időjárásnál (például nagy szélnél) gondot okozhat. A gólyák által lakott villanyoszlop környékén található egy nagyfeszültségű transzformátor, ami szintén veszélyt jelent a bizonytalanul repülő fiókák számára. 2013-ban ez az



Az Árpád vezér utcában az egyik szülő a fészekben maradván, míg a másik a közeli villanyoszlopra átrepülve biztatja-tanítgatja a fiókáit a repülésre

egyik olyan fészék, ahol 4 kisciója jött a világra és kapott végül szárnyra. A szülők gyakran a közelben lévő árkokból visznek gyíkokat, siklókat eleségül a fiókáknak és száraz füvet a fészék tatarozásához.

A 3. számú fészék a Tánicsics utca 27-es lakóház előtti villanypóznán épült. Érdemes megjegyezni, hogy 2000-ben egy gólyafészék ugyanebben az utcában a 31-es szám előtti oszlopon volt, de az ott élőket zavarta és 2006-ban megrongálták, ezáltal akadályozták a madarak további fészekrakási lehetőségét. A jó érzésű és madárszerető utcabeliek a fészektar-

Fészék száma	1	2	3	4	5	6
Fészék tartója	villanyoszlop	villanyoszlop	villanyoszlop	villanyoszlop	villanyoszlop	villanyoszlop
Oszloptípus	B1	B1	B1	A1	B1	A2
Fészektartó típusa	I.	nincs	II.	I.	I.	II.
Kirepült fiókák száma	2011	3	1	3	–	3
	2012	4	3	3	–	3
	2013	2	4	4	2	3
Fészék állapota	kissé megdőlt	megdőlt	jó	jó	jó	jó
Fészékátmérő (cm)	90	100	130	100	110	80
Fészékmagasság (cm)	50	60	40	40	40	40
Fészéképítés éve	1995	1990	2006	2007	1992	2005
Egyebek	–	–	2006-ban a fészék áttelepítve	–	–	–

tót részben megjavítva áthelyezték a 27-es számú ház előtti végoszlopra. A fészket nagysága és instabilitása miatt 2013. április 2-án (a gólyák érkezése előtt két nappal) a Kiskunsági Nemzeti Park munkatársai eltávolították és a helyére az új típusú fészkekmagasító állványt szerelték. A hosszú vonulási útról megérkező hím madár – 2013. április 4-én – nekilátott az új lakhely építéséhez és azt a közben megérkező a tojóval együtt fejezte be. A gólyaszülők 2013-ban négy fiatalat neveltek fel. Említésre érdemes, hogy az eredetileg öt fióka közül május végén az egyik elpusztult. A faluban ebből a fészkekből repültek ki legelőszőr – 2013. július 16-án – a fiókák.

A 4. számú fészkek a Tánacsics Mihály



A fiatal madarakra a fészkekben is sok veszély leselkedik: a képen látható fészkekben bálázó zsineg és textilzák maradványok voltak

99-es lakóház előtti villanyoszlopon található. A fészkeknek a biztonságot nyújtó tartókosárral való ellátása szintén a Kiskunsági Nemzeti Park szakembereinek gondoskodását dicséri. A 2007-ben épült fészkekben 2010-ig rendszeresen költöttek a madarak, de a következő két évben (2011-ben és 2012-ben) egyetlen gólya sem volt itt. A szülők sok veszélyes hulladékot – többek között bálázó zsineg- és textilzák-maradványokat – vittek fel a fészkekbe, mely óriási veszélyt jelenthet a fiókák számára. Ezek lenyelése vagy láb- ra tekeredése elpusztíthatja a fiatal gólyákat. A fészkekből 2013. július 21-én két, jó kondícióban lévő gyűrűzött fióka repült ki.

Az 5. számú fészkek a Kinizsi Pál utca 2-es lakóház előtt található. Az „A” típusú, stabil villanyoszlopon a jó állapotban lévő hagyományos fészektartó és a vezeték-ek alsó kötése biztonságot nyújt a gólyák számára. 2013-ban a hím madár március 28-án érkezett a faluba és szorgalmasan elkezdte a téli viharok által megviselt fészkek tatarozását. A tojó megérkezésével nekilátta a „családalapításhoz” és három egészséges fiatalat neveltek fel. Ennél a fészkeknél gyakran láttam, hogy „idegen” gólyák repülnek a madárlakra és ilyenkor az események „gólyaveredéssig”, azaz a fészkek

tulajdonjogáért, fajultak el. Adatgyűjtéseim során értesültem arról, hogy a Kinizsi Pál utcai gólyák a szomszédos udvarba leszállva ritkítják a csirkeállományt. Az egyik Kinizsi Pál utcai fióka 2013. július 20-án a repülés közben beakadt egy ereszcatornába. A szintén ebből a fészkekből kirepült fiatal gólya a bajba jutott testvére segítségére érkezett, de amikor a közelben lévő trafóra rászállt, áramütést szenvedett és elpusztult. A helyszínre érkezésemtől kezdve a segítőkész utcabeliekkel sikeresen kiszabadítottuk, majd az elhullott fióka lábáról eltávolítottam a jelölőgyűrűket és a közelben élő család eltemette a szerencsétlenül járt madár tetemét.

A 6. számú fészkek Madaras keresztirányú főutcajában, a Katymár felé vezető úton a Dózsa György utca 64-es lakóház előtti betonpóznán található, melyet egy új típusú fészektartó állvány tart. A 2005-ben épült gólyafészkekben minden évben rendszeresen költenek a madarak és egészséges fiókákat nevelnek fel. Az itteni gólyák sincsenek biztonságban, mert a szomszédos



A Kinizsi utcai fiókák éppen a gondoskodó szülők által szerzett táplálékot fogyasztják el

családi ház előtt egy nagyfeszültségű trafó van. Az elmúlt három év (2011–2013) alapján várható, hogy ezek a gólyák érkeznek meg leghamarabb a faluba. 2013-ban március 27-én jött meg a hím madár, majd négy nap különbséggel a tojó is. Ugyanebben az évben három fióka született, de ebből mindössze kettő repült ki. Az egyik szülő az elpusztult (körülbelül 4



A Dózsa György úti fészkekben a három kisgólyából kettő maradt életben

hetes) fiatal madár maradványait egy hét után kidobta a fészkekből. A gólyák megfigyelése közben ennél a fészkeknél láttam, hogy etetési időszakban az egyik szülő egy vakondot vitt a csőrében a fiókák- nak táplálékul.

Madármegfigyeléseim során az egyik Dózsa György és Kinizsi Pál utcai (HT 76-os és HT 78-as gyűrűszámú) kirepült fiatal 2013 augusztusában a Bajától délnyugatra fekvő Pandúr-szigeten láttam. Úgy tűnik, hogy a fészket frissen elhagyó gólyák sikeresen találják meg az árvíz levonulása után visszamaradó, gazdag táplálék választékot kínáló vizeket-területeket.

Összegzés

Adataim szerint a jelenleg aktív fészkekből 2011-ben 13, 2012-ben 14, míg 2013-ban 17 fiatal gólya repült ki. A kirepült madarasi gólyák száma mellett eggyel növekedett a falubeli költőpárok aránya is (2011-ben 5, 2012-ben 5, majd 2013-ban 6), miközben a fészkenkénti fiókaátlag közel állandó (2011-ben 2,6; 2012-ben 2,8 és 2013-ban 2,83).

Megfigyeléseim szerint, a madarasi fehér gólyák 2013-as évi érkezése nem változott az eddigi évek- hez képest, ugyanis átlagosan március végén foglalták el a fészkeket a madarak. Adataim szerint ugyanebben az évben 3 fiókapusz- tulás történt (1 születéskor, 1 ismeretlen ok, valamint 1 áramütés).

Az utóbbi időszakban megnövekedett a fehér gólyák pusztulási száma. A gólyák először fákon, később pedig öltetőkön és kéményeken fészkeltek, majd át kellett települniük a villanyoszlopokra. Ennek következtében az eddigieknél is több veszély leselkedik a madarakra. Egyes fészkek kö-

zelében transzformátorok vagy felső átkötési vezetékek vannak, ezek átalakítása (szigetelése, burkolása) jelentősen csökkenthetné a gólyák pusztulásának számát. Megfigyeléseim szerint ezek a madarak előnyben részesítik a stabilabb oszlopokat, többnyire a fészkek A-típusú tartókon találhatóak. Érdekeség, hogy a madarasi gólyák a falu déli részén (az északi részhez képest) aktívabban vernek tanyát és költenek. Bizonyára az élelemforrások készítették őket a település ezen részének kiválasztására. A legtöbb madár mellett a gólya is bioindikátor faj, mert az aktív fészkek jelentős csökkenése mutatja, hogy a táplálkozó területen valamilyen kedvezőtlen változás következett be. Egyes gólyafészkek közelében – például a Táncsics és a Kossuth utcában – lehetnek bepépülési akadályok (fák és kábelek), erre a későbbiekben oda kell figyelni. A fészekmagasító kosarak felszerelésével és a régiiek (elhasználódottak, elkorrodálódottak) lecserélésével a pusztulások száma tovább lenne csökkenthető. Érdemes megszívlelni: ha a gólya a házunk közelében álló póznára települ, akkor ahelyett, hogy elzavar-nánk, tekintsük azt természeti értéknek és

vigyázzunk rá, továbbá segítsük költését. Számuk figyelemmel kísérése érdekében gyűrűzni érdemes a gólyákat, ezért fontos lenne a jövőben is a Gólya Road Show programok rendezése Bácsalmáson és környékén.

A fehér gólyák az általános felfogással szemben nem a hideg időjárás, hanem az esztendő bizonyos időszakában kialakuló táplálékhiány miatt vonulnak a kedvezőbb adottságú területekre. Hazánkban mostanában esetenként enyhébb a tél – rövidebb a fagyos (hóval borított és a vizek jégfedését okozó) időszak és kisebb a hóvastagság – ennek következményeként egyes fehér gólyák felvállalják az áttelelés kockázatát, és itt maradnak. Ők a be nem fagyó vizekben keresik a mindennapi betevőjüket (esetenként ráfanyalodhatnak a kommunális hulladéklerakókra), de elfogadják az emberek gondoskodását is: kisebb halakkal, nyers húsdarabokkal etetik őket. A fűtésből kiáramló hő miatt melegedni a kéményekre repülnek. Ha egy-egy madár annyira legyengül, hogy nem tud előlünk felszállni, akkor az illetékesek segítségével be kell gyűjteni, és menhelyre kell szállítani.

Bízom benne, hogy munkámmal hozzá-

járulok a fehér gólyák jobb megismertetéséhez és a védelmi intézkedések megalapozásához. Úgy gondolom, hogy a fészkelő illetve a táplálkozó helyek megóvásával tovább gyarapítható nemcsak a falumban fészkelő, hanem a Kárpát-medencében élő gólyaállomány is. ♦

A szerző az Önálló kutatások, elméleti összegzések kategória harmadik díjasa

Irodalom

- Chernel István: Magyarország madarai. Budapest, 1899
- Lovászi Péter: A fehér gólya védelme. Madártávlat 2005/2. 4-9. oldal
- Lovászi Péter: Bemutatkozik az MME fehér-gólya-védelmi programja. Madártávlat, 1998/2. 6-7. oldal
- Lovászi Péter: 1999 – a fehér gólya védelmének éve. Madártávlat, 1999/1. 5-6. oldal
- Rékási József: Gólyák Észak-Bácskában. Madártávlat, 2001/5. szám 6. oldal
- Varga Lajos: Gólyákról. Madártávlat, 1994/3. szám 12. oldal

Nyári napközis csillagászati tábor a Planetáriumban

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat csillagászati intézménye, a TIT Budapesti Planetárium idén nyáron is indít 1 hetes csillagászati tábort 8-14 éves kor közötti gyermekeknek. A táborban a gyerekek a csillagászat, a fizika és a matematika világába nyerhetnek betekintést. Figyelünk arra, hogy az oktatás során játékos interaktív formában sajátítsák el a gyerekek a természettudomány tárgyköréhez kapcsolódó információkat.

Időpont: 2014. június 23-27. (5 nap)

Helyszín: TIT Budapesti Planetárium, Budapest. X. ker. Népliget

Részvételi díj: 18 900.- Ft (A részvételi díj tartalmazza a kiállítások és múzeumok belépődíjait, illetve a napi háromszori étkezést. Az étkezés kapcsán a speciális igényeket, szokásokat kérjük előre jelezni.)

Programok:

- interaktív csillagászati programok
- csillagászati előadások
- vetélkedők csapatjátékok
- kirándulások: MTA Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet, TIT Uránia Csillagvizsgáló, Természettudományi Múzeum

Jelentkezés: A táborra jelentkezni, valamint bővebb információkat kérni a TIT Budapesti Planetárium szervezésén, a 1/263-1811 (H-Cs 8.00-17.00, P 8.00-14.00), vagy a planetarium@planetarium.hu e-mail címen lehet.

Jelentkezési határidő: 2014. június 16.

A XXIV. Természet–Tudomány Diákpályázat pályázati felhívása

Útmutató a diákpályázat benyújtásához

Természettudományi 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 pontos címét irányítószámmal együtt 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 2014. 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.).

Természettudományos múltunk felkutatása (I)

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

2. A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi emlékek 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 összegzések (II)

Önálló kutatáson a természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében végzett diák-kutatások bemutatását értjük. Különösen örülnénk az egyéni, fiatalos, a cikkírók alkotó gondolataiból kifejlesztett kutatásokról szóló élvezetes és szakszerű beszámolóknak.

Az elméleti összegzések is önálló kutatásokat kívánnak meg. Azoknak javasoljuk, akiknek nincs lehetőségük a természet önálló kutatására, de örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok végeláthatatlan tárházában, és képesek onnan elővarázsolni, megmutatni a Természet Világa olvasóinak a tudomány újdonságait.

Szeretnénk elérni, hogy a pályázók a könyvtárakban, a világháló révén, a laboratóriumi-gyakorlati látogatások alkalmával és más módon szerzett értesüléseiket csak forrásként – vagyis nem saját alkotásként! – használják fel. A szerkesztőség és a bírálóbizottság fontosnak tartja, hogy a diákok és a felkészítő tanárok a Természet Világát tekintsék a dolgozat első megmértetési lehetőségének.

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 tanítvá-

nyaiknak. Ne feledjék, hogy a diákpályázat cikkírói pályázat is, ezért a dolgozatokat úgy kell megírni, hogy annak tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. Ennek elősegítésére és a bírálóbizottság munkájának megkönnyítésére a pályamunkák irodalomjegyzékkel, benne a forrásmunkák megjelölésével fejeződjenek be! A szó szerinti idézetek forrásának fel nem tüntetése etikai vétség, és a dolgozatnak az értékelésből való kizárásával jár.

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

Díjazás mindkét (I–II.) kategóriában:

1–1 db I. díj 30 000–30 000 Ft
2–2 db II. díj 20 000–20 000 Ft
3–3 db III. díj 10 000–10 000 Ft,
valamint számos különdíj.

A pályázat díjait 2015 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban közzétesszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2015-ben lapunkban folyamatosan megjelentetjük. 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 diákjait bátorítsák a pályázatunkon való részvételre, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget a kidolgozandó témakörök kiválasztásához.

A 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 természettudományos 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: 25 000 Ft,
- II. díj: 15 000 Ft,
- III. díj: 10 000 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.

Randi a különdíjra az alábbi ajánlások tette:

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

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).

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 érzi 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.

Felajánlásom a hagyományos díjakkal együtt is odaítélhető, amennyiben a bizottság azt úgy látja helyesnek.

Küöldíjammal szeretnék hozzájárulni a magyar diákok kritikai gondolkodásának fejlődéséhez.

A szerzők szíves hozzájárulásával mindent el fogok követni, hogy a díjnyertes, valamint még néhány arra érdemes pályaművet lefordíttassam és megjelentessem egy színvonalas amerikai folyóiratban.

Matematikai különdíj

Martin Gardner, a kiváló amerikai matematikus emlékét őrzi ez a különdíj. Küöldíjára az alábbi irányelvek vonatkoznak.

A középiskolások pályázhatnak bármilyen, a matematikával kapcsolatos önálló vizsgálódással. Itt nem valamilyen új tudományos eredményt várunk, hanem olyan egyéni módon kidolgozott és felépített ismeretterjesztő dolgozatot, 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, előadás 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 veszi minden egyéni ötletet és kezdeményezést.

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

Díjazás:

- I. díj 25 000 Ft,
- II. díj 15 000 Ft,
- III. díj 10 000 Ft.

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 tanárait díjazza.

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 *Biofizika-biokibernetika* és az *Orvostudományi különdíj* pályázati kiírását következő számunkban közöljük.

A Természet Világa szerkesztősége és szerkesztőbizottsága

RÉGEBBI SZÁMAINK ÁRA

Tájékoztatjuk kedves Olvasóinkat, hogy a 2013. évi és az azelőtti lapszámaink kedvezményesen, 500 forintos áron megvásárolhatók kiadónkban (Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, 1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.).

Szegő Gábor nevével

Iskola az Alföld szívében, a Tisza partján



Szegő Gábor

ködtetőnk, Szolnok Megyei Jogú Város Önkormányzata egyetértésével iskolánk 2013. szeptember 1-jétől büszkén viseli Szegő Gábornak, a XX. század nagy matematikusának a nevét.

Miért éppen Szegő Gábor?

Érdekes történet. Szolnok Város Önkormányzatának javaslatára felkereste iskolánkat Kmetykó András békéscsabai matematikatanár, aki harminchat évig tanította diákjait a matematika szeretetére, és az általa szervezett matematikakonferenciák segítségével közelebb hozta a tudományt az emberekhez. Ő elhatározta, Szegő Gábor matematikus munkásságának úgy állít méltó emléket, hogy keres egy olyan iskolát, amely valamilyen módon kötődik a nagy tudóshoz, és méltóképpen viselheti a nevét. A Jász-Nagykun-Szolnok várme-

Diákok az iskolájuk névadó ünnepségén



Intézményünk Szolnok belvárosi iskoláinak egyike, a Tisza-parti városrészben helyezkedik el. Iskolánk létrejöttének alapja az 1880-ban alakult kétszötályos községi felső népiskola volt, ebből fejlődött ki a községi polgári leányiskola, melynek első osztálya 1898. szeptember 8-án indult.

A tanítás a régi kaszinóépület tánctermeiben kezdődött meg. Az állam 1902-ben vette át az akkor már négyosztályos sa fejlődött polgári leányiskolát.

1913-ban állami támogatással készült el iskolánk szecessziós stílusú épülete Rerrich Béla tervei alapján. A há-

Vöröskereszt kórháza számára adták át.

A tanítás a háborús évek után töretlenül folyt, az iskola példásan töltötte be hivatását. Az 1949/50-es tanévben az intézmény megnyitotta kapuit a fiúk előtt is. Az ekkor már Koltói Anna Úti (Általános) Iskola nevet viselő intézmény a város egyik vezető szerepet játszó, elismert általános iskolájává fejlődött.

A színvonalas oktatás mellett kiemelt szerepet kapott a sport is. 1972-ben vezettük be a sporttagozatot és a mindennapos testnevelést, melynek célja az egészséges életmód támogatása mellett az élsport utánpótlásának nevelése volt.

A rendszerváltozás után ismét névváltoztatásra került sor, a tanulók most már a Belvárosi Általános Iskola padjaiban ültek.

2004-től holland mintára építettük ki a belső gondozói rendszert, mely matematika és anyanyelv területén követi nyomon a tanulók egyéni teljesítményét, fejlődését.

A 2013 márciusában elfogadott pedagógiai programunk hagyományainkra, erősségeinkre építve új irányvonalként a természettudományos oktatás erősítését tűzte ki célul. Ennek megfelelően alakítottuk ki a következő öt évre programunkat: természettudományos tantárgyak magasabb órászámú oktatása, természettudományos gyakorlatok felmenő rendszerű bevezetése, a matematika és az idegen nyelvek nívócsoportos oktatása, tehetség-gondozás, ezekhez szükséges módszertani kultúra fejlesztése.

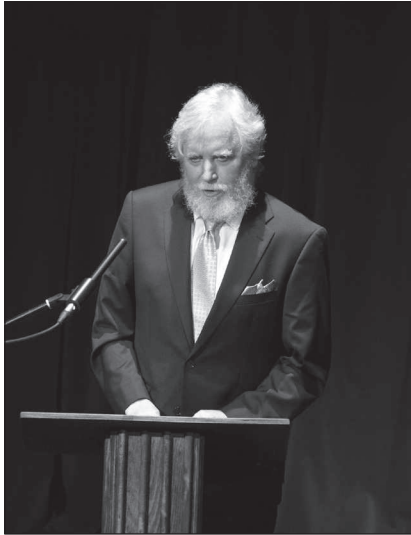
Szerettük volna az intézmény arculatát iskolánk nevében is jelezni, ezért közvetlen és közvetett partnereink javaslatára, fenntartóink, a Klebelsberg Intézményfenntartó Központ és mű-



Az általános iskola egykor, és ma



ború miatt csak 1914 őszén foglalhatta el az iskola új, impozáns, kétemeletes épületét, de nem sokáig. Az első és második világháború éveiben az épület földszinti és első emeleti helyiségeit a



Az Abel-díjas Szemerédi Endre méltatta Szegő Gábor munkásságát

gyei, kunhegyesi születésű Szegő Gábor Szolnokon, a Verseghy Ferenc Gimnáziumban érettségizett. A budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen, majd a Bécsi Egyetemen végzett tanulmányai után hosszú és tekervényes út vezetett Kaliforniáig. Stanfordban lett tanszékvezető professzor, ahol Pólya Györggyel együttműködve világhírű matematikai iskolát teremtett.

Nagy megtiszteltetésnek vettem Kmetykó András javaslatát arra vonatkozóan, hogy az iskola új arculatát az intézmény neve is fémjelézhesse.

Szegő Gábor nevének említése személyesen is érintett kunhegyesi származásom révén, ugyanakkor gyermekeink évek óta sikerrel részt vesznek a szolnoki Verseghy Ferenc Gimnázium által szervezett Szegő Gábor Matematikaversenyeken.

Számomra nem volt kérdés, hogy a javaslatot képviseljem. A jogszabályban meghatározott egyeztetési és véleményezési eljárásokat elvégeztük, a támogató környezetnek köszönhetően a Szolnoki Belvárosi Általános Iskola új neve Szegő Gábor Általános Iskola lett.

A névadó ünnepség

A 2014. április 25-én megtartott névadó ünnepségünk példaértékű összefogás eredményeként született. Szülőkből, nevelőkből álló kis csapatunk folyamatosan készült a nagy napra. Terveztett,

szerveztett, vendégeket hívott, műsort készített. Olyan ünnepségre készültünk, melynek részesei, szereplői lehetnek az iskola volt és jelenlegi dolgozói, szülei, tanítói. Olyan ünnepségre, amely bemutatja iskolánk sokszínű világát, és igazán méltó ehhez a nagyszerű eseményhez. Támogatókra találtunk a város falain belül és kívül.

Szolnok önkormányzata új térburkolattal, kerékpártárolóval, gyönyörű előkerttel lepte meg az iskolát a neves esemény alkalmából. A Klebelsberg Intézményfenntartó Központ Szolnoki Tankerülete Szutorisz-Szügyi Csongor vezetésével a szervezésben segédkezett. A szolnoki Szigligeti Színháznak, a színház igazgatójának, Balázs Péternek köszönhetjük névadó ünnepségünk csodás helyszínét.

Kmetykó András úr biztatására mertünk nagyokat álmodni, vendégeket hívtunk a Magyar Tudományos Akadémiáról, az Eötvös Loránd Tudományegyetemről.



A diákok a színpadon is kitétek magukért

Iskolánk díszvendégeként és fővédnökeként köszönhetjük körünkben Szemerédi Endre Abel-díjas matematikust, akadémikust és Szemerédi Kepes Anna egyetemi tanárt, Szegő Gábor rokonát. Vancsó Ödön egyetemi adjunktus az ELTE TTK Matematikai Intézetének képviseletében érkezett hozzánk. A műsort Simon Erika, a Szigligeti Színház korrepetitora állította színpadra. A meghívót, a díszleteket, az iskolazászlót Dér Krisztina tanárnő és Dér János szülő tervezte.

Felgördült a függöny

Az iskola 7. osztályos tanulóinak palotásával kezdődött az intézmény névadó ünnepsége, majd az iskola történetével ismertette meg a közönséget a műsorvezető, Molnár Róbert. Szemerédi Endre akadémikus köszöntőjében hosszan méltatta Szegő Gábor munkásságát, kiemelve a Stanford Egyetemen végzett tevékenységét.

A magyarbódi népdalokkal a közönséget elbűvölő testvérpár után Szemerédi

Kepes Anna, Szegő Gábor rokona idézett fel néhány kedves történetet a matematikus életéből. A kiváló tudóst mint embert ismerhettük meg Anna asszony szavaiból.

A teljes Szegő-életrajzot bemutató három nyolcadikos fiú után a Magyar Televízió „Magyar Tudósok” sorozata segítségével színpadra idéztük a nagy tudóst. A „Kezdetben számomra is nehézséget okozott a matematika...” szavakra csillantak a gyermekszemek, majd a „De aztán voltak tanárainm...” kezdetű gondolatcsorogás ment a helyére tett.

Kállai Mária kormány megbízott, a Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Tehetségsegítő Tanács elnöke ünnepi köszöntőjében személyes élményeiről beszélt, melyet mint „Koltóis” diák élt meg, mikor az intézménybe járt matematika tagozatra. Szeretettel emlékezett vissza tanáira, az iskolára. Biztató szavait egy egész gyermekcsapat köszönte meg „Kölyökcsapat” című táncos-zenes produkcióval, melyre a gyerekeket Balázsffy Alexandra, a Szigligeti Színház balettművésze készítette fel.

A II. felvonást a hetedikesek ritmusjátéka indította, Manfred Menke: Eine kleine Tischmusik című művének részletét dolgozták fel.

Vancsó Ödön egyetemi adjunktus előadásában nagy lelkesedéssel beszélt a szegői életműről, kiemelve Pólya György–Szegő Gábor: Feladatok és tételek az analízis köréből című híres kétkötetes művét.

Felvetette egy együttműködés lehetőségét az ELTE és iskolánk között, amellyel mi nagyon szeretnénk élni.

A továbbiakban a Szoldance Táncsport Egyesület produkciói szórakoztattak bennünket Püspöki Dávid és Markó Ágnes vezetésével. Krajczár Zsolt előadómű-

Kalmárné Szász Julianna igazgatónő az új iskolazászlóval



vész-tanár volt belvárosisként örömmel fogadta el meghívásunkat. Gitárjátéka elkápráztatta a közönséget, melyet növendékével, Kálmán Lillával, a Verseghy Ferenc Gimnázium tanulóival adott elő.

Rendezvényünk legmeghatóbb része következett, amikor ünnepélyes keretek között Szalay Ferenc, Szolnok város polgármestere zászlót adományozott az intézménynek, hangsúlyozva ezen jelkép fontosságát a gyerekek, az iskola, a város életében.

És egy meglepetés! A Szegő Gábor Általános Iskola alkalmazotti közössége és diákönkormányzata Szegő Gábor Emlékérmet alapított az intézményért végzett kiemelkedő szakmai, tudományos, közösségi, sport, gazdasági tevékenység elismerésére. Az emlékérmet minden évben egy alkalommal, az SZMSZ-ben meghatározott szabályok,



Kmetykó András matematikatanár átveszi a Szegő Gábor Emlékérmet (Sebestyén János felvételei)

kritériumok alapján ítéljük oda annak a személynek, aki kimagasló tevékenységével öregbítette közösségünk, iskolánk hírnevét. Az elismerés egy éremből (melyet Pogány Gábor Benő szobrászművész készített) és egy odatévést ta-

núsító oklevélből áll, melyet alkalomhoz illő eseményen adunk át.

Szegő Gáborért, iskolánkért végzett fáradhatatlan munkájáért a díjat Kmetykó András, békéscsabai matematikatanár vehette át Szalay Ferenc polgármestertől.

Ünnepségünket a Fool Moon vokálegyüttes műsora zárta nagy sikerrel. Hazánkban egyedülállóan a hangszeres kíséret nélküli popzenei (pop-acapella) műfajt népszerűsítik. Az együttes egyik alapító tagja Németh Miklós, aki az iskolánk tanítványa volt.

A rendezvényt követően álfogadásra hívtuk vendégeinket, ahol pohárköszöntőt Szutorisz-Szügyi Csongor, a KIK Szolnoki Tankerületének igazgatója mondott.

KALMÁRNÉ SZÁSZ JULIANNA

Rokoni emlékek

Szemerédi Kepes Anna beszéde

Kedves Ünneplő Közönség!

Szeretettel köszöntök mindenkit. Már nem titok, hogy én miért mondom beszédet, amikor sem állami, sem városi vezető, de még matematikus sem vagyok. A kedves műsorvezető Szegő Gábor professzor rokonaként konferált be. Erre nagyon büszke is vagyok. Dicsekedni is szoktam vele. Csak két ilyen esetet mondanék el.

Az egyik, amikor sok-sok évvel ezelőtt megismerkedtem az akkor fiatal matematikus férjemmel, édesanyám biztatására elmondtam neki, hogy rokonom a nagy Szegő Gábor! Tudomásul vette, de nem villanyozódott úgy fel, ahogy vártam. Ezután kevésbé lelkesen elmondtam neki, tudván, hogy imád focizni, hogy nemcsak Szegő Gábor, hanem így Szegő Gábor unokatestvére, Braun Csibi is a rokonom, aki 27 alkalommal volt a magyar válogatott tagja. Erre már felkapta a fejét. Jó családba fog nőszülni.

A másik dicsekvős történetem már nem annyira régi. Lax Péter Amerikában élő

Abel-díjas matematikussal ebédeltünk, magyar matematikusokról beszélgettünk. A párbeszéd egy része így zajlott:

Én: Képzeld, Péter, Szegő Gábor a rokonom.

Lax Péter: Igen a rokonom.

Én: A mamámon keresztül.

L.P.: Igen, anyai ágon.

Azt hittem, kora miatt nem jól hall, bár ezt még soha nem tapasztaltam nála, azóta is mindig friss. Amikor magyarázni kezdtem rokon kapcsolatomat Szegő Gáborral, Lax Péter is elmesélte, hogy az ő édesanyja Szegő Gábor feleségének, Nusi nének az unokatestvére. Kértem, meséljen Gábor bácsiról. Először munkásságáról beszélt, amit már ismernek, utána a családnál töltött kellemes időkről írt, ezt most fel is olvasom:

Kedves Panni és Endre, még egy pár részlet Szegőékről.

Gábor bácsi nagyon kedves volt hozzám, mindig bátorított, sokat tanultam tőle. Szegőék Los Altosban éltek, ez egy

amerikai méretben kis falu, nem messze Palo Altótól. Ott volt egy szép házuk, kerttel, és egy gyümölcsösük, nagy csomó barackfával. A barackokat minden ősszel egy helybeli magyar származású asztalos leszedte, és főzött belőlük barackpálinkát, amit megosztott Gábor bácsival.

1943 és 1946 nyarat Szegőéknél töltöttem Los Altosban, és nyári kurzusokat vettem Stanfordban. Ez alkalmat adott beszélgetni Gábor bácsival a matematikáról. Nusi néni, Gábor bácsi felesége, édesanyám unokatestvére volt. Megbarátkoztam gyerekeikkel; fiuk, Péter kis accentussal beszélt angolul, de lányuk, Veronika tipikus amerikai teenager volt.

Szegőék barátai főleg matematikusok voltak, elsősorban Pólya György és felesége, aki svájci volt. Szegő különösen szerette Donald Spencer fiatalabb kollégáját, aki később Princetonban lett professzor.

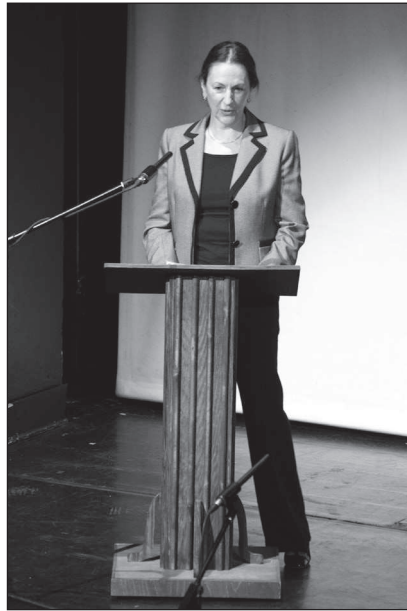
Szegőék minden nyáron meghívták ebédre az összes matematikai doktori diákot. Barackgombóc volt az ebéd végén, és egy verseny, ki tud belőle a

legtöbbet enni; 1943 nyarán én voltam a győztes, 28 gombóccal.

*Kedves, idillikus idők voltak.
Szeretettel üdvözöl,
Péter*

Hogy milyen ember volt Gábor bácsi, arról egy másik unokatestvérünk, Borda Gábor írt, szintén Amerikából.

1959-ben találkozott Gábor bácsival, amikor a New York-i Columbia Egyetemről a Stanford Egyetemre készült. Gábor bácsi segített a felvételihez szükséges papírokat összeállítani. Megkérte Borda Gábort, hogy ne említse a vele való rokonságot. Nem akarta, hogy úgy nézzen ki, mint ha protezsálni szeretné az unokaöccsét. Borda Gábort felvették; a nagyon nehéz matematika vizsga előtt az egyetem könyvtárában talált egy orosz nyelvű matematika példatárat, megoldásokkal. Azt átnézte. Amilyen szerencséje volt, a vizsgán a négy feladatból három ebből a példatárból volt. (A tanár nyilván nem sejtette, hogy valaki éppen ebből az orosz nyelvű könyvből készül fel.) A vizsga utáni nap Borda Gábor telefonhívást kapott a nagybácsitól, aki elmesélte, felhívta a pro-



Kepes Anna

fesszor, hogy érdekességként elmondja, a csoportjában van egy nagyon tehetséges magyar nevű diák, aki kiváló dolgozatot írt, Gábor Bordának hívják. Ekkor Gábor bácsi már büszkén el-

mondta, hogy Borda Gábor az unokaöccse. Ettől kezdve gyakrabban volt ebédvendég Szegőéknél, ahol találkozott Teller Edével és Einstein fiával is.

Iskolai ünnepélyen vagyunk, ezért Szegő Gáborról mint tanárról csak egy anekdotát szeretnék elmondani.

Könnyes szemmel mesélte otthon, hogy tanítványa, a kis Neumann Jancsi milyen eszes. Neumann papának is elmondta, hogy igazság szerint nincs mit tanítania a kisdiaáknak, mert ő már mindent tud. Neumann papa, tudván, hogy milyen kicsi a fizetése a fiatal tanárnak, továbbra is járatta a házhoz, és fizette neki a korrepetitornak járó pénzt.

Így történt, hogy hetenként egyszer-kétszer továbbra is összejöttek Neumann Jánossal, teáztak, matematikáról beszélgettek, hogy milyen problémák léteznek a halmazelméletben, az integrálméletben és más témakörökben.

Biztos vagyok benne, hogy egy ilyen iskolából, ahol ilyen lelkes tanárok és érdeklődő gyerekek vannak, sok kis Neumann Jancsi, Szegő Gábor kerül majd ki, és elviszük a szolnoki iskola hírét a világnak. ■

Emlékezés a problémamegoldóra

Vancsó Ödön köszöntője

Szeretettel köszöntöm az iskola megjelent tanárait, diákjait, a szülőket, valamint összes ünneplő vendégünket. Az előzőekben hallottunk Szegő Gáborról mint matematikusról és emberről egy rokon szemével a Szemerédi házaspár jóvoltából.

Jómagam az Eötvös Loránd Tudományegyetemnek képviselőjeként jöttem, amely annak a Pázmány Péter Tudományegyetemnek a jogutódja, ahol 1912-ben kezdte el matematikusi tanulmányait Szegő Gábor. Az Eötvös Collegium lakója lett. Elsőévesként mindjárt az Eötvös- (későbbi nevén Kürschák-) verseny győztese lett, olyan nagynevű elődök társaságába kerülve, mint a matematikus Fejér Lipót, König Dénes, Kármán Tódor vagy a fizikusként világhírnevet szerző Teller Ede. Egy érdekes, Szegő Gábor jellemét és tisztánlátását mutató megállapítása a következő, in-

terjében elhangzott szövege: Kezdő egyetemistaként megkért Kürschák József, a Műegyetem professzora, hogy foglalkozzak az akkor középiskolás diák Neumann Jánossal. Mire a riporter megkérdezi, hogy milyen volt ez a korrepetálás, a következőt válaszolta: Soha semmit nem kellett Neumannnak tanítani vagy magyarázni, magától azonnal megértett mindent, amit olvasmányként a kezébe adtam. Teázunk és közben matematikáról, problémákról beszélgettünk. Fantasztikus tehetségű diák volt.

Itt, a pesti tudományegyetemen került kapcsolatba mindjárt kezdő hallgatóként Fejér Lipóttal, akinek nagyon sokat köszönhetett pályája indulásánál – természetesen a saját tehetsége és szorgalma mellett –, aki például a Berlinben dolgozó Edmund Landaunak a következő szavakkal ajánlotta figyelmébe mint fiatal tanítványát: „Kedves Landau! Engedje meg,

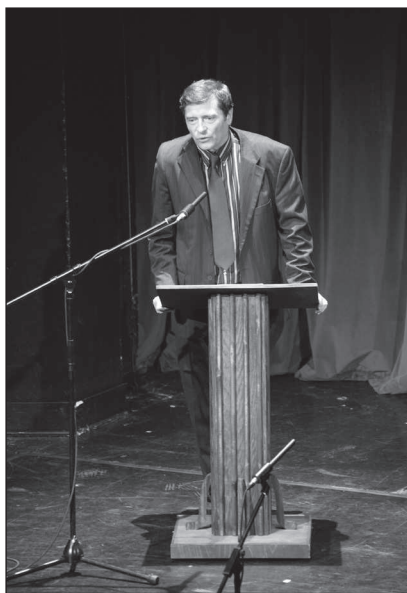
hogy e sorok átadóját, Szegő Gábor urat, nagyon tehetséges tanítványomat, a legmelegebben a figyelmébe ajánljam. Sok szíves üdvözlettel maradok legodaadóbb híve Fejér Lipót”. Az első világháború eléggé beleszólt az életébe: katonáskodás 1915–1918 között, bár ennek ellenére befejezte tanulmányait. Diplomájának másolatát mint megoldandó problémát állítottam magam elé, s remélhetőleg az iskolának, a kiállításra sikerül majd megszereznem.

Az ajánlólevelek megnyitották előtte olyan egyetemek kapuit, mint Berlin, Königsberg (a mai Kalinyingrád) vagy akár Bécs, ahol később a háború után 1918-ban a doktori disszertációját védte meg.

Fejér Lipót mellett még a Pázmány Egyetemen ismerkedett meg a nála nyolc évvel idősebb Pólya Györggyel is. Pólya egyik problémájának megoldá-

sa volt az első matematikai publikációja. Folyamatosan egy később legendássá vált együttműködés és barátság született közöttük (lásd pl. Alexanderson cikkét erről), aminek egyik legkiemelkedőbb gyümölcse a didaktika egyik gyöngyszeme, az analízis hatalmas két-kötetes feladatgyűjteménye, amit azóta is, csak a szerzőket említve, Pólya-Szegő-feladatgyűjteménynek neveznek. Sajátossága a műnek, hogy problémákon keresztül vezet be az analízisbe, szemben a klasszikus elméleti felépítéssel. Előfutárai lettek ezzel a későbbiekben megfogalmazott felfedeztető matematikatanítási módszerek. Erről többek között a német didaktikus, Heinrich Winter írt könyvet „Entdeckendes Lernen” címmel. Maga Pólya talán inkább lett a matematika didaktika úttörője, bár végül ennek a tudománynak első szisztematikus művét nem hozzá, hanem a holland topológushoz, Hans Freudenthalhoz szokás kötni, akinek híres könyve a „Mathematics as Educational Task” (eredetileg németül jelent meg „Mathematik, als didaktische Aufgabe” címmel) a matematika didaktikájában talán hasonló szerepű, mint Eukleidész Elemek című munkája a matematikában. Mégis, Pólya matematikai munkássága mellett a didaktikai – elsősorban a stanfordi évtizedekben az amerikai matematikatanár képzésben – legalább olyan jelentős, s ebben szerepet játszott folytonos kapcsolata Szegő Gáborral. Mind a „Gondolkodás iskolája”, mind a „Problémamegoldás iskolája” című művei az örök klasszikusok közé tartoznak, a „Plauzibilis gondolkodás művészete” cíművel egyetemben. Nagy közös művükhöz, a feladatgyűjteményhez visszatérve megjegyezzük, hogy éppen jövőre lesz 90 éves az első német kiadás, míg Szegő születésének 120. és halálának 30. évfordulója is akkor lesz (egy hónap különbséggel ugyanazon évben [1985] és ugyanabban a városban [a kaliforniai Palo Altóban] halt meg utána a barát Pólya György is). Ezen évfordulók közös megünneplésére még egyszer megszerveznénk Kmetykó Andrással, sajnos már Pálmay Lóránt nélkül a békéscsabai „Matematikatanítás jelene és jövője” utolsó konferenciáját, stílszerűen a kerék évfordulókat kihasználva: „Pólya-Szegő Emlékkonferencia” dedikációval, a 2015. augusztus 20-a utáni héten. Egyúttal, reményeink szerint ekkor megtartható lenne a névadója az első Pólya György nevet választó iskolának is. Így a legendás barátokat végre egy-egy magyar iskola is nevében megörökítené.

Mivel ma egy színházban jöttünk össze, szeretnék megemlíteni egy ritkábban emlegetett kapcsolatot, ami a mate-



Vancsó Ödön

matikát és legalább annyira a matematika tanítását a művészetekkel rokonítja. Pólya Györgytől idézve: „A tanításnak meg a színművészetnek sok közös vonása van. Előadunk például valamilyen bizonyítást... A diákok érdekében kis-kis színészkednünk is kell olykor-olykor. Néha a tanár magatartásából többet tanulnak, mint az előadott anyagból...” (lásd Problémamegoldás iskolája II. kötet 14.3. A tanítás művészet alfejezet, 112. oldal). A matematikát gyakran tévesen természettudománynak tekintik. Ez talán abból a félreértésből is származik, hogy természettudomány nem létezik matematika nélkül. Így mindig felbukkan a matematika is a fizika, biológia, kémia tudományok művelésekor. Egy Galilei¹-idézet erről: „A természet nagy könyve mindig nyitva áll szemünk előtt, és az igaz bölcsélet van megírva benne... De nem olvashatjuk másképp, csak ha előbb megtanuljuk a nyelvet és a jeleket, mellyel íratott... Matematikai nyelven van írva az, jelei háromszögek, körök és más geometriai formák...” Ám maga a matematika nem az, hiszen tárgya nem a természet. Azon egyedülálló tudomány, amely a tárgyat maga teremti, s ebben igazán rokon a művészetekkel (zene, festészet, irodalom). A matematika az emberi szellem éppolyan szabad alkotása, mint a művészetek. David Hilbert hasonlata szerint a matematika a matematikus számára olyan, mint a lóbusz a lóbuszvezetőnek: akik egyszer megkóstolták, utána semmi más nem akartnak enni, sehová nem akarnak

1 Galilei: Saggiatore Opere VI. p. 232

menni, csak abban az országban élni, ahol a lóbuszvezetés az élet sója, az élet lényege. Ezt Szegő idézi a vele készült „Magyar tudósok interjúorozatában” 1978-ban Kardos Istvánnak.

Viszont alkalmazásai tekintetében a matematika jelentősen eltérő a művészetektől, s ezáltal hatásaiban is. Ismét Hilbertet idézve: ami a tiszta matematikában történik, annak előbb-utóbb jelentősége lesz az alkalmazásban is.

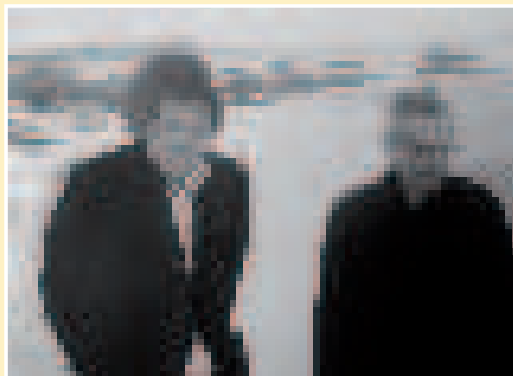
Ezért a matematika tanítása nagyon komoly feladat, amit javítani társadalmi érdek. Ennek kutatását támogató Matematika didaktika doktori iskola először Debrecenben indult a múlt század végén (1998), most már Szegeden is van, és végre az ELTE is felzárkózik 2015 szeptemberétől, mivel a matematikus doktori iskolának itt is lesz egy alprogramja, matematika didaktika néven.

Végezetül szeretném felajánlani az ELTE Matematikatanítási és Módszertani Központja együttműködését az itt tanító kollégáknak, amit első ízben egy tanártovábbképzéssel kezdhethetünk, „Matematikai modellezés az iskolában” címmel. Természetesen Szolnok és környéke más matematikatanárainak részvételére is számítanánk, a Szegő Iskola előnye csupán az lenne, hogy hozzájuk helybe jönnénk. Mind a tehetséggondozás, mind az érdeklődés felkeltése és a felzárkóztatás területén segítséget nyújtanánk az iskolának. Reméljük, a Központ által szervezett Varga Tamás Napokon is találkozhatunk az iskola tanáraival, de erre a Rátz László Vándorgyűlés is lehetőséget nyújthat. Emellett a nemrégiben nyertes kiemelt TÁMOP projektben, a Geomatechben is létrejöhet együttműködés, ha az iskola a kísérletekben részt tud venni. Zárszóként az iskola tanulóinak és tanárainak figyelmébe ajánlanám Pólya György szavait a „Problémamegoldás iskolája” című könyvének előszavából: „Igenis, a matematikaóra lehet érdekes és hasznos, és még több is: – amint azt Descartes olyan szépen mondta –, „hozzászoktathatja szemünket, hogy lássa az igazságot tisztán és világosan”. Szívből kívánom, hogy hozzanak a matematikaórák a magyar tanulóknak és tanítóknak több örömet, mint nekem hoztak annak idején, és ha ehhez ezen könyv hozzájárulhatna, az nekem okozna örömet.”

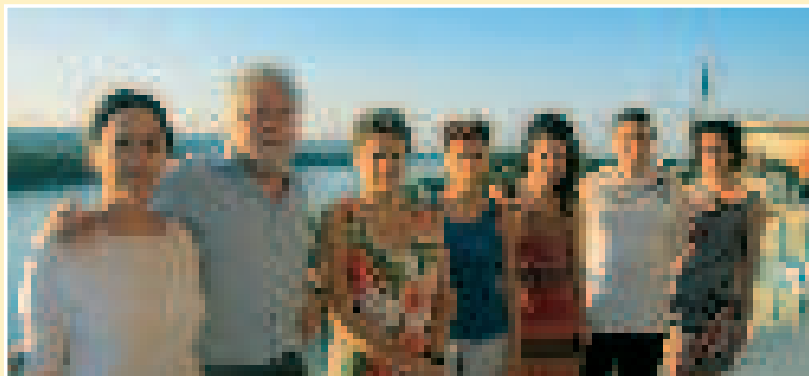
Köszönöm a figyelmüket és még egyszer gratulálok az emlékezetes névadó ünnepség minden szervezőjének és a műsor fellépő szereplőinek ezért a csodálatos élményért, amelyet talán Szegő Gábor is elégedetten szemlélhetett „oda-fentről!”



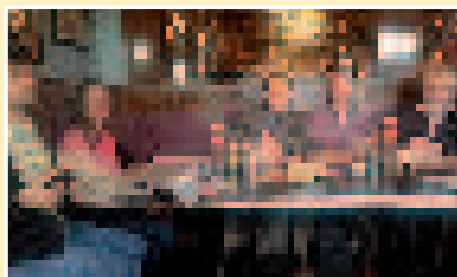
Szemerédi Endre fényképalbumából



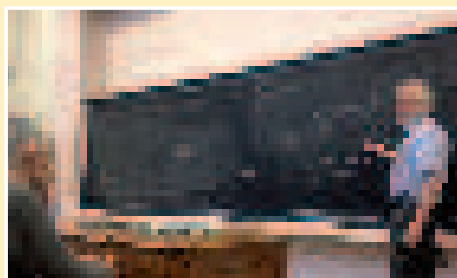
Vancouverben, Erdős Pállal (1974)



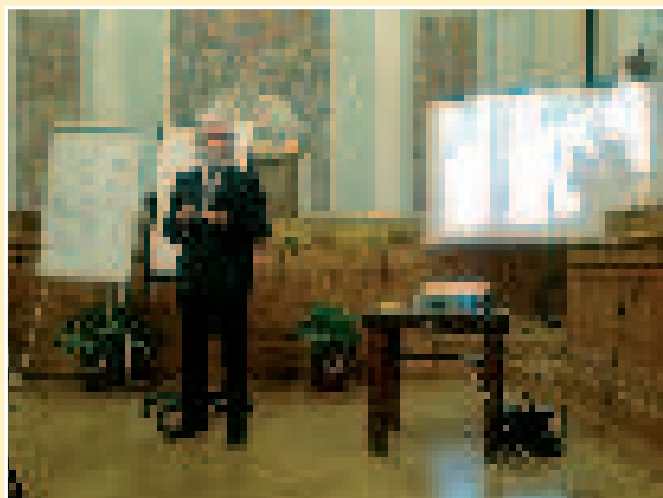
Anna, Endre és gyermekeik: Andrea, Anita, Kati, Péter és Zsuzsi



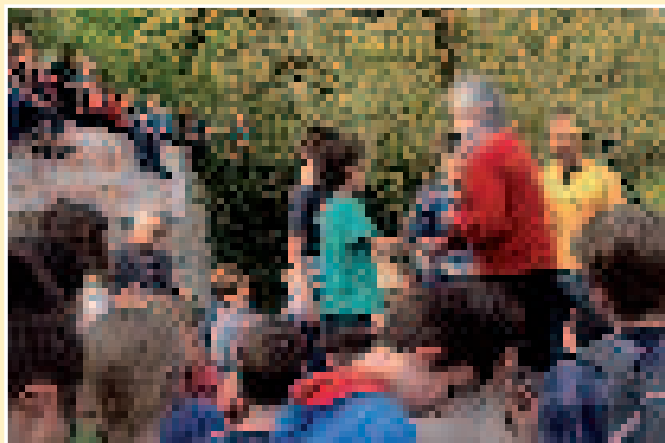
Balról:
Solymosi József és
Csörnyei Marianna.
Szemerédi Endre
mellett tanítványai,
Csaba Béla és
Ryan Martin



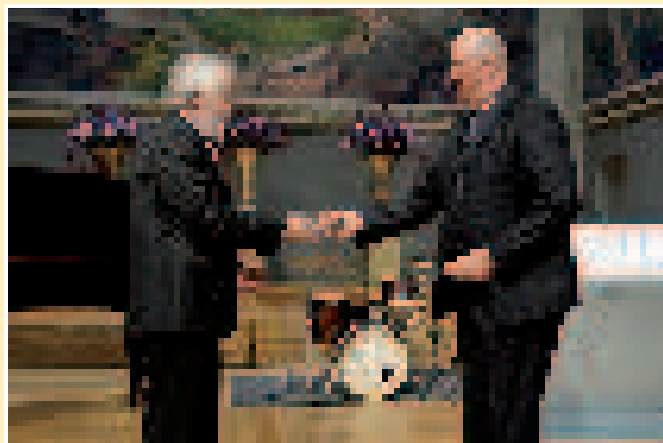
A táblánál
Szemerédi Endre,
a padban
Tim Gowers
(Oslo, 2012)



Kolozsváron, a Babeş-Bolyai Tudományegyetemen



A Medve Szabadtéri Matematikaversenyen a nyertes diákokat köszönti
(Budapest, Gellérthegy)



V. Harald norvég király átadja az Abel-díjat. Oslo, 2012.
(The Norwegian Academy of Science and Letters)



Legutóbbi különszámaink

A Káosz, környezet, komplexitás különszám fő célja, hogy a komplex rendszerek területén az utóbbi 10 évben elért legújabb eredményeket a terület magyar kutatói érdekes és közérthető cikkek formájában eljuttassák az érdeklődő nagyközönséghez.

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

A 128 oldalas különszám ára: 980 Ft



A Természet Világa legújabb különszáma, amely a TIT Kalmár László Matematika Verseny 2006 és 2012 közötti feladatainak és megoldásainak gyűjteménye.

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

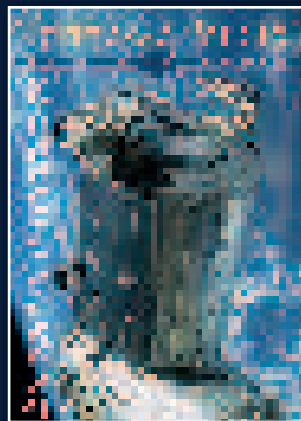
A Kalmár László Matematika Verseny megyei szintű, illetve döntős feladatsorait és a hozzájuk kapcsolódó javítási útmutatókat 1977-től 2012-ig Urbán János állította össze. Az érdekes, gondolkodtató feladatokat éveken át gyűjtötte, csiszolta, érlelte, alakította. Ebben az alkotómunkában kiváló társa, lektora

volt Reiman István, aki a magyar matematikai olimpiai csapat felkészítője volt, több évtizeden át. Kiváló és példás együttműködésük a tisztességet és a nyugalmat sugározta. E két neves tanáregyhénység munkája következtében kincset érő versenyfeladatok születtek az általános iskolások számára. Ezek a feladatok a tanult ismeretek rafinált alkalmazását, eredeti gondolkodást, ötletességet és kreativitást igénylő, nyílt végű különleges feladatok.”

A 160 oldalas különszám ára: 980 Ft.

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

Megjelenés előtt!



A Természet Világa „Európával a Világűrben” című különszáma

Az Európai Űrügynökség (ESA, European Space Agency) a világ nemzeti és nemzetközi űrszervezetei között a legszélesebb tevékenységi területet mondja magáénak. Az ötven év űrtapasztalatát felhalmozó szervezetnek e sorok írásakor 20 tagállama van, 2200 alkalmazottja évi 4 milliárd euró költségvetésből valósíthatja meg Európa űrprogramját. Különszámunkban ezt a sokoldalú tevékenységet mutatjuk be, különös tekintettel azokra a területekre, amelyeken az elmúlt évtizedekben magyar szakemberek is kivették a részüket a közös munkából.

A közeljövőben napvilágot látó 96 oldalas különszámunk ára 980 Ft lesz.

Diák-cikkpályázatunk (2007–2011) könyve

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

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

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

(1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.

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

