

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY -

144. évf. 5. sz.

- 2013. MÁJUS

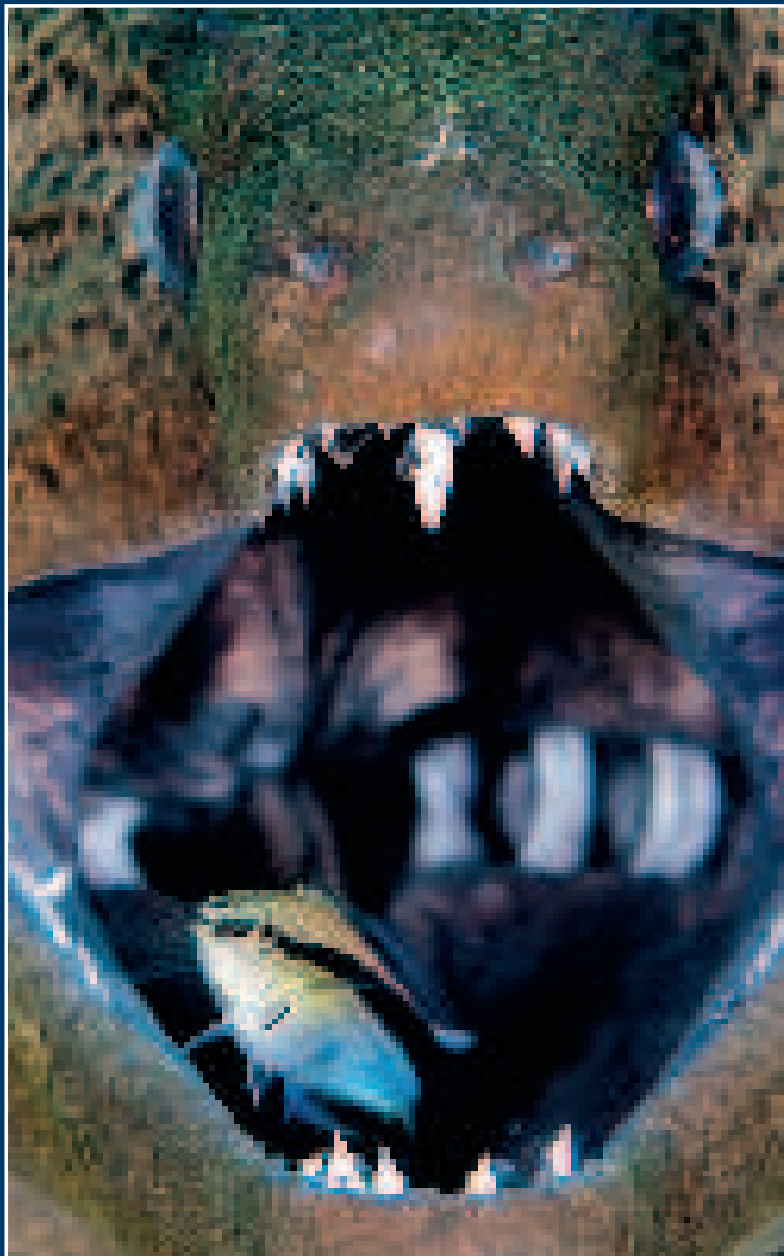
ÁRA: 650 Ft

Előfizetőknek: 540 Ft



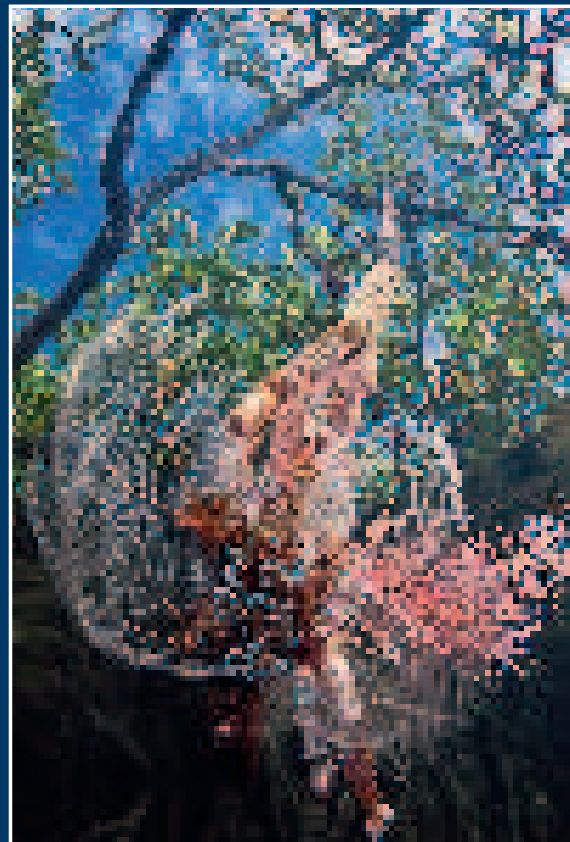
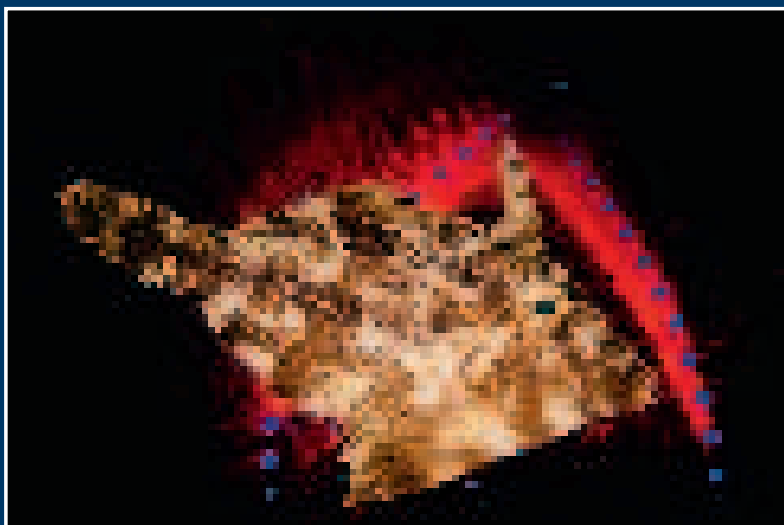
- UGRÁLÓ GÉNEK
- KUTATÁS KOZMIKUS RÉSZECSKÉKKEL
- ÉLŐLÉNYEK AZ ÖRÖKKÉVALÓSÁGNAK
- KÁRMÁN TÓDOR
- MEMÓRIAMEGŐRZÉS
- KÉMIAI KOMMUNIKÁCIÓ
- RYBACH LÁSZLÓ, A PROFESSZOR-MAESTRO

Válogatás Bálint Attila képeiből



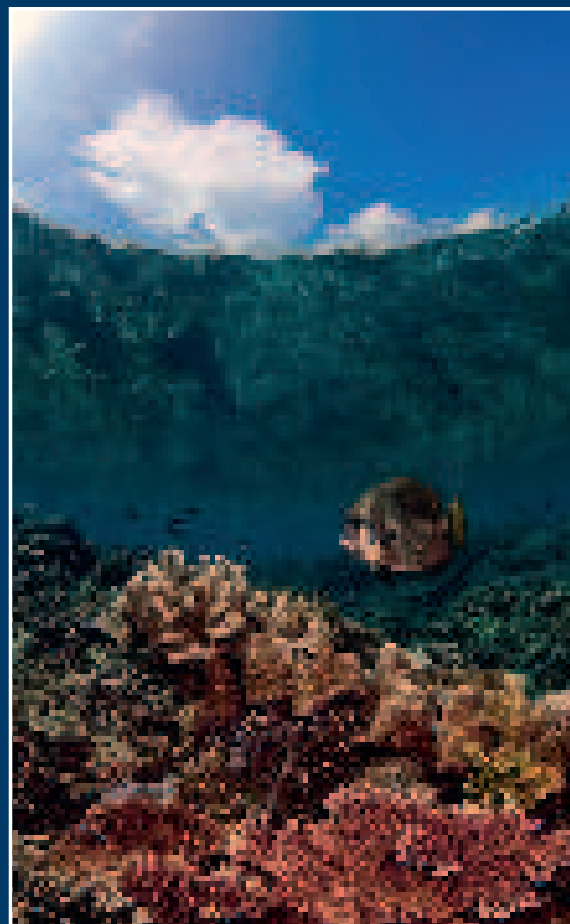
Muréna szájában tisztogatás közben

Tűzsün társaságában



Ég és föld között

A mangróve virágai



Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
144. ÉVFOLYAMA

2013. 5. sz. MÁJUS

Magyar Örökség-díjas folyóirat



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



Főszerkesztő:
STAAR GYULA

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

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomtatás:
Infopress Group Hungary Zrt.

Felelős vezető:
Lakatos Imre
vezérigazgató

INDEX 25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8965, fax: 327-8969
e-mail: titlap@telec.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

„Nem követem a divatot”. Takács Gergely interjúja a Nobel-díjas Peter Doherty vel	194
Mika János: A globális klímaváltozás és a városi hősziget összefüggései	197
Bárdos György: Beteg-e aki nem beteg?	202
Farkas Alexandra: A viking kaland és a középkori éghajlat-ingadozások. Miért tűntek el a vikingek Grönlandról?	205
Mit mutat a cirkadián óra? Kozma-Bognár László val beszélget Farkas Csaba ...	208
Szerkesztőbizottsági tagunk Arany János-életműdíja. Abonyi Iván: Gondolatok Weszely Tibor könyvének német kiadásáról. A fordító: Manfred Stern. A szerző: Weszely Tibor	212
220 éve született Bugát Pál. Bugát Pál örökösei. Vizi E. Szilveszter akadémikus emlékbeszéde	216
Kubassek János: Cholnoky Jenő a VIII. kerületben (<i>HELYÜNK SZELLEME</i>)	217
Horváth Tünde: 5500 éves település a Balaton partján. Első rész	220
<i>HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSEGEK</i>	223
Vásárhelyi Tamás: Az emberi lelemény tárháza. A müncheni Deutsches Museum ... Jawfish és Holdbűvölő. Lukácsi Béla beszélget Bálint Attila bűvárfotóssal	226
Both Előd: A Cserbakul meteorit	232
Major István: Coité, a közép-amerikai indiánok vizesedénye	234
Rezsabek Nándor: Erdélyből Bécsbe. Oswald Thomas csillagász emlékezete	236
<i>ORVOSSZEMMEL</i> (Matos Lajos rovata)	237
<i>FOLYÓIRATOK</i>	238

Címképünk: Különbféle sejtípusaink a Deutsches Museum

gyógyszertani kiállításán (*Vásárhelyi Tamás* felvétele)

Borítólaponk második oldalán: Válogatás Bálint Attila bűvárfotós képeiből

Borítólaponk harmadik oldalán: A szabad égbolttól a sejt belsejéig. Képek a müncheni Deutsches Museumból (*Vásárhelyi Tamás, Marosi Ágnes és Szabó Géza* felvételei)

Mellékletünk: Csorba F. László: „A világ útvesztője és a szív paradicsoma”. Válasz Tél Tamás írására. Scheuring István-Podani János-Szilágyi András: Az evolúció fényében. Megjegyzések Csorba F. László írásához. Tasnádi Péter: A bizonytalanok bizonyossága. Gondolatok a természettudományos műveltségről és a természettudományok tanításáról. A XXII. Természet-Tudomány Diákpályázat cikkei (Tamás Bence és Matkovits Anna írása) A XXIII. Természet-Tudomány Diákpályázat pályázati felhívása

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

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

Főszerkesztő: STAAR GYULA

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

Tördelés: LewArt Design

Titkárságvezető:
CZIFRIK-KESZTHELYI BARBARA

„Nem követem a divatot”

Interjú a Nobel-díjas Peter Dohertyvel



Peter Doherty ausztrál állatorvos, 1996-ban kapott Nobel-díjat kutatótársával, Rolf Zinkernagellel együtt. Felfedezésük segítette megérteni az immunrendszer, azon belül a citotoxikus T-sejtek működését. Ez utóbbi immunsejtek felelnek a szervezet vírussal fertőzött, illetve rákos sejteinek elpusztításáért. Dohertyék arra jöttek rá, hogy az immunválasz létrejöttéhez a gazdaszervezet T-sejteinek nem elég csupán a vírusra jellemző antigéneket felismerniük, az egyénre jellemző azonosító molekulák (MHC – major histocompatibility complex) jelenlétére is szükség van. (Az MHC-molekulák határozzák meg, hogy szervátültetéskor a test elfogadja-e az új szövetet vagy sem, a nevüket is innen kapták.) Ezt hívják MHC-korlátozásnak, ami azóta tananyag az orvosi egyetemeken. Doherty és Zinkernagel felfedezése a rákkutatásban is nagy előrelépést jelentett.

Szent-Györgyi Albert Nobel-díjának 75. évfordulójára nemzetközi konferenciát szervezett a Szegedi Tudományegyetem 2012 márciusában. A találkozón számos szaktekintély megfordult, köztük kilenc, kémiai, illetve orvosi-életteni Nobel-díjjal kitüntetett biológus. Peter Dohertyt, a kilenc tudós egyikét kérdeztem a kutatás műhelytitkairól.

– Ön szerint mitől lesz valaki jó biológus?

– Először is, fontos a kíváncsiság, és hogy legyen tehetsége az embernek a biológiához, valamint a kísérleti, illetve a leíró kutatáshoz. Például, hogy meg tudja tervezni egy mérést, és jó kérdéseket tegyen fel. Ez utóbbi rendkívül lényeges. Szintén nagyon fontos, hogy ha a kutató valamilyen eredményre jut, vizsgálja meg nagyon alaposan, hogy megértse, mit is talált. A biológiában a természetet a nagytömesterünk, őt faggatjuk. A legtöbb esetben nem tudjuk előre, hogy mi lesz érdekes. Lehet, hogy emiatt nem veszünk észre lényeges dolgokat, vagy rossz kérdésre koncentrálnak.

Természetesen az is alapvető, hogy ha valami váratlanra akad az ember, akkor el tudja választani a lényegeset a lényegtelenről. Előfordul, hogy azt hisszük, valami izgalmas dologra bukkantunk, és ahogy halad a kutatás, egyre érdektelenebbé válik. Ezt „fordított alkímianak” hívom: egy nagydarab aranyrögből idővel ólom lesz. Lehet, hogy a felfedezésből végül születik valamilyen publikálható eredmény, máskor viszont be kell tudni vesztéségnak. A tudományos kutatásban sok a hibalehetőség, mert az út gyakran nem arra vezet, amerre az ember gondolja. Úgy hiszem, hogy egy kísérleti kutatónak érzelmileg eléggé stabilnak kell lennie. Nem lehet levert amiatt, hogy nem sikerült a kísérlet. Ilyenkor el kell menni sétálni, és valami másra gon-

dolni vagy elolvasni egy regényt, ahogy én is teszem sokszor. Ki kell tudni mondani, hogy „milyen kár!”, és továbbmenni.

– Említette, hogy sokat számítanak a jó kérdések...

– Igazából a kérdéssel kapcsolatban az a legfontosabb, lehet-e választ adni rá. A kutatásban az az igazán érdekes, amikor rájövünk valami új dologra. Amikor felfedezünk valamit, akkor néha olyasmit látunk, amit még nem pillantott meg más. Amikor valaki ír egy regényt, az ötlet sohasem eredeti. A tudományban viszont olyan dolgokat figyel meg a kutató, amiről senki sem tudott korábban. Fontos, hogy olyan kérdést tegyünk fel, amit meg is tudunk válaszolni. Egy tudós számára nem jó kérdés például, hogy létezik-e Isten. Először is, nincs jó definícióknak Istenre, a tudományban pedig szükség van definíciókra. Másrészt egyáltalán nem áll módunkban, hogy ezt a kérdést tudományosan megválasszunk. Szintén nem foglalkozunk szerelmi jóslatokkal vagy jóvendőmondással. Viszont az emberi kapcsolatokról már feltehetünk kérdéseket, mert azok vizsgálhatók a társadalomtudományok keretein belül.

– Milyen kérdései szoktak lenni?

– Általában a kutató korábbi eredményei – és ahogy ezeket értelmezi – határozzák meg, hogy milyen kérdéseket tesz fel. Ezek a legnagyobb eséllyel olyanok, amik a saját értelmezést viszik tovább. Előfordul, hogy egy cikkben rátalál az ember valami izgalmasra, amit ki akar próbálni a saját rendszerében is. És ha ugyanazt kapja, mint a cikk írója, akkor az megerősíti a szerző értelmezését. Tehát ez is motiválhatja az embert, de engem általában nem ez hajt előre, hanem az egyik kísérletsorozat vonja maga után a következőt.

Őszintén szólva, nem sok örööm lelem abban, hogy olyan kérdésekre válaszoljak, amiket mások tartanak fontosnak. Mindig is olyan kérdéseket tettem fel, amik szerintem fontosak. Vannak, akik a tudományos divatot próbálják követni, ezért azt kutatják, amit a többiek. Én nem.

– Említette annak fontosságát, hogy el tudja választani a lényeges dolgot a kevésbé lényegtől...

– Igen, de nem mindig tudjuk rögtön, hogy mi a lényeges. Ezért előfordul, hogy már eleve rossz a kérdés. Lehet, hogy kezdetben jónak tűnik, egy ideig minden szép és jó, de egyszer csak kiderül, hogy van egy másik nézőpont is, ahonnan már egyáltalán nem vonzó.

– Hogyan jön rá, hogyha rossz kérdést tett fel?

– Az eredmény magáért beszél. Egy kutatásnál mindig az adatokból tanulunk, legyen szó akár kísérletről, akár megfigyelésről. Én például kísérleti biológiával foglalkozom. Az ökológia és az oceanográfia nagy része viszont leíró tudomány. Akik ezt kutatják, rengeteg munkát fektetnek annak eldöntésébe, hogy milyen adatokat mérjenek, milyen módszerrel, milyen pontossággal. Ehhez jönnek a matematikai eszközök, a modellek...

– Tehát mindig az adatok döntenek.

– Igen, ez a tudomány lényege. Ebben különbözik a természettudomány, mondjuk a filozófiától, ahol nincs szükség adatokra. A természettudomány mindig is a megfigyelésről és az adatgyűjtésről szól. Ez persze nem azt jelenti, hogy a tudományban minden objektív. Egy tudósnak megvan a saját elképzelése a világról, vannak olyan meggyőződései, amiket nem tud bizonyítani. Egy jó tudós ilyenkor úgy fogalmaz,

hogy „nézd, szerintem ez így van, de nem tudom minden kétséget kizáróan igazolni”.

– Tud olyan példát említeni, amikor egy sejtéséről kiderült, hogy az téves?

– Igen, minden tapasztaltabb kutatónak volt már olyan eredménye, amiről később az bizonyosodott be, hogy rossz. Velem is előfordult. Az adataink önmagában nem voltak tévesek, és az értelmezésünk sem volt alaptalan. De nem volt elég jó felszerelésünk, emiatt aztán nem láttunk elég tisztán. Idővel jött egy új technológia, amivel jobb méréseket végezhattunk, és arra derült fény, hogy amit látni véltünk, az valójában nem is létezik.

– Hogyan képzel el egy problémát?

– Az első és legfontosabb, hogy meg kell határozni a területet, amiben az adott problémát vizsgálni fogjuk. Esetemben ez a terület az immunválasz kérdésköre. Másodsor, szükség van egy gondolati keretrendszerre. Tegyük fel, hogy a sejtípusok érdekelnek, például az, hogy melyik sejt mit csinál és mit nem. Ha megvan ez a keretrendszer, feltehetjük a kérdéseket. Ezután a kérdéseinket betápláljuk az elérhető legjobb mérőberendezésbe. Ehhez szükség van még eszközökre, ami lehet például egy genetikailag módosított egér, aminek van valamilyen, a kísérlet szempontjából fontos tulajdonsága. (Tehát egy élőlény is lehet eszköz.) A tudományos munka során a gondolati rendszerünkben feltett kérdéseket kombináljuk az általunk elérhető eszközökkel. Ebből nagy halom adat keletkezik. Ezután megnézzük a kapott eredményt, és elgondolkodunk azon, hogy az mit is jelent. Elemezzük az adatokat. És attól függően, hogy mit kapunk, ez sugallhat számunkra új kísérletet, egy megszire vivő értelmezést, vagy, hogy itt az ideje cikket írni. Netán azt, hogy másfajta kutatási módszerekre lenne szükség. Az a munka, amiért a Nobel-díjat kaptuk, egy igen rövid kísérletsorozatból és a hozzá tartozó cikkek-ből született, körülbelül két év alatt.

Amint eljutunk arra a pontra, hogy van egy ragyogó eredményünk, nekiállhatunk megírni róla a cikket. Egy tudományos írás hagyományosan öt részre tagozódik: 1. absztrakt vagy kivonat, 2. bevezető, 3. módszerek rész, amiben leírjuk, hogy milyen kutatási technológiát és eljárásokat használtunk, 4. eredmények rész, 5. diszkusszió vagy megbeszélés. Ez utóbbiban írjuk le, hogy szerintünk mit jelenthetnek az eredmények. Itt szabad spekulálni. Az egészből összeáll egy történet, ami lehetőleg olyan legyen, amit egy téma iránt érdeklődő szívesen végigolvas, és mond is számára valami újat. Minden jó cikk egyben jó sztori is.

– Felfedezésük után két lehetséges értelmezéssel álltak elő, hogy a jelenséget megindokolják. Az egyik a kétreceptoros elmélet, ami azt mondja, hogy a T-sejt külön receptorral érzékeli a vírusantigént, illetve a saját MHC-t. A másik az „altered self”-

elmélet, miszerint a T-sejt azt ismeri fel, hogy az MHC-molekulához hozzákapcsolódta a vírusantigén. Hogyan találták ki ezt a kétfajta magyarázatot?

– Egyszerűen gondolkodás és szakmabeliekkel való eszmecsere útján. A konzultáció rendkívül lényeges a tudományos életben. És fontos az írás is. Amikor az ember rögzíti, hogy szerinte mit jelentenek a kapott eredmények, kitisztul a feje. Velem is előfordul, hogy le kell írnom egy-egy dolgot ahhoz, hogy világosan tudjak róla gondolkodni. Azután pihentetem egy-két hétig, majd visszatérek rá.

A két ötlet tehát részben korábbi elgondolásokra épült. A kétreceptoros elmélet már a köztudatban volt az immunológiában, tehát ez nem volt igazán új ötlet, és végül is tévesnek bizonyult. Az „altered self”-elmélet, ami eredeti elképzelésünk volt, azt hiszem, részben eszmecsere, részben írás és egyéb tevékenység közben született. Egy beszélgetés adta az ötletet, mégpedig arról, hogy az enzimek hogyan módosítják a sejt felületén levő molekulákat. De ennek nem volt köze az immunitáshoz. Számomra az „altered self” tűnt

zonyítani, mert egyszerűen nem voltak meg hozzá az eszközeink. Aztán jöttek új emberek, új technológiával és másfajta képzettséggel, és bebizonyították, hogy helyes volt az elképzelésünk.

– Azt nyilatkozta egy interjúban, hogy a felfedezéshez vezető kísérletnél eredetileg arra voltak kíváncsiak, van-e összefüggés az immunválasz nagysága és a válaszban részt vevő gének között.

– Igen, ezt akartuk vizsgálni, de valami egészen mást találtunk.

– És miért voltak erre kíváncsiak?

– Azért, hogy megértsük, mi irányítja az immunválasz nagyságát. Hogy miért hatékonyabb az egyik immunválasz, mint a másik. Láttunk arra utaló jeleket, hogy ez összefügg egyes génszakaszokkal. Ez a gondolat igen népszerű volt akkoriban, rengetegen dolgoztak rajta különböző rendszerekben. Vírusokon szinte senki nem kutatta ezt a jelenséget, nekünk viszont volt egy jól működő rendszerünk arra, hogy a vírusokat vizsgáljuk. Aztán elvégeztük kísérletünket, ami igen váratlan eredményre vezetett. Így jött a felfedezés.



Szent-Györgyi Nobel-díjának 75. évfordulóján résztvevő Nobel-díjas kutatók és vendéglátóik Szegeden 2012. március 22-én.

A hátsó sorban balról: Hegyi Péter, a konferencia főtktára, Hernádi Klára, az SZTE TTIK dékánja, Wittmann Tibor, a gasztroenterológiai szekció elnöke, Greiner István, a Richter Gedeon Nytr. kutatási igazgatója, Botka László, Szeged város polgármestere, Kemény Lajos, az SZTE ÁOK dékánhelyettese, Széll Márta, a molekuláris biológia szekció elnöke, Pálfi György, a TB Evolúció szekció elnöke; a középső sorban balról: Pál József, az SZTE nemzetközi és közkapcsolati rektorhelyettese, Bert Sakmann (1991, orvosi-életlani Nobel-díj), Tim Hunt (2001, orvosi-életlani Nobel-díj), Robert Huber (1988, kémiai Nobel-díj), Szabó Gábor, az SZTE rektora, Vécsei László, az SZTE, ÁOK dékánja, John E. Walker (1997, kémiai Nobel-díj), Eric Wieschaus (1995, orvosi-életlani Nobel-díj), Varró András, az SZTE tudományos és innovációs rektorhelyettese; az első sorban balról: Aaron Ciechanover (2004, kémiai Nobel-díj), Ada E. Yonath, Nobel-díjas kutató (2009, kémiai Nobel-díj), Andrew Schally (1977, orvosi-életlani Nobel-díj), Peter C. Doherty (1996, orvosi-életlani Nobel-díj)

a kettő közül a magától értetődőnek, de szakmai körökben ez számított radikálisnak. Sok éven keresztül nagyon kevesen hittek benne, de kiderült, hogy igaz. Akkor nem tudtuk bi-

– Mit gondol, miért nem fedezte fel már önk előtt valaki más, hogy az immunválasz létrejöttéhez a gazdaszervezet T-sejtjeinek nem elég csupán a vírusra jellemző antigén-

neket felismerniük, az egyénre jellemző azonosító molekulák jelenlétére is szükség van?

– Az első ok, hogy nem tették fel a kérdést. Senki sem végezte el a kísérletet. Vagy ha igen, nem volt elég érzékeny az analitikai rendszerük. A mi technológiánk az átlagosnál sokkal jobb volt, tisztább eredményt adott. Ez a második ok. Amikor később olvastam erről, kiderült, hogy egy másik kutatócsoport látott valamit, de nem gondolták, hogy amit észrevettek, annak valódi jelentése van.

– Gondolja, hogy ha ön ugyanazt az eredményt kapta volna, mint ők, akkor felismeri a folyamatot?

– Nem, a mi eredményeink nagyon tiszták voltak, az övéké pedig kevésbé, ezért nem látták rendesen. És voltak megint mások, akik hozzánk hasonló eredményt kaptak, de rosszul interpretálták.

– Mi volt ennek az oka?

– Ez Amerikában történt, és egy nagyhatalmú személy ellenkező véleményen volt. Lehet, hogy nem gondoltak másra, de az is elképzelhető, hogy nem voltak felkészülve rá, hogy szembemenjenek ezzel a szaktekintéllyel. Az eredményeik jók voltak, de inkább ők követték. A tudományos életben is előfordul a konformizmus. Én boldogan szembeszálltam a közvélekedéssel, de néhány embernek ez nagyon ijesztő lehet. Sosem értettem igazán, hogy miért kutatnak, ha ugyanazt mondják, amit mindenki más. Mindenesetre, a tudományos életben is különbözőek vagyunk.

– Mit gondol, miért különbözik tőlük?

– Azt hiszem, ez alapvetően a neveltesen múlik. Keresztény, de nem katolikus családban nőttem fel. Az egyik olyan protestáns gyülekezethez tartoztunk, melynek tagjai erősen nonkonformisták. Ez a rendszer nem tekintélyelvű. Én sem szeretem az autoriter embereket, és ha megmondják, mit gondoljak. Ezzel szemben sokan vágyanak rá, hogy vezessék őket. Én nem. Ezért próbálok önállóan gondolkodni. Már nem vagyok vallásos, de ez része volt a neveltetéseimnek.

– Megszállott kutatónak tartja magát?

– Azt hiszem, a kutatás nagyon addiktív tevékenység. Amikor elmélyülünk egy problémában és teljesen ráfókuszálunk, ez elég megszállott elfoglaltság szokott lenni. Leköti az ember szellemi kapacitásának nagy részét. Bizonyos mértékig hajlamos vagyok a megszállottságra, legyen szó akár az írásról, vagy másról. Nem kizárólag a tudományok élek. Más is érdekel, például a történelem, az írás és a komolyzene.

– A természettudományok szeretete honnan jött?

– Azt hiszem, abból a vágyból, hogy valaminek a mélyére ássak. A jó tudós ismerve szerintem az, hogy szeretné alaposan megérteni azt, amit kutat. Nem elége-

dett addig, amíg rá nem jön valamire. Az olyan kutató viszont, aki nem áll a hivatása csúcán, elismerést igyekszik kiváltani a cikkeivel. Vannak olyanok is, akik egyfajta klubnak tartják a tudományos életet, és abból származik valamiféle örömük, hogy a tagjai lehetnek. Az igazi tudósok szerintem nem igazán tűrik meg az ilyeneket. Ez a fajta személyiség nem akar egy kérdés mélyére ásni.

– Ön miért akar valaminek a mélyére ásni?

– Hogy ne unatkozzak. Úgy értem, egy intelligens emberi lény legfőbb célja, hogy elkerülje az unalmat. Sokmindent teszünk ezért.

– Úgy tudom, Cedric Mims volt az egyik példaképe a kutatásban. Szeretett volna együtt dolgozni vele, de ez nem sikerült. Így is sokat tanult az írásaiból. Hogyan befolyásolta gondolkodását?

– Fiatal koromban voltak rám nagy hatással a cikkei, az eredetiségük miatt. Olyan kérdéseket vizsgált Cedric Mims, amit bár mások is fontosnak tartottak, az időközben megváltozott technológiák miatt már nem kutattak. Ő folytatta az efféle kérdések vizsgálatát, például, hogy hogyan működnek a vírusfertőzések. Én ezt sokkal érdekesebbnek tartottam, mint egyes szűk tudományterületeket. Tehát a holisztikus gondolkodása hatott rám, így lehetne mondani. Az egész organizmus vizsgálata volt a cél, nem csak egy szűk jelenséggel. Egész életemben így gondolkodtam. A konkrét problémákat mindig igyekszem beilleszteni a nagyobb képbe.

– Két olyan dolog között is észreveszi a kapcsolatot, amelyek látszólag nagyon messze vannak egymástól?

– Manapság a biológiában a tudásunk gyarapodása egyre kevésbé az intuíciótól és a mély meglátásoktól függ, sokkal inkább az új technológiák elterjedésétől. Vegyük például az új genomikát. Nézzük két sejtet: az egyiket megfertőztük egy veszélyes vírussal, a másikat egy kevésbé veszéllyessel. Ezután végigmehetünk az összes olyan génen, ami a fertőzés hatására többé-kevésbé aktiválódott a két sejtben külön-külön, és ezeket összehasonlíthatjuk. Ez néha szolgálhat olyan ötlettel, amire amúgy nem gondolna az ember. Például végeztem kísérletet vírussal fertőzött egértüdőkkel. Ilyenkor kézenfekvő az ötlet, hogy az érintett géneket megvizsgáljuk. Ezeket a sebszövetek és a bőrgyógyászok szokták ismerni, nem a hozzám hasonlókat. Az információt jelen esetben azon gének jelentik számunkra, amelyek félig kapcsolódnak be. Ezeknek a géneknek érdemes utánaolvasni a szakirodalomban, mert feltehetőleg ezek segítenek a tüdő megjavításában.

– Ilyenkor elkezd olvasni a témában?

– Igen, vagy ami még valószínűbb, alapos kísérleteket végzek. Például el-

kezdek vizsgálni egy egérfajtát, amit kifejezetten ennek a kérdésnek a tanulmányozására fejlesztettek ki. Valójában az elején sokkal könnyebb, ha együtt tudok működni a téma egy szakértőjével. Ha egyedül végzem a kutatást, általában akkor is sokat konzultálok egy hozzáértővel, vagy közös cikket írok vele. Új együttműködésbe kezdek, szakmai kapcsolatokat építek ki.

– Az a jobb, ha elkezd kísérletezni, vagy ha olvas róla?

– A legnagyobb időpazarlásnak tartom, ha egy természetűdős órát olvas a könyvtárban. A fiatal kutatókat igyekszem minél előbb a laborba küldeni, hogy kísérletezzenek. Amíg nincs tapasztalatuk, addig a szakirodalom nagy része elég zavaros, és ha a kísérletet nem a legjobb berendezéssel végzik el, akkor általában rossz eredményt kapnak. Nem biztos, hogy nagyon rosszat, lehet, hogy félig jót. Ezért előnyösebb, ha egyből elvégezzük a kísérletet. Sokkal helyesebbnek tartom, ha a fiatal kutató megnézi az eredményeket, és maga von le belőlük következtetéseket, mintha órát tölt a könyvtárban. A kutatásnak is van szakmai része. Szükség van az inasévekre, amíg belétanul az ember.

– Mit javasol a fiatal kutatóknak?

– A tudományos élet nagyon sokat változott azóta, mióta belecsöppentem. De azt hiszem, lényeges, hogy egy jó kutatónak dolgozzunk. Az is fontos, hogy elkerüljük azokat, akik csak kihasználják az embert. Néhány híres, nagy laboratórium kiszipozza az embereit, akik előbb-utóbb kiégnek. Fontos, hogy olyasvalakinek dolgozz, akit tisztelsz, és aki egyre nagyobb feladatok elé állít. Úgy látom az ausztrál közoktatás mai helyzetét, hogy sok fiatal nem igazán akar túl nehéz dolgokat vállalni. Te viszont, aki kutatóként készülsz, mindig csináld a legnehezebbet!

Azt gondolom, hogy az iskolának folyamatos kihívást kellene jelentenie a diákoknak. Ezért aggodom nagyon oktatási rendszerünk miatt, mert ragaszkodunk hozzá, hogy mindig mindenki jó jegyeket szerezzen. Szívesebben látom, ha az emberek hibáznának és tanulnának belőle, majd ismét hibát követnének el. Ez kell a fejlődéshez, a kutatásban mindenképp. Nem tervezzük, hogy bakot lövünk, de bekövetkezik. Lehet, hogy valamilyen technikai okból, vagy mert rossz a kísérlet, vagy rossz a kérdés. De túl kell lépni rajta. Ahhoz, hogy valaki tudós legyen, elég sokat ki kell bírnia érzelmileg.

Az interjút készítette:
TAKÁTS GERGELY
<http://agybannagy.hu>

További információ:
<http://szentgyorgyi75.com/>

MIKA JÁNOS

A globális klímaváltozás és a városi hősziget összefüggései

Bolygónk lakossága 2011 októberében elérte a 7 milliárd főt. E népesség mintegy fele városokban él, amelyek között mintegy 300 nagyváros (>1 millió lakos), ezen belül kb. 20 megacity (>10 millió lakos) található. A nagyvárosok nyári hőmérséklete több fokkal magasabb a természetes értéknél, az épületek kisugárzása pedig késő estig nyújtja a túlmelegedés idejét. Írásunkban ennek okait, hatásait és a globális klímaváltozással való kapcsolatát tekintjük át.

A városi hősziget-hatás

A nagyvárosok kellemetlen jellemzője az ún. városi hősziget-hatás. A mesterséges beépítés sötétebb felületei, a szellőzés kiegyenlítő hatásának mechanikai korlátozása, a csatornázottság miatt csökkent párolgás, mint hóleadási forma, valamint a télen a fűtés, nyáron a hűtés által a légterbe kerülő hőtöbblet emeli a belváros hőmérsékletét a külterülethez képest. E különbség a derült, szélcsendes napok kora esti óráiban a legerősebb. A hősziget-hatás maximális mértéke jól közelíthető a házak magasságának és az utcák szélességének arányának logaritmusával (**1. ábra**).

Amint az ábrán látható, a maximális hősziget-hatás mind Európában, mind

Észak-Amerikában jól megközelíthető a lakosság számának logaritmusával, azonban az óvilágban mind a maximális hősziget mértéke kisebb adott lakosságszám mellett, mind pedig a városhatás erősödésének gyengébb, mint Észak-Amerikában. Ezért másban lehet a megoldás kulcsa: a házak magasságának és az utcák szélességének a hányadosa már mindkét kontinens, sőt Ausztrália nagyvárosai is illeszkednek e városmorfológiai jellemzők logaritmusához.

A hősziget kialakításában meghatározó szerepet játszó városi morfológiai tényezők (beépítettség, égbolttáblathatóság, épületmagasság) és területi kiterjesztéseik felhasználásával a Szegeci Tudományegyetem munkatársai többváltozós lineáris regressziós modelleget állítottak fel (Unger et al., 2003). A vizsgálatokhoz szükséges morfológiai paramétereket teodolitos mérések és légifelvétel térinformatikai kiértékelésével 0,5x0,5 km-es, szabályos területekre állították elő (Bottyán and Unger, 2003). A számítások alapján, a legszorosabb kapcsolat a beépítettség és a hősziget-intenzitás között volt megfigyelhető, de egyértelmű az égbolttáblathatóság és a hősziget-hatás közötti összefüggés is. További két szignifikáns paraméter, az épületmagasság és a központtól mért távol-

ság bevonásával, már 0,5 °C-nál kisebb abszolút hibával becsülhető a maximális hősziget-hatás.

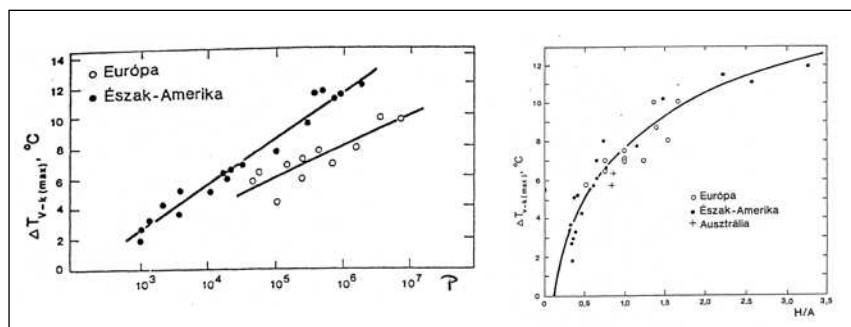
A hősziget-parametrizáció fenti, Szegecre kidolgozott metodikája általánosíthatónak bizonyult a kevésbé sűrű szerkezetű és nagyobb kiterjedésű Debrecen esetére is (Unger et al., 2004). A nyári félévben a jellemző hőmérsékleti többlet mindkét városban 2,5–3,0 °C volt, a fűtési szezonban ennél pár tized fokkal kevesebb. A vizsgált 13 hónap legerősebb hősziget-intenzitása 6,8 °C volt!

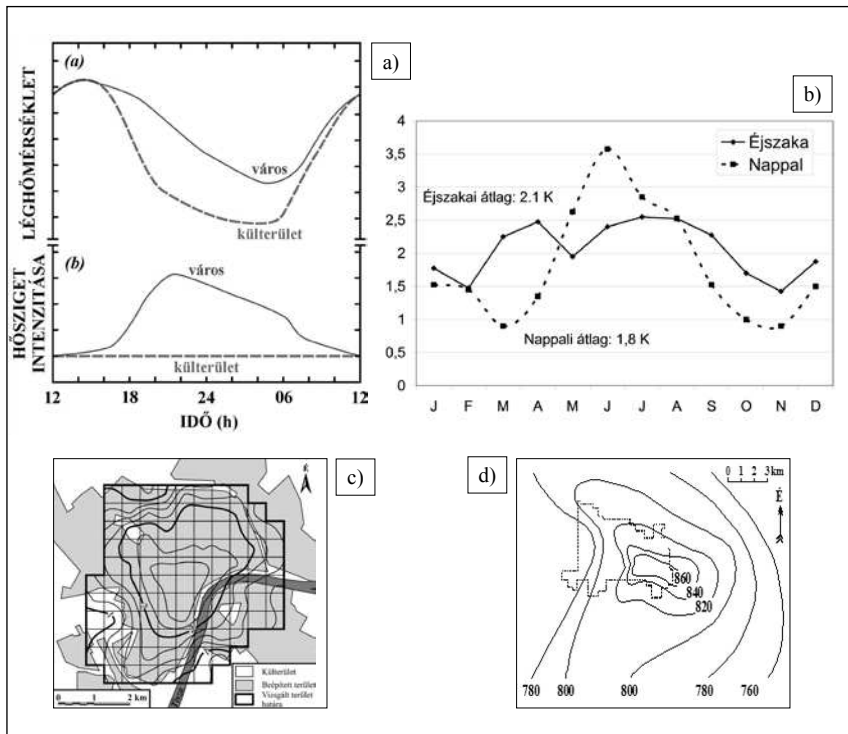
A felszínközeli légterben tapasztalható hősziget erőssége jellegzetes napi menetet és a városon belül meglehetősen eltérő mértéket mutat (**2.a ábra**). A napi menet legfőbb jellemzője, hogy a késő délutáni és az esti mérsékelt leülelés miatt a hajnali minimumhőmérséklet sem olyan alacsony, mint a külső területeken. Ugyanakkor napkelte után a város légtere lassabban melegszik fel. Ezek eredőjeként a hősziget intenzitása napnyugta után gyorsan növekszik és kb. 3–5 órával később éri el a maximumát. Az éjszaka hátralévő részében lassan, de egyenletesen csökken a különbség a hőmérsékletek között, majd a csökkenés napkeltekor felerősödik. Összességében, a külterületi ütemek görbéi általában meredekebbek a városiaknál.

A városi hősziget jelenségét a *távérzékelési technikák* elterjedésével kellő térbeli felbontással tudjuk bemutatni. Ez a mérési mód a felszín kisugárzási hőmérsékletét teszi megismerhetővé, mégpedig kizárólag a derült napokon. Az épületek kisugárzása késő estig elnyújtja a nappali melegedést. A hősziget-hatás derült időben műholdakról is jól detektálható. Az ún. kisugárzási hőmérséklet a nap folyamán szorosan követi a léghőmérsékletet. A léghőmérséklet ingadozása 0,7–0,9-szerese a kisugárzási hőmérsékletének (Bartholy et al., 2005).

Az ELTE munkatársai meghatározták a nagyvárosok hőmérsékleti többletének éves menetét (Pongrácz et al., 2010). E szerint, a városi hősziget-hatás évi in-

1. ábra. A legnagyobb hősziget-hatást meghatározó tényezők: (a) a lakosok száma, ami Európában gyengébb és kevésbé meredeken növekvő hatást eredményez, mint Észak-Amerikában. (b) a belváros házáinak magassága, osztva az utcák szélességével. Ez a kapcsolat már mindhárom kontinens hősziget-hatását jól leírja (Oke, 1979)





2. ábra. A város és a külterület eltérő viselkedése ideális, derült időben. (a) A hőmérséklet napi menetének sémája a városban és a külterületen (°C); (b) A kisugárzási felszín-hőmérséklet eltérése a belterületi és a külterületi műholdas pixel-adatokban Budapesten (2001-2004). Bartholy et al., 2005 adatai alapján; (c) A városi területek és a külterület léghőmérsékletének éves átlagos különbsége (°C) a szegedi mobil mérések (2002-2003) alapján (Unger, 2006); (d) Az éves csapadéktálat (mm) izohiétái (Urbana, Illinois: a pontozott vonal a város határa) (Landsberg, 1981)

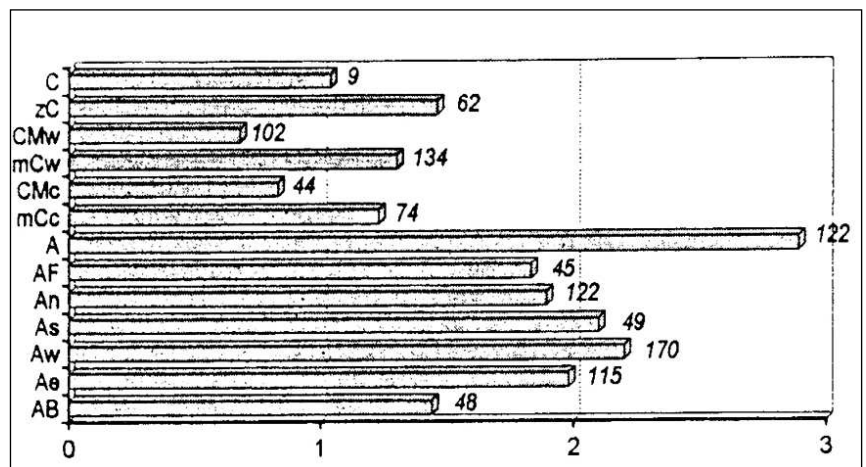
gása meghaladja az éjszakai (2.b. ábra). Ezen belül a nappali hősziget-hatás júniusban a legerősebb. Az éjszakai hősziget-hatás ugyancsak az év meleg felében nagyobb, mint a többi hónapban. Évi átlagban a nappali és az éjszakai hősziget-hatás között kicsi a különbség (1,8 °C, ill. 2,1 °C). A MODIS felvételei szerint mind a 10, legalább százezer lakosú városunkban kimutatható a melegebb városmag (Bartholy et al., 2004). Ezen alakzatokat a felszín-albedó térképeivel összevetve, a szerzők egyértelműnek találták az oksági kapcsolatra utaló hasonlóságot. A Terra műhold 1999 decemberére óta kering kvázipoláris pályán, 705 km magasságban, globális lefedettséget biztosítva.

A hőmérséklet horizontális változása a város szerkezetétől, övezeteitől függ (2.c ábra). A hőmérséklet a külterülethez képest a külvárosi résztől a centrum felé haladva először hirtelen, majd kisebb mértékben növekszik. Sajátos ezzel kapcsolatban a csapadék nagyváros körüli alakulása. A belváros függélyes emelő hatása folytán több felhő keletkezik, ezek azonban a csapadékkat csak a város szélmozgótti oldalán, attól bizonyos távolságra adják le (2.d ábra).

A hősziget-hatás függése és az időjárási helyzettől

A hősziget mértékére az időjárási tényezők (különösen a szél és a felhőzet) is jelentősen hatnak, s kialakulásukra kedvezőek az anticiklonális helyzetek,

3. ábra. Az anticiklonális helyzet esetén kb. kétszer erősebb a hősziget-intenzitás, mint ciklonális helyzet esetén a Péczeley-féle makroszinoptikus típusokban (Szeged 1978-1980) (Unger, 1996).



amikor derült az ég és közel szélcsend van. Szegeden az 1978-1980 közötti adatok tanúsága szerint az anticiklonális helyzetekben jóval erősebb a hősziget-hatás, mint ciklonális helyzetekben (3. ábra). (Unger, 1996)

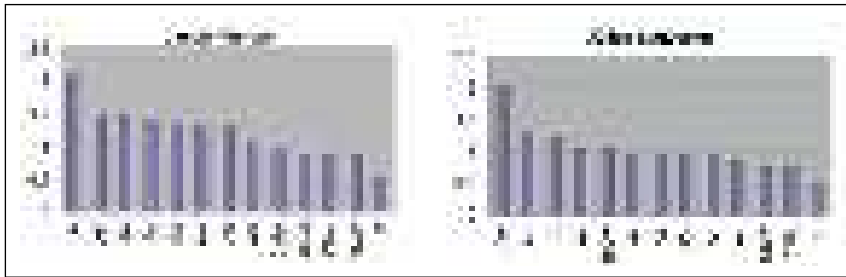
A következőkben Budapest adatain is megismételtük Unger (1996) azon vizsgálatát, amely – Szegedre – a hősziget-hatás Péczeley (1983) által definiált cirkulációs típusok szerinti, feltételes mértékét számszerűsítette. A maximumhőmérséklet következő pontban említett, furcsa viselkedése miatt az csak a minimumhőmérsékletekre végeztük el (4. ábra).

Ennek alapján a főváros esetében is bebizonyosodott, hogy a hősziget-hatás az anticiklonális helyzetekben valamivel erősebb, mint a ciklonális helyzetekben.

Budapest belterületi adatai

Megvizsgálva a Budapest belterületi (Kítaibel Pál. u.) és külterületi (Pest-szentlőrinc) állomásai közötti különbség időbeli dinamikáját, nagyon furcsa viselkedést tapasztaltunk (5. ábra). Megfigyelhető, hogy a 31-31 napból számított havonkénti átlagos hősziget-hatás nemcsak évközi ingadozást mutat, hanem az időszak különböző szakaszaiban váratlan ugrásokat és ingadozásokat is. Ugyanakkor az a törés, amit a belterületi állomás felszínről a tetőre helyezése miatt 1985-ben indokoltnak tartanánk, nem mutatkozik meg az adatsorokban.

Ekkor az 1910. március elseje óta a Kítaibel Pál utcai székház melletti műszerkertben (Kítaibel P. u. 3.; északi szélesség: 47°30'46"; keleti hosszúság: 19°01'34") folyó mérések ugyanis felke-

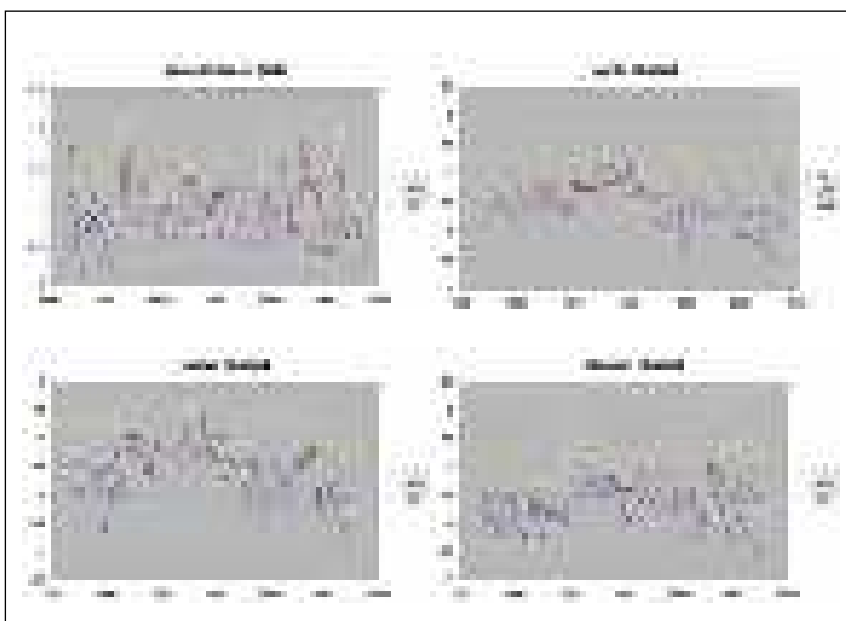


4. ábra. Városi hősziget-hatás az éjszakai minimumhőmérsékletben Budapest belterülete (Kitaibel Pál u.) és külterülete (Pestszentlőrinc) között az egyes Péczy-típusokban (1954-1985). Mindkét szélső időszakban az anticiklonális helyzetek esetén nagyobb a különbség

rültek a tetőre. E műszerkertben a mérések a terület beépítése miatt 1985. március 31-én befejeződtek. A mérések 1985. április 1-től a Kitaibel Pál u. 1. alatti székház 5. emeletén lévő 25,7 m magasan lévő teraszon folytatódtak (északi szélesség: 47°30'40"; keleti hosszúság: 19°01'41"). A hőmérők ugyanolyan hőmérőházba kerültek, de az új elhelyezés jóval nagyobb szellőzést nyújtott. 1998 januárjától a hagyományos hőmérőket elektromos hőmérő váltotta fel.

Amint ez tehát az 5. ábráról kitűnik, a hősziget-hatás évközi ingása eléggé szabálytalan, különösen a maximumhőmérsékletek különbségei és az átlagok esetében. Emiatt a léghőmérsékletek és a kisugárzási hőmérséklet viselkedését a 6. ábrán a minimumhőmérséklet éves menete alapján állapítjuk meg. A 6. ábra megmutatja, hogy a belváros (kertszint, ekkor még nem a tető) és a külterület

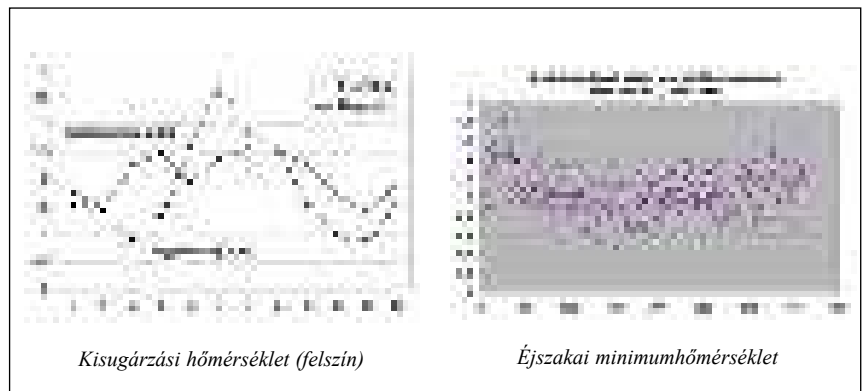
5. ábra. A hősziget-hatás alakulása a Kitaibel Pál u. és Pestlőrinc között a négy évszak középső hónapjaiban



közötti eltérés a léghőmérsékletben egészen más jellegű, mint az a kisugárzási hőmérséklet esetében megfigyelhető. A műholdról ugyanis nyáron, a hőmérőházban pedig inkább télen jelentkezik nagyobb eltérés.

A hősziget-hatás kapcsolata a globális felmelegedéssel

Bár a hősziget-hatás és a globális klímaváltozás mind tudományos, mind környezetvédelmi szempontból *különálló problémakör*, egy ponton mégis kapcsolódnak. Mégpedig ott, hogy a klímaváltozás



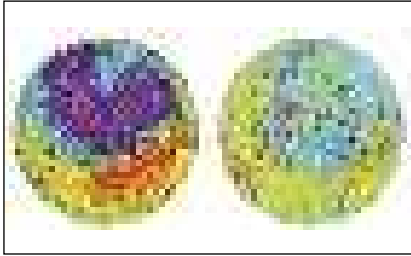
6. ábra. A felszín kisugárzási hőmérsékletének belterület-külterület különbsége (2001-2004, csak derült időben, balra – azonos a 2b ábrával, ugyancsak Bartholy et al., 2005 nyomán), illetve a Bp. Kitaibel Pál u. – Pestszentlőrinc állomások közötti léghőmérséklet különbségei (alul). A különbség éves menete láthatóan nem egyezik a kétféle forrás szerint. (A léghőmérséklet a belterületen is a járdától 2 m-re került felvételre, 1954 és 1985 márciusa között.)

nemcsak az éghajlati változók módosulásában, hanem az általános légközés fő övezeteinek, a ciklonpályák és anticiklon tartózkodási zónák eltolódásával is együtt jár. Előzetes vizsgálatok (Mika, 1988; Bartholy – Matyasovszky, 1995) szerint a Kárpát-medence térségében ez a múltban nyári nyomásemelkedéssel, szélggyengüléssel, vagyis a helyi hatások erősödésével jár együtt. Emellett, a klímaváltozás lokális hatásai közül a legeggyérteleműbb a hőmérséklet emelkedése. Különösen meredek a mérsékeltövi területek (városok kívüli) csúcshőmérsékletének emelkedése (IPCC, 2007), ami előrevetíti a kritikus magas városi hőmérsékletű napok gyakoribbá válását.

A hősziget-hatás cirkulációs típusokkal való szembesítése az anticiklonokat jelölte meg a legnagyobb különbség hordozójának. Az említett példákban merítve, anticiklonális helyzetben kétszer erősebb a hősziget intenzitása, mint ciklonok esetén. Mivel a légnyomás egyes számítások szerint a nyári félévben várhatóan emelkedik a globális melege-

déssel párhuzamosan (Mika, 1988), a hősziget-hatás várhatóan a beépítettség további fokozódása nélkül is erősödhet (Mika, 1998).

Ugyanígy, télen az utóbbi 50 évben (1955 és 2005 között) az atlanti-euró-



7. ábra. A tengerszinti légnyomás trendje a téli időszakban: 1955-2005 (Gillett et al., 2005). (a) megfigyelt értékek, (b) nyolc globális klímamodell átlagos szimulációja az üvegház-gázok, az aeroszolok, az ózon és a naptevékenység változásai nyomán. Az atlanti-európai térség mérsékelt szélességein a nyomás emelkedése, míg a poláris térségben csökkenése figyelhető meg. A modellek ezt csak részben tudták visszaadni

pai térségben, s így hazánk térségében is, hatalmas területen nőtt a légnyomás, vagyis a derült anticiklonális időjárási helyzetek aránya nő, a borult, ciklonális helyzetek rovására (7. ábra). A nagytérségű folyamatok modellezésével ugyanakkor ez a változás csak kisebb részben magyarázható, ami az előrejelzések bizonytalanságára utal.

A hősziget-hatás kapcsolata a légszennyezéssel

Hazánkban a napi maximumhőmérséklet természetes sík felszínek felett az év 10–30 napján meghaladja az ún. hőségnap nemzetközi kritériumát, a 30 °C-ot. Nagyvárosainkban ennél 2–6 fokkal melegebb van, azaz hazánk népességének 1/3-a ennél jóval hosszabb ideig, átlagosan évi 30–60 napon át ki van téve a túlmelegedés okozta környezeti stressznek. Ilyenkor szervezetünket a napsugárzásból, valamint az épületek kisugárzásából származó többlet hőbevitel, a szélcsend és a zsúfoltság okozta korlátozott hőleadás is fokozottan terheli.

Sőt, a legerősebb hősziget-hatást előidéző szélcsendes, napos nyári időben a városlakók helyzetét súlyosbítja az egyidejűleg kialakuló magas ózon- (8. ábra) és a szállópor-koncentráció járulékos veszélytényezője is. Ez azzal ma-

gyarázható, hogy a nitrogén-dioxid a felszín közelében a napsugárzás hatására és a hőmérséklet emelkedés függvényében ózonná alakul. A napi maximumhőmérséklet 30 °C fölé emelkedése emiatt növeli azon napok számát, amikor az ózonkoncentráció eléri az érzékeny embereknek már egészségi kockázatot hordozó szintet.

Az időjárás és a városi légszennyezettség kapcsolatáról beszámolt Makra et al., (2007), akik azt vizsgálták, hogy mely időjárási típusokban erős a légszennyezettség. Megállapításaiukat Szegegd belvárosi légszennyezettség adataira alapozták. E vizsgálatok szerint a 13 Péczy-féle időjárási típus (Péczy, 1983) közül a magasabb szennyezettségek rendre anticiklonális helyzetekhez, az alacsonyabbak pedig ciklonális helyzetekhez illetve erős széllel járó anticiklon-peremi helyzetekhez kötődnek. Az előbbieken a leszálló áramlás, napos idő és a szélcsend segíti, utóbbiakban a feláramlás és az erős szél enyhíti szennyezőanyagok felhalmozódását.

A városi mikroklima módosításának lehetőségei

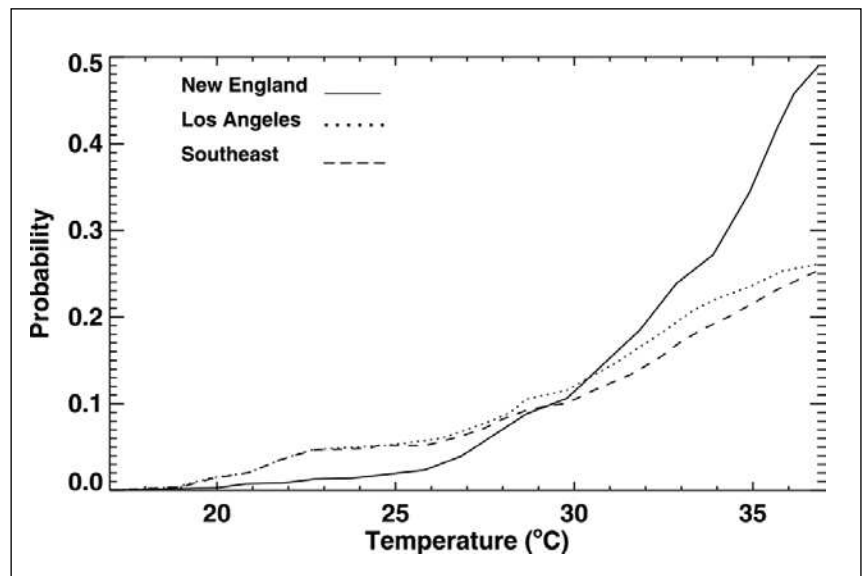
A klímaváltozás valószínűleg maga után vonja a nagyon magas nyári hő-

pontjából kritikus napi középhőmérséklet trendjei a 70-es évek közepétől emelkedő tendenciát mutatnak, vagyis a felmelegedéssel párhuzamosan nő a küszöb-átlépések száma.

Ezzel egy időben az átlagos „napi csapadékosság” is növekszik, azaz a csapadékos napokon lehullott átlagos csapadék mennyisége nő. Ez azt jelenti, hogy nő az eseti vízbevitel, tehát nagyobb csatornkapacitás szükséges.

A jövőben egyre fontosabb lesz az adaptáció, mind a rövid távú, mind a hosszabb távú alkalmazkodás. (A hosszabb távú alkalmazkodást nevezhetjük hatásmérséklésnek, angoltól fordítva mitigációnak, hiszen itt a cél a magának a hatásnak a mérséklése.) A rövid távú alkalmazkodáshoz az egészségügy orvosteorológiai előrejelzéseket, riasztásokat használ fel, mivel a hőhullámok a városi lakosságot fenyegetik a legjobban. Ezért is nagyon fontos, hogy az illetékes hatóságok a megfelelő időben, vagy amilyen korán csak lehet, meghozzák a szükséges döntéseket. (A hőhullámok egészségi hatásairól a következő pontban szólnunk.)

A hosszabb távú, tartós alkalmazkodásnak több módja is van. A várostervezésben az utcai és beltéri hőstressz csökkentése a cél, zöld és tágas nyílt terek, a légáramlás kialakításával, fák ültetésével,



8. ábra. Az USA 8 órás ózon-küszöbértékének (0,08 ppm) átlépési valószínűsége a hőmérséklet függvényében. Az ózonkoncentrációt elsősorban nem a hőmérséklet, hanem az erős napsütés fokozza! (Lin et al., 2001)

mérsékleteket, így gyakoribbá válnak az anticiklonális helyzetek, melyek mind a szennyezett levegő „beragadásának”, mind a hosszantartó hőhullámok kialakulásának kedveznek. A hőségriadó szem-

vel, az albedó és az antropogén hőtermelés csökkentésével. Az épülettervezés is fontos szerepet kap: a beltéri hőstressz gyengítése érdekében növelni kell az épületek hőkapacitását, s a lakhelyek

megfelelő tájolásával a hatékony besugárzást szükséges szabályozni. A zöld növényekkel borított tető csökkenti a nappali felmelegedést, és kissé az éjszakai lehülést is. Ez a megoldás drágább ugyan, de előnye az időtállóság, ami a hőháztartás és a vízháztartás kiegyensúlyozottságában fontos szerepet játszik. Az ilyen típusú tetők albedója nagyobb, több fényt vernek vissza és a szokásos tetőzettel ellentétben a víz lassabban zú-

drágább ugyan, de előnye az időtállóság, mind a hőháztartás, mind a vízháztartás kiegyensúlyozottságában fontos szerepet játszik. Az ilyen típusú tetők albedója nagyobb, több fényt vernek vissza és a szokásos tetőzettel ellentétben a víz lassabban zúdul az utcára és folyik el a csatornába.

Az épületekkel tagolt felszín változottsága a légáramlási viszonyokban jelentős helyi eltéréseket okoz. A terepméresek anyaga általában túl csekély egy-

A beavatkozás jellege:	A beavatkozás módja
Rövid távú alkalmazkodás	Orvosmeteorológiai előrejelzés Hőségriadó: több kapacitás az egészségügyben
Tartós hatásmérséklés I. Várostervezés	<ul style="list-style-type: none"> zöld és tágas nyílt terek, fák; szellőzés, légáramlás; albedó; antropogén hőtermelés;
Tartós hatásmérséklés II. Épülettervezés	<ul style="list-style-type: none"> hőkapacitás növelése; a lakóhelyek égtájak szerint tájolása; a besugárzás szabályozása; a passzív hűtés lehetőségeinek bővítése;

1. táblázat. Lehetséges lépések a városi túlmelegedés enyhítésére

dul az utcára és folyik el a csatornába. A felsorolt lehetőségeket röviden az **1. táblázatban** foglaltuk össze.

A városi hősziget-hatás fokozza az egyébként is meleg napok hőterhelését, ami szélső esetben indokolttá teheti hőségriadó bevezetését. Ennek első foka a figyelmeztető jelzés, amikor legalább egy napon eléri a napi középhőmérséklet a 25 °C–ot. A második fok a készültség jelzés, amikor legalább három egymást követő napon eléri a napi középhőmérséklet a 25 °C–ot, vagy legalább egy napon eléri a napi középhőmérséklet a 27 °C–ot. A legmagasabb fok a riadó jelzés, amikor legalább három egymást követő napon eléri a napi középhőmérséklet a 27 °C–ot.

A hosszabb távú, tartós alkalmazkodásnak több módja is van. A várostervezésben az utcai és beltéri hőstressz csökkentése a fő cél, zöld és tágas nyílt terek, szellőzés, légáramlás kialakításával, fák ültetésével, az albedó és az antropogén hőtermelés csökkentésével.

Az épülettervezés is fontos, aminek keretében a beltéri hőstressz csökkentése érdekében növelni kell az épületek hőkapacitását, a lakhelyek megfelelő tájolásával pedig a hatékony, de nem túlzott mértékű besugárzás biztosítása a cél. A zöld növényvel borított tető erősen csökkenti a nappali felmelegedést, és kissé az éjszakai lehülést is. Ez a megoldás

egy beépítési típus szél-módosító hatásának számszerű jellemzéséhez. Az eltérések mértékét jól érzékelteti, hogy a városi járdákon 10–50%-kal kisebb az átlagos szélsebesség, mint az úttest közepén. A faszorral szegélyezett utcákon a szélsebesség akár 20–30%-kal is mérséklődhet.

A légszennyezés negatív hatásait kétféle módon csökkenthetjük. Az egyik nyilvánvaló eljárás a kibocsátás csökkentése. A másik járható út az adott viszonyok mellett a környezet olyan kialakítása, amely kedvezőbb mikroklimatikus viszonyokat, azaz jobb átkeveredést biztosít. Az *átszellőzés* érdekében meg kell őrizni a városközpont felé tartó egyenes és kellően széles útvonalakat. A külterületek felszínét világos színűre érdemes változtatni, hogy ezzel is hűtő hatást fejtsünk ki a városközpont felé áramló levegőre, egyben fokozva a belváros és a hűvös külterület közötti légcserét. A házak közötti távolság megnövekedésével javulnak a közlekedésből származó kibocsátás felhígulásának feltételei. Az utak mentén kialakított zöldfelületek kedvezőbbé teszik a mikroklimatikus komfortviszonyokat. Cserjék, fák ültetésével jelentős zajcsökkentő hatás is elérhető.

Hivatkozások:

- Bartholy J., Matyasovszky I., Bogárdi I. (1995): Effect of climate change on regional precipitation in Lake Balaton watershed. *Theoretical & Applied Climatology*, Springer Verl. vol. 51., No. 4., pp. 237-250.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Dezső, Zs., 2005: A hazai nagyvárosok hősziget hatásának elemzése finomfelbontású műholdképek alapján. *AGRO-21 Füzetek*, 44, 32-44.
- Gillett, N.P., Allan, R.J., Ansell, T.J., 2005: Detection of external influence on sea level pressure with a multi-model ensemble. *Geophysical Research Letter*, 32, L19714
- Goldreich Y., 2009: Updating the urban topoclimatology - a review. In: *The 7th International Conference on Urban Climate*, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan CD-ROM. 1-4 pp.
- Landsberg H.E., 1981: *The urban climate*. Academic Press, New York, 275 p
- Mika, J., 1988: A globális felmelegedés regionális sajátosságai a Kárpát-medencében. *Időjárás*, 92, 178-189.
- Mika, J., 1998: A városi hősziget-hatás és a globális klímaváltozás kapcsolatáról. *Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok*, 6, 69-80.
- Oke, T. R., 1979: *Boundary Layer Climates*. John Wiley and Sons, 372 pp
- Péczely, Gy., 1983: *Magyarország makroszinoptikus helyzeteinek katalógusa (1881-1983)*. OMSZ Kisebbségi Kiadványai, 53, Budapest
- Pongrácz, R., Bartholy, J., Dezső, Zs., 2010: Application of remotely sensed thermal information to urban climatology of Central European cities. *Physics and Chemistry of the Earth*, 35(1-2), 95-99.
- Unger J., 1996: Heat island intensity with different meteorological conditions in a medium-sized town: Szeged, Hungary. *Theoretical and Applied Climatology*, 54, 147-151.
- Unger, J., 2006: Modelling of the annual mean maximum urban heat island with the application of 2 and 3D surface parameters. *Climate Research*, 30, 215-226.
- Unger, J., Gál, T., Rakonczai, J., Mucsi, L., Szatmári, J., Tobak, Z., van Leeuwen, B., Fiala, K., 2010: Modeling of the urban heat island patterns based on the relationship between surface and air temperatures. *Időjárás*, 114, 287-302.

A szerző munkáját az OTKA K-68277 kutatási projektje is támogatta.



FARKAS ALEXANDRA

A viking kaland és a középkori éghajlat-ingadozások

Miért tűntek el a vikingek Grönlandról?

Az általunk ma összefoglaló néven vikingeknek (vagy normannoknak, varégeknek) nevezett népek hazája a mai Svédország, Dánia és Norvégia területén volt, tehát e három ország mai lakóinak őseiként ismerjük őket. A skandináv országok fekvéséből eredően a térség lakói már 3500 évvel ezelőtt foglalkoztak hajózással, s a vízi úton történő utazáshoz és szállításhoz való köztötség okán az évszázadok alatt elsőrendű hajóácsokká és tengerészekké váltak (1. ábra).

Az Európa minden irányába elinduló, máig vitatott okokból bekövetkező kirajzásuk a VIII. század végétől indult meg (Dugmore és társai 2005). Ettől kezdve számos alkalommal hajtottak végre sárkányhajóikkal váratlan, véres kalóztámadásokat szerte a Brit-szigetek térségében az év azon időszakában, mikor a tenger elég nyugodt volt a vitorlázáshoz. A vad portyázásokon túl azonban néhányan csupán a jobb megélhetés és az új területek felkeresése céljából hagyták el korábbi lakóhelyüket, és indultak el békés szándékkal nyugat felé, ismeretlen vizekre. Az útvonalakról, az ismert helyek közti vitorlázás időtartamairól, az árapályokról, a jégről és az éghajlatról szerzett tudásuk a hajóutak során fokozatosan alakult ki. A vakmerő hajósok ily módon jutottak el az akkor már lakott Shetland- és Orkney-szigetekre, és így fedezték fel 820 körül a korábban ismeretlen Feröer-szigeteket, majd 861-ben Izlandot és 982-ben Grönlandot is (1. ábra). Mind távolabbra és nyugatabbra merészkedve népesítették be az említett földeket.

Élet a viking telepeken

Az újonnan felfedezett szigeteken többek között az éghajlati viszonyok változása által nagyban befolyásolt mostoha életkörülmények uralkodtak (Dugmore és társai 2005, Orlove 2005). A Feröer-szigetek egyikén sem volt művelhető síkság vagy gazdagságot hozó természeti kincs, emellett az erős szél és a sós tengeri pára állandó jelenléte miatt összefüggő erdők sem alakultak ki. Az eredeti (alacsony fűzből, borókából és



1. ábra. A vikingek terjeszkedésének fő irányai és néhány fennmaradt viking hajó maradványa

nyírből álló) fás vegetációt ráadásul a vikingek érkezésükkor letarolták, és az később a magukkal hozott legelő juhok miatt nem is regenerálódott. A telepesek csak árpát és zöldségeket tudtak termeszteni, illetve juh-tenyésztéssel és halászattal foglalkoztak. Az épületekhez szükséges fát, a használati tárgyaikhoz szükséges kőzeteket és ásványokat, illetve a szükséges élelmiszereket valószínűleg halak eladásából fedezték.

„Jégország” (Izland) délnyugati vidékén ennél élhetőbb körülményekre leltek a vikingek. Dús hegyi legelőket és halban gazdag folyókat találtak ott, továbbá nyírfaedők törzseiből, uszadékfából és érctelepekből juthattak hozzá a legszükségesebb nyersanyagokhoz. A nyír- és fűzerdőket kiirtva könnyen dús fűvű legelőkhöz jutottak az alacsonyan fekvő területeken is, a Golf-áramlás által fűtött déli part mentén pedig kedvezőek voltak a körülmények a növénytermesztéshez. A sziget többi részét azonban lakhatatlanná tették az összefüggő jég- és lávafelszínek. Az izlandi vulkánok (például a 920-ban és 934-ben kitörő Katla, illetve az 1104-ben, 1158–1159-ben

és 1206-ban működő Hekla) kitörései a lakosságot sok esetben közvetlenül is érintették: a szétterjedő hamu időről időre nagy területen akadályozta a növénytermesztést, és több tanyát is eltemetett.

A vikingek a többszörös gyilkosságért Izlandról száműzött Vörös Erik vezetésével „Zöldföld” (Grönland) délnyugati, jégmentes parti sávján találtak letelepedésre alkalmas földet. Itt alapították meg a *Keleti*, és 500 kilométerrel északabbra a *Nyugati Települést*. A megélhetés itt is igen bizonytalan volt. A gabona a kedvezőtlen éghajlat okán nem termett meg, így a telepesek kecske-, juh- és lótenyésztésből éltek, s e háziállatok termékeiből tartották fenn magukat. Az állatok a nyári hónapokban a szabadban, az év többi részén lakóházak közelében kialakított istállókban voltak. Az állattartást – a tenger közelségét tekintve meglepő módon – csak ritkán egészítették ki halászattal. A grönlandiak számára a vadászat is nagy jelentőségű volt, mivel annak köszönhetően jutottak alapvető élelmiszerekhez, és később a szerte Európában eladott olyan értékes árukhoz, mint a rozmarinyar, a

rozsmár- és főkabór, vagy a rénszarvas-, jegesmedve- és rókaprém. A Nyugati és a Keleti Település lakossága – főként a más éghajlati adottságok miatt – nem egyformán végezte e tevékenységeket, így a társadalmat kölcsönös függőség és belső árucserre is jellemezte, ami túlélést jelentett egy olyan környezetben, ahol külön-külön egyik gazdasági ágazat sem lett volna elegendő fennmaradásukhoz.

Kedvezőbb éghajlat

A IX–XIV. századi észak-atlanti kolonizáció a mai zord meteorológiai körülmények között valószínűleg lehetetlen lett volna, a felfedezőutak azonban éppen a középkori klímaoptimum időszakára estek (2. ábra). Ez az átlagosnál melegebb időszak (aminek létezésére számos tudományág képviselői találtak bizonyítékokat) 650–880 között kezdődhetett, és 1030–1220 között érhetett véget (Ogilvie és társai 2000). A korabeli források szerint ebben az időszakban meleg-száraz nyarak és enyhe telek voltak jellemzők, ami 1–2 °C-kal magasabb évi átlaghőmérséklettel járt együtt a XX. század elejéhez képest. Az úszó sarkvidéki jégablak igen ritkán, csupán néhány hidegebb évben tűntek fel a szigetek mentén, ami az átlagosnál 2–4 °C-kal melegebb tengervizet is jelenthetett.

A melegebb hatására a fagyos időszakok Európa-szerte ritkábbak voltak, a hótakaró rövidebb ideig volt jelen, a gleccserek visszahúzódtak, és az erdőhatárral kapcsolatos adatok is bizonyítják a kedvezőbb éghajlatot: az Alpokban például a mainál 70–200 méterrel magasabban húzódtott ez a határ a klímaoptimum idején. A feljegyzésekből a domboldalakon átlagosan 100–200 méterrel feljebb húzódtó megművelt területekről és a mindenütt tapasztalható bőséges terméstről is tudomást szerezhetünk (Behringer 2010). Pollenvizsgálatok kimutatták, hogy a mai Norvégia területén igen fejlett volt a gabonatermesztés: a 63° északi szélességig megtermett a búza, és közel a 70° északi szélességig természetek árpfelületet.

A korabeli kedvezőbb éghajlatot felszíni formakincsek és faégyűrűk változásai, valamint grönlandi jég- és tőüledékfúrás-elemzések is egyértelműen igazolják (Barlow és társai 1997). A trópusi területekről és a déli féltekéről származó adatokból kevés áll rendelkezésre ahhoz, hogy megbízható következtetések legyenek levonhatók a középkori meleg periódus globális voltát illetően. Anyoni azonban bizonyos, hogy Európában és az észak-atlanti térségben a mainál magasabb volt az átlaghőmérséklet. Ez kétségtelenül kedvezően hatott a hajózási időszak hosszára és optimális feltételeket teremtett a vikingek észak-atlanti óceáni szigeteken való letelepedésére. A grönlandi letelepedés első éveiben tapasztalt kedvező éghajlati viszonyok meg-

határozóak voltak az életkörülmények megalapozásában és a gazdaságok létrehozásában. A kedvezőbb éghajlati viszonyok járulhattak hozzá ahhoz is, hogy 1000 körül a viking hajósok az észak-amerikai kontinensre is eljutottak, ahol többek között értékes erdőterülettel és vadon termő szőlővel találkoztak.

Eltűnés Grönlandról

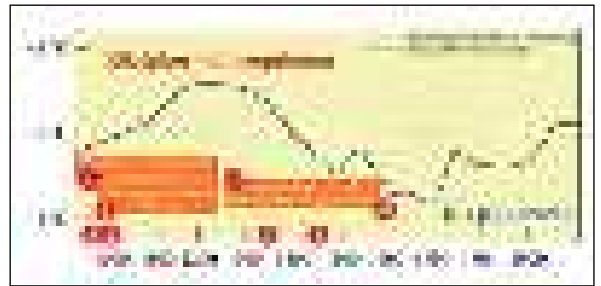
Amikor egy norvég misszionárius a honfitársaihoz Grönlandra hajózott, egyetlen telepést sem talált, csupán a romok mesélték a hajdani időkről. A vikingek eltűntek Grönlandról: a XIV. század közepén a Nyugati, majd a XV. század közepén a Keleti Települést is elhagyták. Ennek folyamata és oka sokáig a középkori történelem egyik rejtélye volt. McGovern (1997) alapján a grönlandi viking telepek elnéptelenedését a kezdettől fogva sérülékeny gazdaság összeomlása okozhatta. Mezőgazdasági tevékenységeiket és vadászatukat mindvégig skandináv hagyományok alapján folytatták, anélkül, hogy alkalmazkodtak volna a helyi körülményekhez. Ugyanazokat az állatokat szerették volna tartani Grönlandon is, mint a skandináv őshazájában, holott csak némelyikük bírta a zord viszonyokat. Grönlandról a makkfélékben bővelkedő erdők is teljesen hiányoztak, így táplálék híján a disznók száma is drasztikusan csökkent. A magukkal hozott háziállatok közül jórészt csak a hidegtűrő juhok és kecskék, illetve az igavonásra használt lovak maradtak meg. Ezek azonban lelegelték és letaposták a friss hajtásokat, ami miatt egyre gyérült a növényzet, ez pedig a talaj számára egyre kisebb védelmet nyújtott a széllel és vízzel szemben. Egyre nagyobb területeken jelentett gondot a talajerózió, amit tovább erősített, hogy a vikingek a fahiány miatt építkezésre és tüzelésre is a földből kivágott gyepféglákat használták.

Az új módszerek hiánya, a talaj kimerülése és a csökkenő állattenyésztés együtt súlyos élelmiszerhiányt eredményezhetett. Ráadásul a legfontosabb viking árut (a rozsmáragyart) az európaiak később más forrásból szereztek be, és több kereskedelmi kapcsolat megszűnésével a grönlandi telepések nem tudtak az alapvető élelmiszerekhez ezúton sem hozzájutni, ami tovább mélyítette az élelmiszerhiányt (Orlove 2005). Mindemellett 1349–1350-ben Norvégiát és Izlandot pestisjárvány sújtotta, ami szintén nehezítette a kapcsolatok fenn tartását. A XIV–XV. század fordulóján a norvégiai kikötők elleni kalóztámadások szintén akadályozhatták a két terület közti kereskedelmet. Később, a XV–XVI. század során e

kalóztámadások a feröeri, izlandi és grönlandi telepeket közvetlenül is érintették. A váratlan rajtaütések és fosztogatások ismétlődtek, ami az élelmiszerellátás elégtelenségével együtt döntő csapást mérhetett az apró grönlandi közösségre.

Kis jégkorszaki lehülés

A grönlandi telepések eltűnésében az éghajlati viszonyok romlása játszhatta a fő szerepet, ami nem kizárólagos, hanem az említett okokkal együtt jelenthetett végzetes problémát. A viking telepések egy-egy hidegebb nyarú évet még átvészelhettek, ám több, egymást követő kedvezőtlen időjárási viszonyokkal jellemezhető év már nem csupán néhány gazdaságot, hanem az egész közös-



2. ábra. A vikingek terjeszkedése és hanyatlása, valamint a földi átlaghőmérséklet változásának összefüggései

séget a kihálás szélére juttathatta az élelmiszerkészletek felélése miatt.

Paleoklimatológiai kutatások bizonyítják, hogy a grönlandi vikingek eltűnésének időszakában valóban romlottak az éghajlati viszonyok és egy hideg periódus vette kezdetét 1270 körül (2. ábra). A Grönland középső területéről származó jégfuratok elemzése szerint a XIV. század elején 1308–1318, 1324–1329, 1343–1362 és 1380–1384 között a hőmérséklet tovább csökkent, jóval alacsonyabb volt az átlagosnál (Barlow és társai 1997). Az ekkortól megjelenő, több évszázados lehülés hozó kis jégkorszakban a mainál 0,5–0,7 °C-kal volt alacsonyabb a grönlandi átlaghőmérséklet. Mivel az 1343-ban kezdődő leghosszabb fagyos időszak egybe esett a Nyugati Település elhagyásával, könnyen beláthatjuk, hogy a rendkívüli változások nagy hatást gyakorolhattak a törékeny grönlandi társadalomra. Az éghajlati viszonyok 1510–1680 között tovább romlottak, a szélsőséges hideg gyakoriságának megnövekedése pedig végül a Keleti Település elnéptelenedéséhez is vezetett.

A kis jégkorszakban tapasztalt lehülés egész Európában érezte hatását, így a vikingek által lakott többi terület hanyatlásához is hozzájárult (Behringer 2010). Izland egyre hidegebb vízi fjordjaiból eltűnt néhány halfaj, így sok helyen kénytelenek voltak felhagyni a

halászzalatt. Emellett számos, a viking honfoglalás óta virágzó parasztagazdaság ment tönkre a mezőgazdasági tevékenységekhez alkalmatlan éghajlati viszonyok, a tenyészidőszak rövidülése miatt. Az Izland északi részén lévő termékeny völgyeket az előrenyomuló gleccserek és az összetorlódtott tengeri jégtablák hónapokra elzárták a sziget többi részétől, még a sziget déli kikötői is csak rövid ideig voltak jégmentesek. A vikingek túlélését 1300 után a megmaradt halfajokkal való kereskedelem biztosította. A skandináviai parasztagazdaságok közül is rendkívül sok elnéptelenedett az időjárás viszonyok romlása miatt. A 300 méter meghaladó magasságban oly mértékben lerövidült a vegetációs időszak, hogy bizonytalanná vált a gabonatermesztés, és ezzel összefüggésben az állattenyésztés is hanyatlásnak indult. Másfelől a természeti katasztrófák száma is megsokasodott, főként az erős esőzéseket és a hóolvadást követő áradások, hegyomlások és földcsuszamlások okoztak nagy károkat.

A középkori klímaoptimumot több olyan évszázad követte, mikor az erdőhatár mindenütt alacsonyabbra szorult, a lehülési hullámokban pedig a gleccserek újra és újra mélyebbre nyomultak a völgyekben. A kis jégkorszak alatt az elmúlt 12 ezer év egyik leghidegebb periódusa volt megtapasztható. A XIV. század elejétől a XIX. század végéig tartó időszakban a rövidülő nyarak és a zord telek következtében a gabonatermesztés Európa-szerte drasztikusan csökkent. Az északi területeken a szántóföldek mindenütt összeszűkültek, Grönlandon pedig teljesen el is tűntek. A Nyugati Település maradványainak feltárása nyomán jól el tudjuk képzelni az utolsó időszak eseményeit: a legtávolabbi maradó telepések a végsőig kitarítottak, s csak akkor hagyták el otthonaikat, amikor már a legtolsó marhát és borjút, sőt még a kutyákat is leölték és megették (McGovern 1997).

Az összefüggő sarki jégtakaró és az úszó jég határának délre nyomulása miatt a 60. szélességi foktól északra (azaz éppen a vikingek hajózási útvonalán) szinte lehetetlenné vált a hajózás. Egyes hipotézisek szerint a jég által elzárt útvonalak helyett a vikingek grönlandi telepeiket és norvégiai kapcsolataikat felhagyva újabb letelepedés reményében nyugat felé hajózhattak, ám erre semmilyen bizonyíték nem utal.

A középkori éghajlatingadozások nyomában

A földtörténeti múlt során számos alkalommal lezajlottak ehhez hasonló, viszonylag rövid ideig tartó (10-1000 év alatt végbemenő) éghajlatingadozások, bár megjelenésük és hatásuk igen különböző volt. Mivel a napsugárzás minden földi folyamatra hatással van, kézenfekvő, hogy a naptevékeny-

ség jellemzőiben bekövetkezett változások szoros kapcsolatban állhatnak az ilyen rövid időtartamú éghajlati változásokkal. Bradley és társai (2003) a viking terjeszkedés időszakában tapasztalt kedvező éghajlatot az 1120–1280 közötti, mainál intenzívebb naptevékenységgel magyarázták. Véleményük szerint a megnövekedett napsugárzás hatására fokozódott az ózon keletkezése, ezáltal pedig a sztratoszféra hőmérséklete megnövekedett. E hőmérsékletváltozás hatással volt a teljes földi légkörszere, végső soron melegebb éghajlatot eredményezve Európa nagy részén.

Más kutatók a kis jégkorszakot is a naptevékenység kedvezőtlen változásával hozzák összefüggésbe. Foukal és társai (2011) szerint napfoltminimum idején a sötét napfoltok hiánya fényesebbé és forróbbá teszi ugyan a Nap felszínét, viszont a napkitörések elmaradásával az összesített energialeadás csökken, ami eredményezheti a földi átlaghőmérséklet csökkenését. Éppen ez történhetett a kis jégkorszak leghidegebb időszakaival egybeeső két rendellenesen alacsony naptevékenységi időszakban, az 1400–1510 közötti Spörer-minimum és az 1645–1715 közötti Maunder-minimum idején.

Egy másik fontos, az éghajlatot rövidtávon befolyásoló tényezőt jelentenek a vulkánkitörések. Ezt bizonyítja például az izlandi Laki vulkán 1783-as kitörése, ami fojtó szmogot és 1783–1784 telén 1,5 °C átlagos hőmérséklet-csökkenést eredményezett az északi félteke nagy részén. Az óriási vulkánkitöréseket követően nagy mennyiségű hamu és kén-dioxid gáz jut a légkör magas részeibe. Az ottani szétterjedés közben a kén-dioxid szulfát aeroszollá alakul, ami visszaveri, illetve elnyeli a napsugárzás egy részét, csökkentve ezzel a felszínre jutó besugárzás mértékét. A légkörbe kerülő rengeteg vulkáni aeroszolrészecske a vízpára kicsapódását is elősegíti, így módon a vulkánkitörések után fokozott felhőképződés is tapasztalható, ami a több kiszűrt fényvel együtt nagyfokú hatással bír a felszíni hőmérséklet csökkenésére.

A kis jégkorszakot jellemző lehülési periódus okaként több kutató a fokozott vulkáni tevékenységet jelöli meg. Hammer és társai (1981) az 1250–1500, illetve az 1550–1700 között lezajló igen magas vulkáni aktivitást jelölik meg a drasztikus kis jégkorszaki lehülés okozójaként, míg Crowley és társai (2008) a kis jégkorszak második felének hidegebb időszakait hozzák összefüggésbe egy japán és egy Fülöp-szigeteki vulkánkitöréssel. A XVIII. században megfigyelhető melegebb véleményük szerint egyértelműen összefügg az akkori alacsony vulkáni aktivitással, a XIX. század elején tapasztalható újbóli lehülés pedig egy trópusi vulkán 1804-es kitörésével magyarázható.

Az egymást követő robbanásos vulkánkitörések után jelentkező lehülés a földi rendszerek közti kölcsönhatások miatt tartóssá is

válhat. A hűvös nyarak gyakorisága akkor sem csökken, ha a vulkáni aeroszolok már kiürültek a légkör magasabb rétegeiből, hiszen a hűvös időszakban megnövekedő jégmennyiség tovább tartósítja a hideget. Valószínűleg a kis jégkorszakot is egy olyan 50 éves periódusnak kellett megelőznie, aminek során kén-dioxidban igen gazdag robbanásos kitörések zajlottak le. A légkörbe kerülő, kitörésenként 60 millió tonna vulkáni aeroszol jelenléte miatt az északi félteke besugárzása jóval alacsonyabb lehetett, ennek köszönhetően csökkenthetett az átlaghőmérséklet, ami többek között a tengeri jég mennyiségének növekedéséhez vezethetett.

A történelmi feljegyzések és a legújabb kutatások is azt támasztják tehát alá, hogy a vikingek felfedezőútjai és az észak-atlanti térségben való letelepedése enyhébb éghajlati körülményekhez, míg a szigetekről, főleg Grönlandról történő eltűnésük a kis jégkorszaki lehüléshez köthető. Am a bemutatott jelenségek éghajlatra gyakorolt hatásait átfogóan kell értelmeznünk. A középkori éghajlatingadozások minden bizonnyal a robbanásos vulkánkitörések előfordulásának, az eltérő naptevékenységi időszakok során tapasztalható változó mértékű napbesugárzásnak, illetve a légkör-óceán-jégszféra rendszer változékony belső folyamatainak együttes kombinációjaként alakulhattak ki.

Irodalom:

- Barlow és társai (1997) Interdisciplinary investigations of the end of the Norse Western Settlement in Greenland. *The Holocene* 7. 4. pp. 489-499.
- Behringer (2010) A klíma kultúrtörténete. A jégkorszaktól a globális felmelegedésig. Corvina Kiadó. 343 p.
- Bradley és társai (2003) Climate in Medieval Time. *Science* 302. 5644. pp. 404-405.
- Crowley és társai (2008) Volcanism and the Little Ice Age. *PAGES News* 16. 2. pp. 22-23.
- Dugmore és társai (2005) The Norse landnám on the North Atlantic islands: an environmental impact assessment. *Polar Record* 41. 216. pp. 21–37.
- Foukal és társai (2011) Dimming of the 17th century Sun. *The Astrophysical Journal Letters* 733. L38.
- Hammer és társai (1981) Past volcanism and climate revealed by Greenland ice cores. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 11. 1. pp. 3-10.
- McGovern (1997) Death in Norse Greenland. *Science* 275. 5302. pp. 924-926.
- Ogilvie és társai (2000) North Atlantic climate c. ad. 1000: Millennial reflections on the Viking discoveries of Iceland, Greenland and North America. *Weather* 55. pp. 34-45.
- Orlove (2005) Human adaptation to climate change: a review of three historical cases and some general perspectives. *Environmental Science & Policy* 8. pp. 589-600.

Mit mutat a cirkadián óra?

A növényi cirkadián óra kutatása a szűkebb szakterülete Kozma-Bognár Lászlónak, az MTA Szegedi Biológiai Kutatóintézete tudományos főmunkatársának. Vizsgálataik az utóbbi években elsősorban az órabeállítás molekuláris mechanizmusának a feltárása irányulnak.

– A cirkadián óráról a mindenki előtt jól ismert biológiai óra jelensége jut elsőként az ember eszébe...

– És helyesen, mert a cirkadián ritmus is „napi biológiai program”, olyan, nagyjából 24 órás ciklus, ami az élőlények biokémiai, fiziológiai folyamataiban vagy viselkedésében lép fel. A „cirkadián” szó azt jelenti: „körülbelül egy napos”. A cirkadián ritmusokat az élőlény belső, saját időmérő rendszere vezérli, ezt nevezük cirkadián órának, de fontos külső, szinkronizáló stimulusok segítenek beállítani. A legfontosabb közülük a napfény. A cirkadián ritmus az emberben is működik, mint minden más élőlényben, de főleg csak a zavarainál figyelünk fel rá, ilyen a jat-leg, amikor az ember repülőgéppel rövid idő alatt több időzónán halad át, és napokba telik, míg rendeződik az alvás-ébrenlét ritmusa. Azt a folyamatot, melynek során a cirkadián óra szinkronba kerül a külső környezettel, az óra beállítódásának nevezük.

– Ez az óra ezek szerint a növényekben is megtalálható, és működésében meglepően hasonlít az emberben lévő órához...

– Nem túl régen vált ismertté, hogy a cirkadián órának a „magja”, az a központi rész, amely létrehozza a 24 órás oszcillációt, váltakozást, génekből és az általuk kódolt fehérjékből épül fel. Egy adott gén (óragén) kódol egy fehérjét (óraféhrje), s mikor a gén kifejeződik, azaz a fehérje termelődik, akkor utána az adott fehérje áttételeken keresztül gátolja önmaga génjét. Ekkor, a fehérjeszint felfutása után következik a visszagátlás, ami a fehérjeszint csökkenéséhez vezet, s az egész kezdődik elölről – ez s negatív visszacsatolós szabályozás működött minden sejtmagvas élőlényben található cirkadián órát.

Hogy ez a növényekben miként jelenik meg, arra nagyon jó példákat talál. A zöld növények a napfényből szerzik a növekedéshez és fejlődéshez szükséges energiát, s ezt a fotoszintézis folyamatai teszik lehetővé számára. Az ember hajlamos azt gondolni, hogy mivel a fény és a fotoszintézis alapvetően fontos a növények számára, ha egy növényt nem teszünk ki az éjszakák és nappalok vál-

takozásának, hanem 24 órán keresztül megvilágítjuk, akkor 24 órán keresztül fotoszintetizál változatlan intenzitással. De ez nincs így, ha állandó fénybe helyezzük a növényt, akkor a növény éppúgy fotoszintetizál, illetve nem fotoszintetizál, mintha „rendes” körülmények között volna. Ez annak köszönhető, hogy a növényekben működő cirkadián óra nagyon szigorúan szabályozza azoknak a fehérjéknek a termelődését, amelyek a fotoszintézishez szükségesek. Ezekben a növényekben a fotoszintetikus apparátust működtető fehérjék főleg a nappal során, a napsugárzás hatására szintetizálódnak,

tézis megakadályozása. És ha az óra legfontosabb funkciója nem az, hogy állandó körülmények között is biztosítsa a ritmikus kifejeződést, akkor az valami más lesz, amit csak az utóbbi években sikerült „megfogni”. Arról van szó, hogy az óra amiatt, hogy képes ritmikusan szabályozni rengeteg folyamatot a növényekben, azzal bizonyos életfolyamatokat arra a napszakra időzít, amikor arra a növénynek a legnagyobb szüksége van. Ha máskor is működnének ezek az életfolyamatok, az óriási energia- és anyagpazarlást jelentene a növénynek.

Modellnövényünk – és általában min-



A kutató az Arabidopsis-ültetvényen

éjszaka nem termelődnek. Ez azonban nem egyszerű fényszabályozta folyamat, ezt mutatja az előbb ábrázolt példánk, miszerint, ha állandó fénynek tesszük ki a növényt, abban a napszakban, amikor éjszakának kellene lenni, ezek a fehérjék nem, vagy csak nagyon alacsony szinten termelődnek. Az egésznek a mozgatója az óra, ami ilyen ritmikus módon szabályozza a fotoszintézishez szükséges gének kifejeződését. Hozzá kell tenni az előbbiekhöz, hogy mivel az állandó fényviszonyok a valóságban nem jellemzők, az óra szerepe nem az állandó fotoszin-

den, a növényi cirkadián órát vizsgáló kutatócsoport modellnövénye – az Arabidopsis thaliana, a lúdfű. Egy kis keresztesvirágúról van szó, melynek a teljes genomja már évek óta ismert, és lehetőségünk van megnézni, milyen géneket szabályoz benne az óra. A növénynek van körülbelül 25 ezer génje, s ennek egyharmadát szabályozza az óra ritmikusan. A gének fehérjéket kódolnak, és a fehérje-homológia alapján nagyjából előre lehet sejteni, hogy az adott gén által kódolt fehérje „mit fog csinálni”, mi a funkciója. Ezek a genomszintű vizsgálatokból

származó eredmények adták az első jeleket arra vonatkozóan, hogy milyen sok életfolyamatot szabályoz az óra. Így például megfigyelték azt, hogy a keményítő lebontásáért felelős enzimeket kódoló gének kifejeződését az óra éjszakára időzíti. Azért, mert a növény nappal, amikor fotoszintetizál, keményítőt halmoz fel – a szén-dioxid megkötésével cukrokat gyárt, a cukrokat pedig keményítő formájában tárolja, és éjszaka, amikor nincs fényből származó energiabevétel, a keményítő-bontásból tud a növény energiát mobilizálni. Ennek biztosítása is az óraműködés egyik szembeötlő feladata.

– *Felsorolna néhány további példát is a cirkadián óra működésére?*

– Léteznek olyan pigmentek, színanyagok a növényekben, amelyek képesek elnyelni a káros UV-sugarakat. Ide tartoznak az antocián néven ismert színanyagok. „UV-stresszben” látni olyan növényi egyedeket, melyek nem zöld, hanem bordó vagy pirosas színűek. Ez egyfajta stresszválasz, és az említett szín az antocián-felhalmozódás következménye, attól vörösödik a növény. Az antociánok felhalmozódnak a bőrszöveti sejtekben,

kor nincs szükség e színanyagok termeléséhez, az óra nem engedi meg az említett gének kifejeződését.

Az Arabidopsis thaliana a káposzta rokona. És ahogyan a káposztának, a lúdfünek is kártevője a káposztalepke hernyója. Kiderült, hogy a növényekben létezik egy mechanizmus e levélragó károsítók ellen. A növények érzékelik, hogy megrágták őket – a sebzés maga a jel a védekezés beindítására. Ilyenkor egy speciális növényi hormon keletkezik, a jázmonsav. E hormonnak az a feladata, hogy bekapcsoljon bizonyos géneket a növényekben, melyek aztán olyan fehérjéket kódolnak, melyek különböző módon ártnak a növénykárosító élőlényeknek. E fehérjék között léteznek olyanok, amelyek toxikusak az adott rovar számára. Máskor, más növény esetében olyan fehérjék jönnek létre, melyek rossz ízűvé teszik azokat a sejteket, ahol ez a mechanizmus bekapcsolódott, így a rovar felhagyja a táplálkozással. Máskor emésztést gátló fehérjék termelődnek. Mindez viszonylag régóta ismert mechanizmus a növényekben. Visszatérve a káposztalepke hernyójához, nemrégiben mutatták ki, hogy

Többféle kísérletet is elvégeztek a lúdfüvel és a hernyókkal. Abban az esetben, amikor együtt nevelték az Arabidopsist és a káposztalepke-hernyókat, s ugyanabban a nappal-éjszaka ritmusban éltek, meghatározták azt, hogy az adott hernyó mennyi növényt fogyasztott el egy nap alatt az adott körülmények között. Más esetben külön-külön nevelték az Arabidopsist és a hernyókat, s ellentétes fázisra voltak beállítva. Amikor a növényeknek nappal volt, a hernyóknak éjszaka, s fordítva. Ezek után összeeresztették őket. Az összeeresztés első napján, amikor a hernyó, a benne működő, beállított cirkadián óra hatására „azt gondolta”, hogy most van nappal, akkor a növény, ugyanezen mechanizmus hatására „úgy gondolta”, most éjszaka van, ezért a jázmonsav-szintjük nagyon alacsony volt. Ekkor a hernyók sokkal többet fogyasztottak a növényből, mint normál körülmények között, mert a növény védekezési mechanizmusa ki volt kapcsolva. Amikorra a növény cirkadián órája alkalmazkodott a károsítás idejéhez, akkor termelődött a legtöbb jázmonsav a növényben, amikor kellett, s a hernyók táplálkozása nyomban visszafogottabb lett. Ez a példa – mint az eddig említett összes példa is – azt mutatja be, hogy az óra legfontosabb funkciója tényleg az, hogy bizonyos feladatokat bizonyos napszakra időzíti, míg azokban a napszakokban, amikor nincs szükség ezekre a folyamatokra, kikapcsolja őket, megtakarítva azokat az óriási energiákat a növény számára, melyeket egy-egy védekezési rendszer működtetése jelent. Tehát bizonyos folyamatok a növényben mindig a megfelelő napszakhoz vannak igazítva. Ezért fontos az a folyamat, amit a pályázat során vizsgáltunk, hogy a növényi óra (s persze minden élőlény órája) szinkronban legyen a külső környezet „órájával”. Vagyis, hogy nappal a növény is „azt gondolja”, hogy nappal van. Mert ha a belső, a szubjektív idő és a külső, valós idő „elcsúszik egymástól”, akkor olyan problémák keletkeznek, mint amilyet a hernyós kísérletben láttunk. Ilyen elcsúszások a természetben és egészséges növényekben természetesen nincsenek, mert a beállítás legfontosabb külső környezeti jele a fény. Márpedig jelen ismereteink szerint a hajnali fény az, ami az órát beállítja. Természetes körülmények között ez minden egyes nap megtörténik, biztosítva azt, hogy a belső és a külső idő közötti összhang mindig meglegyen.

– *Kutatásaik során mit sikerült kideríteniük eddig a növényi óra és a környezet órájának szinkronizálódásáról?*

– Kétséget kizáróan igazoltuk például, hogy a fényjel érzékelésében milyen fotoreceptorok játszanak szerepet. E



Az Arabidopsis thaliana, a cirkadián órát kutatók kísérleti növénye

és képesek elnyelni az UV-sugarakat, ezáltal pedig védeni az alatta lévő sejtrétegeket. De hogyan tudja a növény a kellő időpontra felhalmozni az elegendő mennyiségű antociánt? Az óra azokat a géneket, amelyek szükségesek az antocián színanyagok termeléséhez, még napkelte előtt, hajnalban bekapcsolja. Ezt olyan válaszként fogjuk fel, ami lehetővé teszi, hogy ezek a színanyagok a szükséges mértékig felhalmozódjanak, mire a Nap magasabbra hág, és az UV-sugárzás erősödik. Ugyanakkor este és éjjel, ami-

a káposztalepke hernyójában is „ketyeg” a cirkadián óra, a táplálkozási aktivitása ritmikus: a nappal közepén táplálkozik legintenzívebben. Kiderült, hogy az Arabidopsisban – és a káposztában is – minden inger nélkül, a nap közepén megemelkedik a jázmonsav-szint, a növény mintegy „felkészül” a támadásra. S ha a támadás valóban bekövetkezik, a harapás színhelyén még inkább termelődni fog a jázmonsav, de az egész növény szintjén megfigyelhető a napi ritmusú jázmonsav-termelődés.

fotoreceptorokat úgy kell elképzelni, hogy ezek a növény – mintegy – szemei, olyan fehérjék, amelyek képesek a fényt érzékelni, s a fényérzékelés után jelet küldeni az óra felé. Talán legfontosabb eredményünk e fotoreceptorok azonosítása volt.



Kozma-Bognár László, az SZBK tudományos főmunkatársa

Van egy „központi óra”, ahol az óragének és az általuk kódolt fehérjék alkotják a már említett visszacsatolós rendszert, ami „ketyeg”. Ez határozza meg a belső, a szubjektív időt. Ez mondja meg a növénynek, hogy milyen napszak van, s nem a külső, objektív idő. Ehhez csatlakozik egy olyan rendszer, ami a külső fényjeleket továbbítja a központi órához. E fényjelek nem azért kellenek, hogy az óra ketyegjen – az óra mindig „ketyeg”. A jelek ahhoz kellenek, hogy az óra összhangba kerüljön a külső fény-sötét ciklussal. Kutatócsoportunk ennek a fényjelátviteli rendszernek a két végpontját vizsgálja. A jelátviteli rendszer kezdetén kétféle fotoreceptor játszik fontos szerepet a fényjelek érzékelésében. Az egyik a fitokróm fotoreceptor-család, mely a vörös, illetve távoli vörös fényt képes elnyelni, a másik pedig a kriptokróm fotoreceptor-család, mely a kék fény elnyelésében játszik szerepet. Mindkét családban több fotoreceptor-fehérje található, s e két család együttesen a látható fény spektrumát jól lefedi. Ezekkel a fotoreceptorokkal biztosítja a növény, hogy biztosan „észrevegye” a fényt. Kutatásaink során a fitokróm-B receptorral foglalkoztunk részletesen, s kiderítettük, hogy a fitokróm-B fehérjének melyik része szükséges ahhoz, hogy ez a fényjel eljusson az órához; valamint megmutattuk, hogy a receptor a jel továbbítását csak akkor képes elvégezni, ha előtte a sejtmagba transzportálódott.

A világon elsőként sikerült igazolnunk, hogy létezik a látható fény mellett egy másik tartománya is a spektrumnak, mely szintén jelként hasznosul az óra felé, s ez az UV-B – tehát, a látható fényhez hasonlóan, ez is beállító szignálként viselkedik.

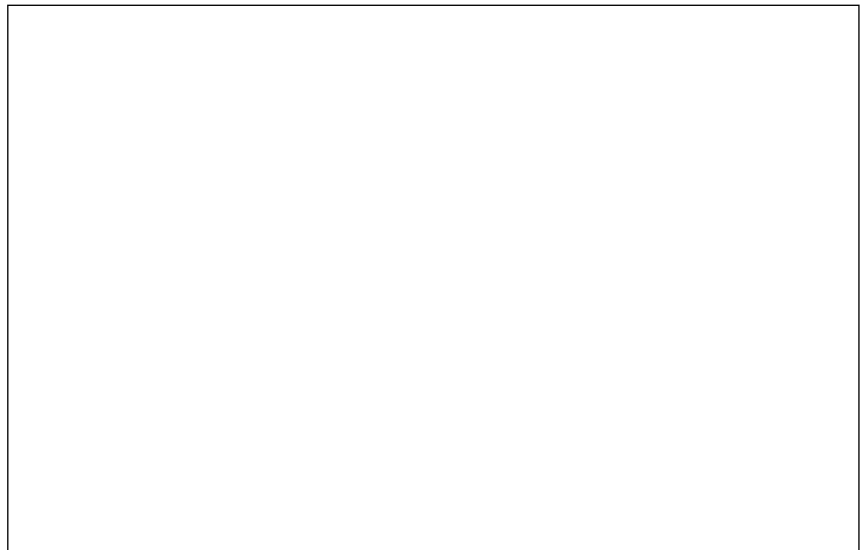
UVB-nek is neveznek, utalva arra, hogy ez az alacsony intenzitású UV-B bizonyos folyamatokat a látható fényhez hasonlóan ki- és bekapcsol.

– *Az óra beállításának szempontjából mi ennek a jelentősége?*

– A növények helyhez kötött életmódot folytatnak, így minden érzékelő rendszerük többszörösen túlbiztosított. Azért van többek között nagyon sok fotoreceptoruk, hogy mindenféle hosszúságú fényt „meg tudjanak fogni” – és ez ebben az esetben nem a fotoszintézis lehetőségét jelenti, hanem azt az információt, hogy fény van. Ugyanez igaz arra a fényre is, ami az óra beállításához szükséges. Ezért továbbítanak a fitokróm és a kriptokróm fotoreceptorok is jeleket az óra felé, s most már tudjuk, hogy az UV-B elnyelését végző fotoreceptor is. Mindez arra szolgál, hogy a növény abszolút biztosan meg tudja határozni a hajnal időpontját. Ahhoz kellenek a különféle fényjelek, hogy a szubjektív és az objektív idő összhangban legyen, s a különböző folyamatok valóban a megfelelő időre legyenek időzítve.

A fitokróm-B fotoreceptor funkciójáról nyert információk és az UV-B fény beállító szerepéről nyert információ a jelátviteli útnak a kezdeti pontjáról szolgáltatott új adatokat. De – mint említettem – vizsgáltuk ennek az útnak a végét is, ahol az óramechanizmus található. Arra voltunk kíváncsiak, hogy mi történik, mi álltódik át azt követően, hogy a fényjel elindul a fotoreceptortól az óráig. Amikor a fényjel odaér az órához, olyan átállítás történik, mint amikor az ember a régi típusú, muta-

Erről eddig semmilyen információ nem állt rendelkezésre. Elmondható, hogy a magas intenzitású UV-B-sugárzás a nap közepén valóban káros a növényekre, mert fehérjéket, DNS-t tud közvetlenül károsítani. De a nagyon alacsony intenzitású UV-B egyfajta jel a növények növekedése számára is, csakúgy, mint a látható fény. S ez a faj-



aaa

ta, alacsony intenzitású UV-B viselkedik az óra beállításának szempontjából úgy, mint a látható fény, amit morfológikus

tós órát előre- vagy hátraállítja. S kíváncsiak voltunk arra, hogy az óramechanizmus szintjén ez mit jelent. Nagyon leegyszerűs-

sítve azt mondhatjuk, hogy ezt az óramechanizmust több génből álló, önmagába visszatérő, egymásba kapcsolt szabályozó hurkok alkotják. Megvizsgáltuk, hogy mi történik a szabályozó hurkokat alkotó óragének kifejeződésével és a gének által kódolt fehérjék mennyiségével fényjelek hatására. Igazoltuk azt, hogy az elsődleges változás bizonyos óragének hirtelen indukcióján alapul. Tehát a fény hatására bizonyos óragéneknek az átíródása hirtelen megemelkedik. Maguk az óraféhrjék erre a fajta fénypulzusra érzéketlenek voltak. Tehát a következtetésünk az volt: bizonyos óragének működése fény hatására akut módon, gyorsan, hirtelen megváltozik, s ez az alapja annak, hogy az óra átkerül egy másik fázisba. Az összhang a külső és a belső idő között azáltal alakul ki, hogy a fényjel, amit reggel kap a rendszer, bizonyos óragének a kifejeződését megváltoztatja.

– *Milyen gyakorlati felhasználása lehetséges a cirkadián óráról szerzett ismereteknek?*

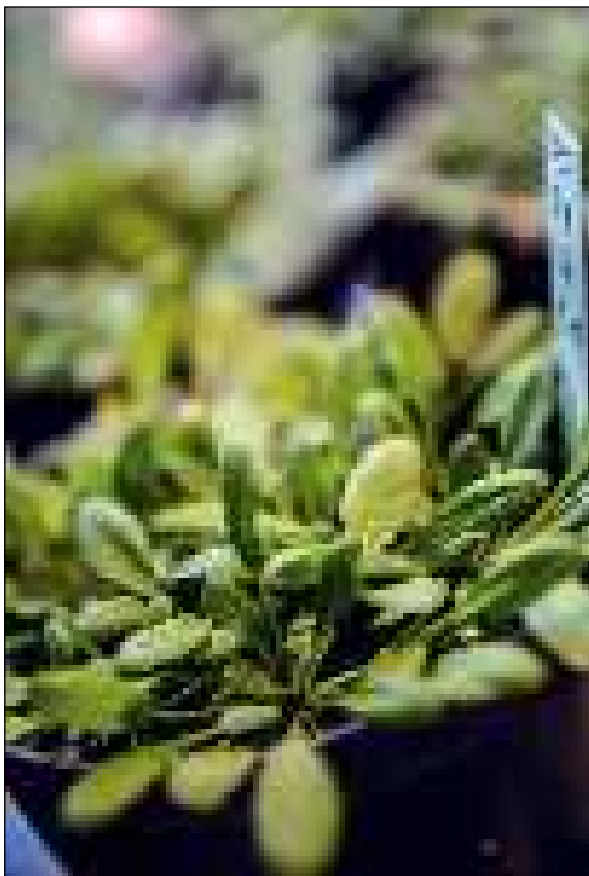
– Vannak úgynevezett rövid- és hosszúnappalós növények, attól függően, hogy milyen nappalhosszúság mellett virágoznak a leginkább. Közismert, hogy a nappalhosszúság meghatározásában a cirkadián órának alapvető szerepe van.

Nagyon sok cirkadiánórámutánssal dolgozunk. Ezek olyan növények, amelyekben az óra bizonyos módokon és bizonyos helyeken el van rontva. Egyértelmű, hogy ha „belepiszkalunk” az órába, tehát megváltoztatjuk a működését, akkor megváltozik a nappalhosszúság érzékelése is, ami a virágzás idejének megváltoztatásához vezet. Sok kutató dolgozik azon, hogy miként lehetne bizonyos haszonnövények virágzását befolyásolni, például korábbra hozni, hogy olyan földrajzi szélességeken is lehessen őket termesztetni, ahol egyébként a nappal rövid lenne a virágzás bekapcsolásához. Az ilyen kísérleteknek azonban nem kívánt „mellékhatásaik” is voltak: igaz, hogy a növény korábban virágzott, de kevesebb termést is hozott. Viszont ha nem a virágzást szabályozó faktorokba nyúlunk bele, hanem az időzítő szerkezetbe, magába az órába, megvan az esélyünk arra, hogy nem kapunk olyan, nem kívánt mellékhatásokat, mint a terméseszköken. Tehát ha megismernénk az óra beállítás pontos mechanizmusát, akkor lehetőség nyílna haszonnövények virágzását, termésérését korábbra időzíteni anélkül, hogy a termés csökkenne. Egy velünk munkakapcsolatban álló angol

kutatócsoport már el is kezdett kísérleteket végezni az árpával. Mi, ha valaha megkíséreljük haszonnövényeken kamatoztatni a cirkadián órával kapcsolatos ismereteinket, az első növényünk a jól ismert Arabidopsis közeli rokona, a repce lesz.

– *A leendő, megváltoztatott órájú haszonnövények kapcsán még van néhány példa, amit nem említett...*

– A szárazságstressz-tűrést lehetne kiemelni – ez a mai, klímaváltozásos időben fontos lehet –, ami nem azt jelenti, hogy a növénynek nem kell víz a növeke-



Az Arabidopsis thaliana, a cirkadián órát kutatók kísérleti növénye (Bellányi Timea felvételei)

déséhez, hanem hogy hosszas, víz nélküli periódusokat is el tud viselni. Jelenleg sok haszonnövény csak rövid aszályt visel el, s mire megérkezne az eső, vagy megkezdődhetne az öntözés, addigra elpusztul. A részleges kiszáradást különböző módszerekkel éli túl a növény. Ilyen a fonnyadás, amikor a növény úgy néz ki, mintha a halálán lenne, holott csak a növény vizet von ki a levelekből és bezárja a gázcserenyílásokat. Molekuláris szinten sok olyan gén ismert, ami szárazságstresszre bekapcsolódik. Az ezen gének által kódolt speciális fehérjék közvetve vagy közvetlenül képesek a vízvesztés következté-

ben dehidrálódó fontos fehérjefaktorok szerkezetét megővni attól, hogy végleg tönkremenjenek. Megfigyelték, hogy bár ezek a gének stressz hatására indukálódnak magas szinten, stresszmentes körülmények között is kifejeződnek – még hozzá ritmikus, az óra által szabályozott módon. Kifejeződésük maximuma kevesssel a nappal közepe utánra (a dél után) tehető, vagyis arra az időszakra, amikor a vízvesztés mértéke várhatóan a legkritikusabb egy napon belül. Ilyen módon az óra megint csak ritmikus szabályozza e stresszének kifejeződését, ami azt jelenti, hogy az óra megváltoztatásával ezeket a géneket időzíteni lehet. Például más napszakra is át lehet vinni kifejeződésüket. Sőt, azt is meg lehet tenni, hogy bizonyos génekre az óra hatása megszűnjön. Elképzelhető egy olyan növény létrehozása, melynek stresszgénjei folyamatosan bekapcsolnak, ami elvileg minden eddiginél jobban elviselné a szárazságot.

Szintén hajnalra időzíti a növény cirkadián órája a fagyás elleni védekezést. Ilyen esetben is kulcsszerepet játszanak egyes gének, melyek a hideg hatására kapcsolnak be igazán, de normál hőmérsékleten is kifejeződnek az óra által szabályozott módon. E gének működésekor olyan fehérjék termelődnek, melyeket leginkább a fagyállóhoz lehetne hasonlítani. Ezek felhalmozódnak a növényi sejtekben, és csökkentik a megfagyás esélyét. E gének hajnalban működnek leginkább, amikor a leghidegebb van, s a növénynek legnagyobb szüksége van rájuk.

– *E példák már nem a science fiction világába tartoznak?*

– Egyáltalán nem azok. De ahhoz, hogy meg is valósuljanak, még jó néhány részletet meg kell ismerni a cirkadián óra működésével kapcsolatban. Elsősorban azért, mert az ilyen módosításoknak akkor van értelme, ha nem veszítjük el a vámon, amit megnyertünk a réven – lásd azt a példát, amikor a korai virágzóshoz gyenge termés kapcsolódik. S ezt csak akkor érthetjük el, ha pontosan értjük, mi az, amit változtatni kellene. ☞

Az interjút készítette:
FARKAS CSABA

Az ismertetett kutatást az OTKA K73362 számú projektje támogatta.

Szerkesztőbizottsági tagunk Arany János-életműdíja

Az Arany János-díj és az Arany János-érem azok megbecsülését szolgálja, akik a határon túli magyarság tagjaként kiemelkedő részt vállaltak ebből a nemzeti tudatot is erősítő értéktéremtő munkából – így írt erről az elismerésről *Görömbei András* akadémikus.

A díjat évente egy alkalommal ítéli oda, az MTA Magyar tudományosság külföldön elnöki bizottsága, több feltérjesztő javaslat megvizsgálása után. Há-

rom kategóriában adják ki az Arany János-díjat: 1. tudományos életműért, 2. az utóbbi években elért kiemelkedő tudományos teljesítményért, 3. kiemelkedő eredményt elért fiatal kutatóknak.

A díjat az MTA májusi közgyűlésének keretében adják át. Idén, nagy örömmünkre, újra egyik szerkesztőbizottsági tagunk, Weszely Tibor kapta meg az Arany János-életműdíjat. A Bolyai-kutatás emblematikus alakjának, Weszely Tibornak ítélte díj a marosvásárhelyi ma-

tematikaprofesszor sok évtizedes sikeres munkásságának megkoronázása. (További díjazottak: Kiemelkedő tudományos teljesítményért: L. Juhász Ilona, Szlovákia; Tánczos Vilmos, Románia; Fiatal kutató elismerése: Dudás Attila, Szerbia; Arany János-érem: Tóth János, Szlovákia, Záborszky László, USA)

Az alábbi összeállításunkban Weszely Tibornak a Birkhäuser Kiadónál német nyelven is megjelent könyvéről, s annak kiadási munkálatairól írunk.

Gondolatok Weszely Tibor könyvének német kiadásáról

Őszinte lelkesedéssel olvastam Weszely Tibor Bolyai-könyvét a magyar kiadásban. Visszacsegek bennem Vekerdi László „Konstansek a Bolyai-kutatásban” című hatalmas cikkének részletei a Természet Világa Bolyai-émlékszámából (2003. I. különszám, 136–140. old.): „Weszely Tibor összefoglalója: *Bolyai János. Az első 200 év*, itt is évtizedes kutatások és releváns monográfiák előzik meg az összegzést. Csak ezzel a gazdag szakmai tudással a birtokában sikerülhetett Weszelynek alig kétszáz oldalon hiánytalanul bemutatni Bolyai János életét, matematikai munkásságát és az Appendixtől a Későn észlelt számelméleti kutatásokig, Filozófiai és társadalmi nézeteit, a Bolyai-kultusz történetét, s néhány szépirodalmi vonatkozást” (139. old.)

Igazában ehhez nincs mit hozzátenni. Amikor a mű német nyelvű kiadását megismertem, és a passzíván – bár több évtizedes, de mégis csak szakkönyv olvasására – használt, félig alvó német nyelvi ismereteimmel megkíséreltem összehasonlítani *Manfred*



A könyv új német nyelvű kiadása, és a korábbi magyar

Stern német fordítását az eredeti Weszely-művel, nagy meglepetések értek. Az összehasonlítás során bármennyire is istenkísértésnek tűnik, többszörös eredmény született számomra. Néhány olyan is, amit – úgy érzem – bátran megoszthatok az olvasókkal.

Előbb néhány szót a saját benyomásaimról, melyeket a magyar változat el-

és újraolvasásakor szereztem. Mivel nem vagyok mélyenjáró specialista a Bolyai-geometriának (csak az általános relativitáselméletben szerzett tapasztalataim segíthettek ebben a szakmában), elsősorban a küzdő, a sokszor kétségbeesztő helyzetbe sodort, erdélyi elhagyatottságban élő korszakalkotó lángelme sorsának leírása ragadott meg. Még mindig. Mert nem Weszelyé az első Bolyai-életrajz, amit olvastam. Most valósággal lenyűgözött az a rendkívül nyugodt stílus, amivel Weszely Tibor e könyvet írta. Nyugodt stílusú, mégis úgyszólván lehetetlen ez a kötet, amely olvasóját magával ragadja. De ezt a benyomást csak fokozza az a mélységes együttérzés, amely szinte sugárzik Manfred Stern német szövegéből. Ez a szöveg úgyszólván a lehetőségek maximumán követi Weszely magyar mondatait. Félreértés ne essék! Stern izig-vérig német, bár a debreceni tudományegyetem

matematikus aspiránsa volt, és természetesen igen jól tud magyarul. Ilyen fordítói teljesítményhez azonban nem lenne elég a két nyelv beható ismerete! Már csak azért sem, mert a Bolyai János korát a maitól mintegy 150 év választja el. De nemcsak az akkori magyar (erdélyi) nyelvállapot és Bolyai meglehetősen zaklatott idegállapota, hanem olykor (kétségbeejtő!) Bolyai papírhiánya is meglehetősen körülményessé teszi az eredeti dokumentumok olvasását, hiszen az idő tájt még ritka volt a magyar nyelvű tankönyvirodalom. (Erről tanúskodnak a Mária Terézia korát közvetlenül követő idők „tankönyvei”). Szerencsére a Gauss-levelek, majd az utókor (XIX. század) német és francia dokumentumaival nincs ilyen baj.

A Weszely Tibor tárgyához azért mégis hasonló magyar szövege, stílusa is mutat – érthetően – rokonságot a Bolyai-korral. Ezen az alapon érzem, hogy Manfred Stern mekkora tapintattal járt el a fordítás során. Egy szó mint száz, ezt a munkát csak a tárggyal együtt élve lehetett így, ilyen jól elvégezni. Ez nemcsak feladat, hanem passzió is lehetett Manfred Stern számára.

A német nyelvű kötet, amely a *Birkhäuser Verlag* patinás svájci szakkiadó *Vita Mathematica* sorozatának 16. köteteként jelent meg, nem csak Weszely Tibor kötetének egyszerű német hasonmása. Manfred Stern – nyilván a szerző beleegyezésével – még néhány oldalnyi kiegészítéssel és képekkel is hozzájárult a külföldi olvasó pontos eligazításához. Kezdjük mindjárt a legutóbb készült rekonstruált Bolyai-portréval. (Márkos Ferenc műve, amit a *Természet Világa* 2013. februári számának címlapján is látni). De találunk a német kötetben színes képet pl. a marosvásárhelyi „Két Bolyai” szoborról, az 1960-ban kibocsátott (nem hiteles) Bolyai János-portrét bemutató emlékbélyeg-reprodukciónál, láthatjuk a göttingeni utca térképészletét Gausstól, olvashatjuk a Bolyai-szonett magyar változatát, Babits Mihály fényképével. Különösen érdekes a keresztnévek és a földrajzi nevek német változatait összefoglaló jegyzék. Az irodalomjegyzék is hosszabb, mint az eredetiben.

Minden elismerést megérdemel a fordító, Manfred Stern, s reméljük, a német kiadás terjeszteni fogja a jó értelemben vett Bolyai-kultuszt és hozzájárul a magyar múlt örökségének további megismeretetéséhez.

(Tibor Weszely: *János Bolyai. Die ersten 200 Jahre. Birkhäuser, 2013*)

ABONYI IVÁN

A fordító: Manfréd Stern



– *Weszely Tibor Bolyai-könyvét Manfred Stern, Halléban élő német matematikus fordította magyarról német nyelvre. Honnan van az Ön magyar nyelvtudása? Mi köti össze Önt Magyarországgal, a magyar matematikusokkal?*

– A hallei Martin Luther Egyetem matematika szakos hallgatója voltam 1965-től 1970-ig. Két magyar vendégprofesszorunk, Kertész Andor (1929–1974) Debrecenből és Schmidt Tamás Budapestről keltették fel az érdeklődésemet az algebra és a magyar nyelv iránt. Az utolsó tanévben Kertész professzornál írtam a diplomamunkámat és utána megpályáztam egy magyarországi aspirantúrát. Ilus néni, Kertész Andor felesége még Halléban adott nekem magyar nyelvleckéket. 1970-ben és 1971-ben részt vettem a debreceni nyári egyetemen, ez további ismerkedés volt a magyar kultúrával. 1971 szeptemberében megkezdődött hároméves debreceni aspirantúráim. Először Kertész Andor volt az aspiránsvezetőm, majd Schmidt Tamás, mivel a hálómélethez vonzódtam. Az MTA Matematikai Kutatóintézetében (a mostani Rényi Alfréd Intézet) sok híres matematikust láttam, hallgattam előadásokat Debrecenben és Budapesten. Szóbeli kandidátusi vizsgámon Rédei László volt a vizsga-

bizottság elnöke. 1974-ben védtem meg kandidátusi disszertációmát és Kertész Andor tragikus, korai halála után még egy évig Magyarországon maradtam és segítettem a tudományos hagyaték feldolgozásában. Akkor közelebbi kapcsolatba kerültem Wiegandt Richárdval, aki a hagyaték feldolgozását irányította.

Mind a mai napig kapcsolatban vagyok sok régi magyar ismerősömmel és barátommal, akikhez idővel újabbak is hozzájöttek. Ezen utóbbiak közül első sorban Szodoray Erzsébetre (Elisabeth Dubach-Szodoray) gondolok, aki Debrecenben végzett és több évig dolgozott a KLTE Matematikai Intézetében. Amikor Debrecenbe kerültem, Erzsébet már nem volt ott, vele 2007-ben Bázelen ismerkedtem meg. Aktív szerepet játszott a „Bolyai-terv” megvalósításában, erre a továbbiakban még rátérek.

Szeretném megemlíteni Kálmán Bélát (1913–1997) is, a debreceni finnugor nyelvészt, aki felkeltette érdeklődésemet a finnugor rokonság és a finn nyelv iránt. Még Debrecenben kezdtem finnül tanulni. Debreceni időmben úgyszólván belenőttem a fordítói tevékenységbe, amit most is folytatok. Akkor persze még nem sejtettem, hogy valaha is lesz alkalmam magyar és finn könyveket németre fordítani. Idővel azonban eddig négy magyar és két finn könyv is sorra került. Fried Ervin „Absztrakt algebra – elemi úton” című könyve volt az első könyvfordításom, ez 1983-ban jelent meg. Ezenkívül fordítottam még Hargittai István „Életeink”, Grätzer György „Elmesport egy eszterdőre” és most Weszely Tibor „Bolyai János” című könyvét.

– *Hogyan jutott arra a gondolatra, hogy ezt a könyvet kellene lefordítania, megismertetnie a német emberekkel, matematikusokkal?*

– Weszely Tibor Bolyai-könyvét (Vince Kiadó, Budapest, 2002) véletlenül fedeztem fel, amikor évekkel ezelőtt Pesten voltam és böngésztem a könyvesboltokban. Akkor már dolgoztam Olli Lehto finnül megírt Rolf Nevanlinna-életrajza németre fordításán, amely 2008-ban jelent meg a Birkhäuser Kiadónál. Azt gondoltam, hogy fel kellene hívni a kiadó fi-

gyelmét Weszely Tibor könyvére. Ezért odaküldtem egy példányt, rövid összefoglalóval.

– *Bemutatná röviden olvasóinknak ezt a kiadót? Milyen sorozatba illeszkedik be Weszely Tibor most megjelent könyve?*

– A Tübingiából származó Emil Birkhäuser (1850–1930) Svájcban egy kis nyomdát alapított, ami idővel a tudományos irodalom világhírű kiadójává lett. Kiadnak tudománytörténeti könyveket is és 1987-ben megjelent a „Vita Mathematica” sorozat első kötete: Georg Cantor élete és munkássága. Az évek folyamán hozzájöttek más életrajzok, például Galois (1996), Riemann (1996) és Eukleidész (2003). E sorozat kötetei jelentős matematikusok életét és munkásságát mutatják be. Elsősorban nem a hivatásos matematika-történészekhez szólnak, hanem egy szélesebb olvasóközönséghez: egyetemi hallgatókhoz, középiskolai tanárokhoz és mindazokhoz, akiket a matematika szerepe az emberi kultúra történetében érdekel. A sorozat kezdeményezője és felelőse Emil A. Fellmann matematikatörténész (1927–2012) volt, aki egy negyed évszázadon át a Birkhäuser Kiadóval szoros együttműködésben dolgozott. Miután kézhez kapta Weszely Tibor „Bolyai János. Az első 200 év” című könyvét, jó ismerősét, a magyar anyanyelvű matematikust, Szodoray Erzsébetet kérte meg annak elolvasására, hogy tisztázódhasson a kérdés: beleillik-e ez a munka (német fordításban) tartalmával, várható olvasóközönségével a „Vita Mathematica” sorozatba?

2007-ben azért mentem Bázalbe, hogy személyesen is megismerkedjek Emil Fellmann-nal, elvégezzem az utolsó simításokat Olli Lehto Nevanlinna-könyve fordításán, és hogy tudakozódjak a Bolyai-életrajz fordításának megvalósíthatósága felől. Amikor összejöttünk, ebben a kérdésben már minden oldalról pozitív volt a válasz. Ezek után a kiadó úgy döntött, hogy lefordíttatja velem a Bolyai-könyvet, amely most jelent meg a sorozat 16. köteteként.

– *Weszely Tibortól tudjuk, hogy Ön az egyszerű fordítónál jóval alkotóbb módon járult hozzá a német nyelvű kiadáshoz.*

– A szerző úgyszólván szabad kezett adott, hogy kiegészítsem a könyvet német és más nyelvű forrásokkal. A német nyelvű olvasók számára szükséges volt lábjegyzeteket, magyarázatokat beiktatni, amelyek nevekről, helységekről, a régi Erdélyről és az események összefüggéseiről tájékoztatnak. A Birkhäuser

Kiadó beleegyezett abba, hogy további fényképeket is felvegyünk. A szerző küldött színes fényképeket, a többit Göttingából, Berlinből, Budapestről és máshonnan szereztem be. Belül, a címlap után egy különösen érdekes és talán kevésbé ismert festmény látható: a Márkos Ferenc által rekonstruált Bolyai-portré. Örvendetes, hogy a kiadó az eredetileg színes képeket a könyvben is színesben nyomtatta.

– *Babits Bolyai-szonettjének német műfordítását, vagy a székeley népdalét ki végezte?*

– A népdal szerepel a magyar szöveg 15. oldalán. „A Bolyaiak és a szépirodalom” című fejezetben a szerző említi Babits „Bolyai” szonettjének címét a könyv utolsó előtti oldalán, maga a költemény azonban nincs benne a magyar kiadásban. Ezt a csodaszép szonettet akkor már ismertem a Kertész család jóvoltából. A legegyszerűbb persze az lett volna, hogy kihagyom a népdalt és csak emlitem a szonett címét. Ezt talán senki sem vette volna rossz néven. Gondoltam azonban, hogy megpróbálom a műfordítást. Remélem, ezért se fognak túlságosan szidni az olvasók. A szonetthez a budapesti Petőfi Irodalmi Múzeum rendelkezésünkre bocsátott egy Babitsról készült fényképet, ami a 254. oldalon látható. Egy kétoldalas függelékben felvettem a népdal és a szonett magyar szövegét is.

– *Sokat szenvedett a fordítással vagy kedvére való volt ez a feladat?*

– A fordítás nagyon igényes feladat volt, gyakran fejtörést okozott. Emellett kedvemre való is volt és szívesen foglalkoztam vele. Engem mindig érdekelt a tudománytörténet és ezen belül különösen a nem-euklideszi geometria története.

– *Mit vár egy marosvásárhelyi magyar matematikus Bolyai-könyvének német nyelvű kiadásától?*

– A Bolyaiak a szellemi történet leghíresebb apa-fiú párijaihoz tartoznak. A könyv az olvasó elé tárja a tudománytörténet egy forradalmi fejezetét. A fordítás átfogó képet nyújt a német nyelvű olvasóközönségnek a legnagyobb magyar matematikus eredményeiről és életéről.

Weszely Tibor, marosvásárhelyi magyar matematikus könyve gazdag olyan részletekben, amelyek a nem-euklideszi geometria irodalmában nem találhatók. Ezek közelebb hozzák az olvasóhoz Bolyai János személyiségét, jellemét, sokoldalúságát és azokat a nehezítő körülményeket, amelyekkel a zseniális matematikusnak meg kellett küzdeni.



– *Az 1981-ben megjelent, és a Korunk Bolyai-díjával jutalmazott „Bolyai János matematikai munkássága” című könyve után, nem lehet szerényebben fogalmazni, mert ez az igazság: a Bolyai-kutatás emblematikus alakjává vált. Mit jelentett ezután a Bolyai-bicentenáriumon megjelent „Bolyai János. Az első 200 év” című könyve, és annak mostani német kiadása?*

– Az 1981-ben megjelent, közel 400 oldalas könyvemben, amint a címe is mutatja, Bolyai addig ismert, átfogó matematikai munkásságát igyekeztem feldolgozni és ismertetni, tehát főleg a matematika iránt érdeklődő olvasóközönségnek szántam. Ha tekintetbe vesszük, hogy Bolyai János nemzetünk legzseniálisabb matematikusa, akkor ez érthető is. Időközben – már azelőtt, valamint később – más matematikusokról is írtam egy-egy monográfiát, például Bolyai Farkasról (mely annak idején román fordításban is megjelent) és Vályi Gyuláról, de az évek múlásával egyre szükségesebbnek éreztem egy olyan munka megírását Bolyai Jánosról, mely tevékenységének az összképét nyújtja és jóval szélesebb olvasótábor érdeklődését elégíti ki. Vagyis, a matematikai eredményeinek a megemlézése mellett (anélkül, hogy a levezetésekbe és képletekbe részletesebben belemélyednénk), helyet kapnának a filozófiai, nyelvújítási, társadalmi témájú stb. gondolatai is valamint az, hogy miként jelenik meg Bolyai János alakja a szépirodalmunkban. Ugyanis róla, valamint vele kapcsolatban apjáról is rengeteg vers, színmű, regény, esszé, tanulmány jelent meg, ezekről szintén érdemes néhány szóban megemlékezni. Kulturális múltunkban még megközelítőleg sem találunk olyan személyiséget, akiről annyi irodalmi mű jelent volna meg, mint Bolyai Jánosról és vele kap-

A szerző: Weszely Tibor

csolatban részben Bolyai Farkasról is. Ez kiemelkedő egyénisége mellett tragikus életpályájának is tulajdonítható. Kedvező alkalomnak kínálkozott e célkitűzés megvalósításához Bolyai János születésének bicentenáriuma. Sokat köszönhetek a budapesti Vince Kiadó felvállalásának, valamint Staar Gyula buzdításának, hogy végül is ez a könyv 2002-ben megjelent. Lelki megnyugvást, miszerint nem dolgoztam hiába, csak akkor éreztem, amikor könyvem nagytekintélyű szaklektora, Vekerdi László, a következőket írta: „Weszely Tibor új Bolyai-könyve elsőrendű alkotás. Ragyogóan valósítja meg célját, hogy a tudományos igények szigorú szem előtt tartásával a nem matematikus olvasó számára is minél érthetőbbé tegye Bolyai János munkásságát és megvilágítsa eredményeinek jelentőségét”. E könyv most megjelent német fordítása, amint ennek Előszavában is megemlítettem, számomra örömet és megtiszteltést jelentett.

– *Mi fordult meg a fejében akkor, amikor először értesült arról, hogy Bolyai Jánosról írt könyvét német nyelven, Gauss anyanyelvén is megjelentetnék?*

– A német világnyelv, egy mű érdeklődő olvasótáborra rendkívül kiszélesedik, ha ezen a nyelven is megjelenik. Nem beszélve arról, hogy mit jelentett a matematikai tudományok fejlődésében a német matematikusok hozzájárulása. S hogy mi fordult meg a fejemben, amikor először értesültem arról, hogy a könyvem a matematikusok fejedelmének titulált Gauss anyanyelvére lefordítják, azt a jóérzést nem tudom szavakban kifejezni.

– *Szemmel láthatóan szellemi társra talált a német fordítást végző Manfred Sternben, mert mintha ő is a szívet adta volna abba, hogy ez a könyv méltó módon kerüljön a német olvasók kezébe. Milyen volt az együttműködésük?*

– Manfred Stern nevét akkor ismertem meg, amikor értesültem, hogy ő vállalkozott arra, hogy a könyvemet német nyelvre fordítja. Személyesen még nem találkoztam vele, csak az e-mail kapcsolatot tartottuk eddig egymással. Nem túlzok, amikor azt írom, hogy öröm és élvezet volt vele együtt dolgozni. Munkájában végig

éreztem az ún. „német alaposságot” és a magas szakmai hozzáértést. Mivel német, valamint németül is olvasó közönségről van szó, igyekezett minden magyar vonatkozású fogalomról, történelmi eseményről és személyiségről lábjegyzetben, vagy a könyv végén szereplő részekben magyarázatot és leírást adni, valamint az idézett szövegek pontos eredetét megjelölni. Nem beszélve a beiktatott képekről, melyekkel kapcsolatban nemcsak velem, hanem számos más személlyel lépett összeköttetésbe. A könyv esetleges magas és jó színvonalát kétségtelenül Manfred Sternnek köszönhetem, aki valóban „a szívet adta, hogy ez a munka méltó módon kerüljön a német olvasók kezébe”. Nem tudom megállni, hogy meg ne említsem csodálatra méltó nyelvtudását. Könnyedén fordít németre angol, finn, francia stb. nyelvű könyveket, a magyar nyelvet pedig oly tökéletesen ismeri, hogy azt sok érettségiző magyar diák megirigyelhetné.

– *Min dolgozik manapság? A Bolyai-kutatásban van még teendő, elvégzésre váró munka?*

– Öszintén bevallom, kissé előrehaladott életkoromnál fogva, már nem tudok és nem is merek nagyobb méretű terveket szőni. Kétségtelen, hogy a Bolyai-kutatásban még vannak feltárássra váró dolgok. Ha erőm és egészségem lesz, tervezgetem, hogy bejárógatok még a marosvásárhelyi Teleki-Bolyai Könyvtárba. Azzal vigasztalhatom magam, hogy lehetőségeimhez és körülményeimhez képest, amennyit lehetett, annyit talán megtettem. Befejezés-ként azért elárulom egy régóta melengetett gondolatomat. Mivel úgy vettem észre, hogy a magyar matematikatörténetben Teleki Sámuel, Kováts József, Sipos Pál, Bolyai Farkas, Bolyai János és Vályi Gyula élete és tevékenysége a XVIII. század közepétől az első világháborúig terjedő évtizedek folyamán számos kérdésben folyamatosan egymásba kapcsolódik, tervezgettem egy ezzel kapcsolatos kis monográfia megírását. A címét már a legelején megadtam: „Tündöklő láncszemek”. De viccesen mondva, ezzel eddig úgy jártam és vagyok, mint a vékony pénztárcájú cigány a vásárolandó lovával: a patkók már megvannak, csak a ló hiányzik még.

E számunk szerzői

DR. ABONYI IVÁN, a fizikai tudomány kandidátusa, Budapest; DR. BÁRDOS GYÖRGY egyetemi tanár, igazgató, ELTE Egészségfejlesztési és Sporttudományi Intézet, Budapest; DR. BOTH ELŐD csillagász, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója, Budapest; FARKAS ALEXANDRA doktorandusz, ELTE, Biológiai Fizika Tanszék, Légekoptika Laboratórium, FARKAS CSABA újságíró, Szeged; DR. HORVÁTH TÜNDE régész, PhD, Magyar Tudományos Akadémia Bölcsészettudományi Kutatóközpont Régészeti Intézete, Budapest; DR. KUBASSEK JÁNOS geográfus, a Magyar Földrajzi Múzeum igazgatója, Erd; DR. LUKÁCSI BÉLA tudományos újságíró, Budapest; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; DR. MAJOR ISTVÁN egyetemi tanár, Cearai Állami egyetem, Fortaleza, Brazília; DR. MIKA JÁNOS meteorológus, Eszterházy Károly Főiskola, Földrajz Tanszék, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; REZSABEK NÁNDOR, az Albireo Amatőrcsillagász Klub elnöke, csillagásztörténeti szakíró, Budapest; TAKÁTS GERGELY matematika-fizika tanár szakos hallgató, ELTE, Budapest; DR. VÁSÁRHELYI TAMÁS muzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest.

A tavalyi évben 434.308.- Ft felajánlást kapott a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, melyet az ismeretterjesztés népszerűsítésére fordítottunk. Köszönjük az Ön múlt évi felajánlását! Köszönettel: A Kiadó

Kérjük, adója 1%-ával idén is támogassa a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Ismeretterjesztő tevékenységét.

Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
Adószám: 19002457-2-42

220 éve született Bugát Pál



**Bugát Pál férfikora
delén** (Szentgyörgyi
János egykorú
olajfestménye)

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat kis küldöttsége április 16-án, kedden megkoszorúzta alapítójának, Bugát Pálnak sírját a Fiumei úti Nemzeti Sírkertünkben. Az emlékezőknek először Lukács Csilla beszélt Bugát Pál nyelvészeti munkásságáról, nyelvújító kezdeményezéseiről. Ezután Vizi E. Szilveszter akadémikus, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat elnöke mondott emlékbeszédet, melyet az alábbiakban közreadunk.



Az idős Bugát Pál

Bugát Pál örökösei

Vizi E. Szilveszter akadémikus emlékbeszéde

Bugát Pál (1793–1865) 1793. április 19-én született. Akadémikus társaival 1841-ben megalakították a Magyar Királyi Természettudományi Társulatot, a TIT elődjét. Bugát Pál azt vallotta, hogy a tudomány anyanyelven történő terjesztése a nemzeti lét megtartója. „... egyedül a honi nyelven művelt, legnagyobb fokra vitt tudományok ... életmentő szere(i) nemzetiségünknek.” (Bugát Pál 1847. március 13-án elmondott közgyűlési beszédéből.)

Itt, a sírja előtt mondunk köszönetet nekik, de elsősorban Bugát Pálnak. Emlékezünk eleinkre, akik felismerték a kor kihívásait, hogy a tudás magyar nyelven való, közérthető terjesztése a nemzet európai felzárkózása szempontjából kulcsfontosságú. Bugát életpályája, lázas irodalmi és közéleti tevékenysége, tanári kinevezésével kezdődik. Irodalmi Érdemeit az Akadémia már megalakulásakor (1830. november 17.) rendes tagjává való választással ismerte el.

Az 1848-as szabadságharcban aktívan vesz részt. Amikor az országgyűlés 1849 elején Debrecenbe tette át székhelyét, Bugát is követte a kormányt s részét vett a honvédelmi bizottmány tanácskozásaiban. A világsi katasztrófa után egy ideig szülőföldén, Gyöngyösön talált menedéket s csak 1850-ben térhetett vissza Pestre, ahol viszont szigorú rendőri felügyelet alatt állott.

Amikor a pesti egyetem orvosi karához a fiatal Bugátot, azt „a fáradhatatlan szorgalmú, mindenért, a mi magyar, szíve mélyéből lelkesülő, nagy buzgalomú agitatori talentomot” kinevezték, a tanítás nyelve, mint Európaszerte mindenütt, latin volt. Csakis a sebész-növendékek és állatorvosok tanárai adhattak elő magyar nyelven is, tekintettel hallgatóik alacsonyabb nyelvi tudására. Álljon itt Csokonai Vitéz Mihály verse, amiben köszönti, hogy a pesti egyetemen magyarul is előadnak a latin mellett:



**Társaságunk elnöke,
Vizi E. Szilveszter az alapítót,
Bugát Pált méltatja**

*Uram! Örvendez a magyar
Haza, hogy a mostani
Aesculap fiait hallja
Magyar hangon szólani;
Hogy görög-módi ruháit
Hyppocrates letette
S magyar köntösré váltotta
S már azt is megszerette.
Galenus már Pestet lakja,
Szólván magyar nyelven a',
Hangzik a Dunának mindkét
Partjain Avicenna"*

(A híres Rácz Sámuel úrhoz, 1793)

A magyar nyelvű orvosi és természettudományi előadásoknak és tankönyveknek nagy jelentősége lett; mert ezek a tanárok kezdték egyetemünkön az orvosi tudományokat magyar nyelven tanítani, s jórészt ők – nevezetesen Rácz Sámuel, Bene Ferenc és Bugát Pál – vetették meg a magyar nyelvű orvosi szakirodalom alapját. Álljon itt néhány szó, amelyet nyelvújítóink alkottak: agy, gyógyszer, gyógyszertár, ideg, izom, kór, kórház, kórtan, láz stb. Toldy Ferenc akadémikus 1865-ben Bugát Pált megemlékezésében így értékelte (Budapesti Szemle, II. kötet 257. lap) „helyesen szólni Révai; szépen Kazinczy; műszabatosan Bugát tanította a nemzetet”.

Az elmúlt 172 évben folyamatosan működött az általa alapított Királyi Magyar Természettudományi Társulat, ez a civil szervezet, amelynek elnökei között olyan egyéniségeket találunk, mint Than Károly vegyész (1834–1908) és Szily Kálmán fizikus (1839–1924), vagy a második világháború után Szentágothai János Kossuth-díjas világhírű anatómus (1912–1994), Nemeskürty Ist-

ván Széchenyi-díjas és Kossuth-díjas író (1925), Ádám György akadémikus (1922–2012), Széchenyi-díjas agykutató és Benkő Loránd akadémikus (1921–2011), Széchenyi-díjas nyelvész. Elődeim közül már csak Nemeskürty István él.

A XX. században a természettudományok exponenciális fejlődése: az atomenergia felszabadítása, (második tüzugyújtás), komputerkorszak, automatizálás, az információs forradalom (harmadik tüzugyújtás), és ezeknek globális rendszerré válása az egyént soha nem látott mértékben tették kiszolgáltatottá, de egyben hatalmas lehetőséget nyújtva az egyén és a közösségek számára. Az információs forradalom eredménye, hogy egy-egy nemzet helyét és szerepét a globalizálódott világban az dönti el, hogy milyen mértékben hasznosítja az információt és a tudást társadalmi és gazdasági tőkeként. Ez viszont meghatározza, hogy egy nemzet olcsó fizikai munkaerejével vagy jelentős szellemi tőkével vesz részt a nemzetközi munkamegosztásban. A szellemi tőke, a szürkeállomány korunk legfontosabb nyersanyaga. Az egyetlen nyersanyag, amely nem véges: folyamatosan növelhető és újratehermenthető. Oktatással és továbbképzéssel. Ez teszi a közoktatást és a felsőoktatást a nemzet jövője szempontjából a legfontosabb stratégiai kérdéssé és ez teszi a TIT-et az újabb és újabb ismeretek átadójává, idegen nyelvek tanítójává, a három folyóiratunkat pedig az olvasó közönség hasznos szellemi táplálékává.



Tisztelgés a síremléknél

Sir Francis Bacon 1627-ben utópista regényében a *New Atlantis*ban hirdette meg a tudás fontosságát: „Knowledge is power”. Korunkra viszont a jellemző képlet: *Tudás+Információ = Hatalom*. A TIT tudást és információt ad a társadalom tagjai számára.

Napjaink globalizálódó világában ugyanakkor a megszerzett tudás mellett az értékek megőrzése különösen fontos az egyre nagyobb hullámban érkező izlélsdiktatúra ellen, amely minden egyedit, sajátosat, nemzetit eltüntet. Felelőségünk, az értelmiség felelősége az, hogy a múlt kulturális értékeinek megőrzésével, történelmünk dicső és dicstelen oldalainak felmutatásával megjelenítse az erkölcsi, etikai tanulságokat is. Nem szabad elfeledkeznünk a latin igazságról: „Sine praeteritis futura nulla” – múlt nélkül nincs jövő. Így az értékek teremtése mellett a hagyományok, a meglévő értékek tiszteletére kell nevelni a nemzedékeket, hogy ezzel egy egészséges nemzettudatot alakítsunk ki.

Az alkotó ember igazi feladata, hogy kövekkel járuljon hozzá annak az útnak az építéséhez, amelyet a kiválasztottak, a feladatra alkalmasak építenek, és amelyen a világ, a nemzet halad előre.

Nekünk, Bugát Pál örökösének, ha szerény eszközeinkkel is, ennek az útnak az építése a feladatunk. Ezért értünk egyet Széchenyi István gróffal, aki így vallott: „A kiművelt emberfő mennyisége a Nemzet igazi ereje”... „Nem nézek én, megvallom, annyit hátra, mint sok hazámfia, hanem inkább előre... A Múlt elesett hatalmunkból, a Jövendőnek urai vagyunk.”

A „Helyünk szelleme”, januárban újtára indított sorozatunk szerkesztőségünk szűkebb környezetének természettudományal összefonódó emlékeiről ad képet.

Cholnoky Jenő a VIII. kerületben

KUBASSEK JÁNOS

Budapest szívében, a Rókus kápolna tőszomszédságában, a Gyulai Pál u 1. sz. házának bejáratánál márványtábla emlékeztet arra, hogy „*ebben a házban élt és alkotott 1920–1950 között Cholnoky Jenő földrajztudós, egyetemi tanár*”.

A márványtáblát az ELTE Természettudományi Kara, a Magyar Földrajzi Múzeum és a fővárosi önkormányzat összefogásával avatták fel, 1993. június 4-én. A táblát dr. Klinghammer István professzor, az ELTE Térképtudományi Tanszékének vezetője leplezte le, s ünnepi beszédében felidézte a nagy tudós életútját.

Az eseményen jelen voltak a Magyar Földrajzi Társaság, a Magyar Meteorológiai Társaság, a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, a Magyarhoni Földtani Társulat képviselői, jelképezve azt, hogy milyen sokrétű életművet hagyott az utókorra a híres geográfus.

Érdekes felidézünk, hogyan lett Cholnoky Jenő e ház lakója. A földrajztudós a Kolozsvári Egyetem tanáraként, 1919 őszén nagyon bizonytalan élethelyzetbe került. A Kolozsvárt megszálló román közigazgatás és fegyveres erők gyakorolták az államhatalmat az élet minden területén, a vízművektől az oktatásig, a közvilágítás-tól a vasútig, mindent felügyeltek alá vontak. Az egyetem oktatóit kötelezték arra, hogy hűségüket tegyenek az új államhatalomra. Akik megtagadták az eskütételt, azoknak a foglalkoztatását – tanév közben, tekintet nélkül a diákok érdekeire – azonnali hatállyal megszüntették. Cholnoky Jenő a román rendőrség, a *siguranca* munkatársai letartóztatták, s az ügyészség börtönébe csukták, összeesküvés gyanújával. A feljelentők neve nem vált ismertté, de azt tudjuk, hogy az ügyész, Gilesán korrekt módon igyekezett eljárni, s amikor megtudta egy újságírótól, hogy Cholnoky személyét az amerikai küldöttség számon tartja, azonnal szabadlábra helyeztette. Fizikai bántódás nem érte, de az esemény mély nyomokat hagyott a lelkében. 1919. október 3-án helyezték szabadlábra, s a következő napon tehervagonba kellett csomagolniuk mindenüket. Cholnoky Jenő második feleségével, Fink Idával, három gyermekével és kis foxi kutyájával zsúfolódtak össze egy vasúti kocsiban. (Cholnoky első felesége, Barrois Petronella meghalt, s a tudós egyik szász származású tanítványát, Fink Idát választotta társául, aki három évtizeden át mindenben segítette őt, s gyermekeiről nagy szeretettel gondoskodott.)

A kofferek, ládák, bútorok jelentették azt a materiális egzisztenciát, amivel új életet kellett kezdeniük Budapesten. Szinte minden értéküket Kolozsváron kellett hagyniuk. A könyvek összebecsologolását diákok segítették. Amikor meglátták a helybéli-ek a csoportosulást, összeesküvésre, ellenállásra gyanakodtak, s ez okozta a feljelentést. Egy román járőr vezetője pisztolyt fogott Cholnokyra, s úgy kísérte be a *siguranca*-ra.

Két fiát és a szakácsnőt is elvitték, de ahogy Cholnoky visszaemlékezett rá, „*a szakácsné oláh eredetű, jóra való asszony volt, ugyan-*

csak kinyitotta a száját, s addig veszekedett velük, amíg őt meg a két fiút hazaeresztették, de engem becsuktak az ügyesség börtönébe. Szerencsére az ügyész, Gilesán úr műveltebb, jóindulatú oláh volt, megengedte, hogy feleségemmel beszéljek az ő szobájában, s hogy élelmet küldjenek be hazulról.

Nekem felháborodva mondta, hogy ezek a regátbéli oláhok mindenben összeesküvést látnak. Három napig voltam a börtönben, akkor nagy kegyesen kieresztettek, s a szigurancán egy kaduszerüen, cifrán felöltözött tiszt, bocsánatot kérve, az egészet ostoba tévedésnek minősítve, szabadon eresztett.”

Ilyen előzmények után érkeztek egy hideg őszi napon Budapestre. Néhány hétig Cholnoky a főváros Nyugati pályaudvarán, vagonlakóként élt, sokezer sorsárával együtt. A Ferenc József Tudományegyetem teljes személyzetét, intézményét, irattárát, tanszéki felszereléseit kellett átköltöztetni. Kezdetben a Gáspár fürdő vendéglőhelyiségeit adták át elhelyezkedésre, s a tantermekeket a polgári iskola tanítóképzőjében alakították ki.

Mivel az egyetemisták zöme erdélyi volt, nem sokan követték Budapestre tanáraikat. Cholnoky professzor számára az első napokban szinte kilátástalannak tűnt a lakáshoz jutás. Tanára és barátja, Lóczy Lajos Csopakon tartózkodott a nyaralójában, s Baross utcai lakásuk éppen üresen állt. Ide költözhetek be ideiglenesen, hogy megmeneküljenek a vagonlakók sanyarú sorsától. A pályaudvarokon elképesztő higiéniai állapotok voltak.

Ezekben a hónapokban zürzavaros viszonyok uralkodtak a fővárosban. Temérdek menekült özönlött Budapestre, s elhelyezésük szinte lehetetlennek bizonyult. Naponta történtek önkényes lakásfoglalások. A belvárosban előfordult, hogy egy tisztviselő elment hazulról, s mire délután visszatért, az otthonában már népes gyülekezetet talált mint lakásfoglalót.

Ezekben a hónapokban zürzavaros viszonyok uralkodtak a fővárosban. Temérdek menekült özönlött Budapestre, s elhelyezésük szinte lehetetlennek bizonyult. Naponta történtek önkényes lakásfoglalások. A belvárosban előfordult, hogy egy tisztviselő elment hazulról, s mire délután visszatért, az otthonában már népes gyülekezetet talált mint lakásfoglalót.

Cholnoky professzor a Külügyminisztérium Békeelőkészítő Osztályának munkatársaként fontos személyiségnek számított. Ezért jogszerűen fordult a kormánybiztossághoz, mely a lakástügyekben illetékes volt. Így utaltak ki számára a VIII. kerületben, a Gyulai Pál u. 1. sz. házában, második emeletén, az 5. szám alatt egy öt szobás lakást, melyben már többen éltek, igen siralmas körülmények között. Cholnoky emlékirataiban örökíti meg a lakáshoz jutás tanulságos részleteit.

„Két szobában egy fiatal főhadnagy lakott feleségével és lányával. A másik két szobában két napszámos terpeszkedett, az ötödikben pedig egy kolozsvári menekült húzódott meg. Az utóbbi máshol helyezték el, a két napszámost kitétték, a főhadnagynak pedig a Lehel utcában jelöltek ki szép lakást. Ez azonban nem tett nekem, s nem akart odamenni. Jelentésemre a kormánybiztos rendőröket küldött hozzá, hogy erőszakkal kilakoltassák.

Ő azonban szuronyos katonákkal fogadta a rendőröket. Nekem sürgős volt, hogy kimenjek, s a lakást kitisztíthassam, mert Lóczyék már fel akartak jönni Csopakról. Ezért egyenesen a honvédelmi miniszter úrhoz, jó barátomhoz fordultam segítségért. Ő felháborodva értesült a dologról. Azonnal felkapta a telefont, s előkerestette a főhadnagyot. Amikor az a telefonon jelentkezett, a miniszter csak ennyit szólt a telefonba:

- K. J. főhadnagy. Ma délután öt óráig a lakásból elköltözik, különben főbelövetem! Megjediem, s kérdezem, hogy csak nem gondolja komolyan? De megmagyarázta, hogy már most megérdemelné a főbelövést, mert amit tett, az katonai lázadás! Rohant hozzám a főhadnagy, s a segítségemet kérte, mert képtelenség volt öt óráig minden bútorát elhurcolni.

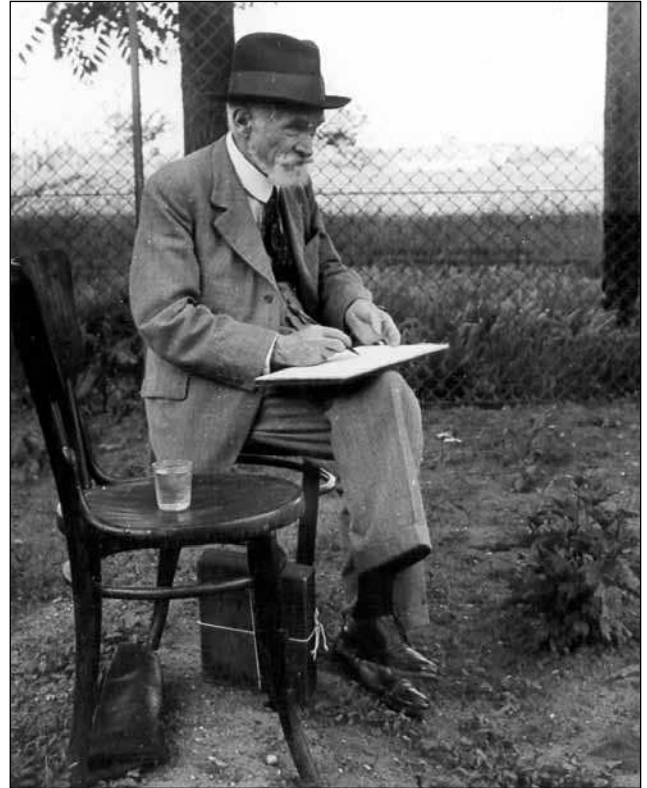
Valahogyan segítettem bútorának egy részét kis tapétaajtós szobában elrejtetni, s a lakás ki volt ürítve, ők eltávoztak. Öt órákor megérkezett az ellenőrző tiszt néhány szuronyos katonával, körüljárták a szobákat, s tudomásul vették jelenlétemet, hogy a főhadnagy elköltözött.

De kicsoda munka volt ezt a lakást ciánoztatni, parkettet felgyalultatni, falakat levakarni és újra festetni, villamos világítást bergman-csővekben bevezetni, pincéből, padlásról a rothadó szemetet eltávolítani.

Az ember el sem tudja képzelni, hogyan élhetnek emberek ilyen hihetetlen ronsdaságban!

Végre beköltözhattünk, de bútorunk nem volt más, csak néhány ág, amit Kolozsvárról felhoztunk. Ismerőseimtől kellett kölcsön kéregetni asztalokat, székeket.”

Cholnoky Jenő Kolozsváron maradt holmiját egyik tanítványa, Xántus János apránként juttatta fel Budapestre. Előfordult, hogy néhány láda útközben eltűnt, s a könyvtár is jelentős veszteséget szenvedett. Cholnoky professzor új otthona egyben szellemi műhely is volt. Innen indult reggelente a Külügyminisztériumba, a Békeelőkészítő Bizottság tanácskozásaira, majd az egyetemre. A Magyar Földrajzi Társaság székháza a Bródy Sándor utcában, a mai



Cholnoky Jenő 1937-ben

Olasz Kulturális Intézet épületében volt. Lakásától 10–15 perces sétával elérte egyik legkedvesebb tartózkodási helyét. Otthonától kétpercnyi sétára volt az Uránia mozi, ahol gyakran tartott ismeretterjesztő előadásokat.

A Magyar Tudományos Akadémia épületét is félórányi gyaloglással érte el, s bár az élénk közéleti tevékenység, majd az egyetemi tanári munka igen sokszor elszólitotta hazulról, lakásában is gyakran fogadott kollégákat. Otthonában megfordult a kor számos jeles tudós személyisége, így Teleki Pál, Thirring Gusztáv – a székesfővárosi Statisztikai Hivatal igazgatója – ,Magyar László életművének első monográfusa, Kövesligethy Radó, a meteorológia és a csillagászat professzora, Jász Géza, a Magyar Turista Egyesület elnöke.

Antal Károly Munkácsy-díjas szobrászművész mondta el nekem, hogy Bendefly-Benda Lászlóval együtt az otthonában keresték fel Cholnoky Jenőt, a Julianus-szobor elkészítése és felállítására ügyében. A tudós így emlékezett vissza a Julianus-szobor megszületésének rendhagyó körülményeire: „Talán része volt ebben annak a nagy horderejű cikkemnek is, amely a Turánban jelent meg és Julianus barátot helyezi kellő világításba. Ott fej-

tettem ki azt a nézetemet, hogy szegyen-nyalázat, hogy Julianus barátjának nincsen szobra hazánkban. Le is írtam, hogy milyennek képezem ezt a szobrot. Antal Károly zseniális szobrászművészünk megragadta a gondolatot és remek modellt készített. Egyik igen agilis munkatársam, Bendeffy László propagandát csinált a szobor létesítése ügyében, különösen megnyerte a dominikánusok támogatását és a gyönyörű szobor elkészült. Ott áll a Halászbástya északi végénél ott, ahol hajdan a dominikánusok templomának szentélye volt....

...Most nálam, Gyulai Pál utcai lakásomban (II.em.5.) tartottuk az elnöki-tanács üléseket a királyi herceg elnöklete alatt, sokkal többen és változatosabban jelentek meg itt a társaság kitűnésegei. Természetesen úgy, mint annak idején, Pekár Gyula lakásán, itt is teáztunk és kis uzsonnát fogyasztottunk, amíg a háború meg nem akadályozta. Nagyon kedves, kedélyes összejövetelek voltak, de itt már jegyzőkönyveket vezettünk a határozatokról.”

A fentiekből kitűnik, hogy a Julianus-szobor felállításáért folytatott hosszas küzdelem „harcálláspontja” a Gyulai Pál utcában volt.

Antal Károly elmondta, hogy Cholnoky dolgozószobájában fogadta őket, s igen készségesen segített mindenben, amiben csak tudott. Társadalmi kapcsolatai révén szinte mindenkire bejutható, szinte mindenkit elért, s akinek levelet írt, az többnyire azonnal válaszolt. Cholnoky tekintélyére jellemző, hogy az 1920–30-as években, ha egy miniszterhez, vagy államtitkárhoz kért időpontot – soha nem magánügyben, hanem mindig közügyben – akkor általában három napon belül időpontot kapott, s egy héten belül személyesen találkozhatott az illetékessel.

Cholnoky otthonában fogadta közvetlen munkatársait, akiket gyakran éjszakába nyúló szakmai megbeszéléseket folytatott. Sűrűn megfordult lakásában Fodor Ferenc, a hajdani karánsebesi középiskolai tanár, aki később igen kritikusan viszonyult a professzor életművéhez.

Cikkeinek idegen nyelvű fordítói, Hankis János – aki később kultuszminisztériumi államtitkár lett – „majd Beller Ilonka egykori Erzsébet nőiskolai tanítványa végezték Cholnoky cikkeinek francia fordításait. Patterson Orsolya, szintén Erzsébet nőiskolai tanítványa volt az angol fordítója. Ők gyakran jöttek el látogatába.

Cholnoky Jenő a Gyulai Pál utcai lakásban írta meg nagy műveit, az *Afrika* című munka 1–2. kötetét, az *Általános földrajz* 1–2. kötetét, a *Balatont*, s a második világháború időszakában *A csillagoktól a tengerfenéig* című könyvsorozatának 1–4. kötetét. Szintén itt írta azt a kéttucatnyi tudományos ismeretterjesztő könyvet és azt a több száz cikket, melyek neve alatt megjelentek 1920 és 1950 között. Dolgozószobájában szerkesztette a *Földrajzi Közlemények*, a *Földtani Közlöny*, a *Turán*, a *Balaton* Szemle számait, valamint a Magyar Földrajzi Társaság bordó kötésű reprezentatív könyvsorozatát. Ez ügyben gyakran megfordult nála Halász Gyula, a Magyar Földrajzi Társaság titkára és a brit szolgálatban álló jeles orientalistát, Stein Aurélt is többször fogadta otthonában. A nyelvészek közül Gombocz Zoltán és Melich János is többször a vendégei voltak. A politikusok közül Csáky István külügyminiszter és Teleki Pál miniszterelnök is több alkalommal megfordultak nála.

Az 1927-es, Budapesten megrendezett Barlangtani Kongresszus két kiválósága, Kyrle professzor, a bécsi Barlangtani Intézet igazgatója és Wieggers professzor, a berlini egyetem karsztgeológia tanára is vendége volt a Cholnoky-otthonnak. Temérdek rajz, vázlat, tömbszelvény – a Cholnoky-művek legendás illusztrációi készültek el a Gyulai Pál utcai dolgozószoba nyugalmas magányában.

A Magyar Földrajzi Társaság könyvtárosa, Dubovitz István szintén gyakran megfordult Cholnoky lakásában, mivel a nagy művek megírásához rengeteg szakirodalmi forrásra volt szükség, s ezeket ő kereste elő a professzornak.

Cholnoky Jenő három évtizedet töltött a Gyulai Pál utcai otthonában, életének szakirodalmi szempontból a legtermékenyebb esztendeit. A lakásban a földrajzi ismeretterjesztő irodalom olyan remekművei születtek meg, melyek földrajzosok nemzedékeinek szemléletmódjára gyakoroltak maradandó hatást. Írásaiban a magyarság és az európaiság szorosan összekapcsolódik. Világhorizonton nézte az eseményeket, mindig beleágyazva a történeket a földrajzi környezet sajátosságaiba.

Egyik tanítványa, Horváth Arpád mondta el e sorok szerzőjének, hogy a második világháború befejezését követően már alig-alig voltak látogatói az idős professzornak. Hajdani tanítványai közül többen elfordultak tőle, s megértve az új idők korszerűségét, már nem keresték a kapcsolatot vele. Az egykori diákok közül csak Bulla Béla, Kéz Andor, Mendöl Tibor, Kádár László és Rónai András tartották fontosnak, hogy néhanapján felkeressék idős mesterüket.

Cholnoky Jenő a második világháború végén elveszítette feleségét, Fink Idát. Tanítványa, Vadas Jolán állt mellette élete utolsó öt évében. Ő őrizte meg azt a hagyatékot, mely a család, mindekelőbb a fiú, Cholnoky Tibor, Kossuth-díjas műegyetemi tanár és a két unoka, Cholnoky Tamás és Cholnoky Péter önzetlen segítőkészsége révén kerülhetett Érdre, a Magyar Földrajzi Múzeumba.

E sorok szerzője még egyetemistaként, 1979 novemberében, Balázs Dénes megbízásából kereste fel Vadas Jolánt, a Cholnoky-lakásban. Az idős hölgy megható figyelemmel és gondoskodással



Cholnoky Jenő Gyulai Pál utcai lakásában

őrizte meg azokat a muzeális értékű tudománytörténeti emlékeket, melyeket a család nem hagyott az enyészet martalékává válni. A legnehezebb, 1950-es években sem bocsátották áruba a gazdag könyvtárat, a kéziratokat, a festményeket, melyek ma, Érdén, a Magyar Földrajzi Múzeumban láthatók.

A Cholnoky-család tagjai követendő példát adtak önzetlenségből és értékmegőrző tiszteletből, mely kisugárzik mindazokra, akik a tudós műveit olvassák, vagy írásai nyomán járják a Kárpát-medence és Európa gyönyörű tájait.

Cholnoky munkáiban nyomom követhető a lelkes patriotizmus, a szülőföldje iránti rajongó szeretet. Szülővárosa, Veszprém mellett a Balaton-felvidék, Kolozsvár, majd a Józsefváros nyújtotta számára az otthon fogalmát. Élete alkonyán, súlyos betegen, papírra vetett emlékirataiban is szeretettel idézi fel a Gyulai Pál utcai lakásban töltött éveket.

Az emléktábla felállítását megelőzően kevesen tartották számon, hogy józsefvárosi otthona volt a legfontosabb helyszíne szorgalmas, tevékeny, alkotásokban gazdag életének.

KUBASSEK JÁNOS

HORVÁTH TÜNDE

5500 éves település a Balaton partján

Első rész

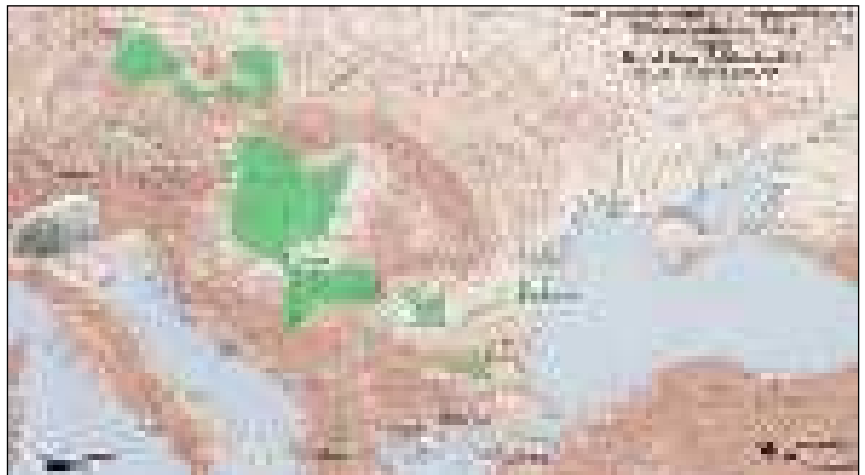
A késő rézkor (Kr.e. 3600–2800 között) legmeghatározóbb régészeti kultúrája az egyik legkorábban feltárt ausztriai lelőhely után a Baden néven ismert kultúra. Igazi európai anyagi kultúra ez, ami a Fekete-erdőtől a Fekete-tengerig több mint tíz mai állam területén megtalálható, és bár feltehetően nem Magyarország területén alakult ki, a Kárpát-medence mégis törzsterületének számít (1. ábra). Itt ismert a legtöbb lelőhelye (majd 2000), és itt kerültek elő nagy sírszámú temetői (Budakalász és Alsónémedi), valamint azok az egyedi leletek, amelyek a késő rézkor korszakának híres szimbólumai, fémjelzői lettek. Elég csak a méltán világhírűvé vált Budakalász temetőjében feltárt kocsimodellekre, az Ózdon előkerült temetkezések antropomorf urnáira, vagy a vörsi női csontváz fején található réz diadémára gondolni. A sort a Balatonöszödön feltárt kultikus álarc gyarapítja (2. ábra).

A badeni kultúra és a késő rézkor kutatása izgalmas feladat; második neolitikus forradalomként is emlegetik az ekkor lejátszódó változások és új felfedezések miatt. Míg a neolitikum kezdetén a vándorló vadászó-gyűjtögető életmódról a földművelő-állattenyésztő életmódra való áttérés az első házasított állatok és növények termelésbe való bevonásával az emberiség életébe az állandóságot, a biztonságot, és az egy helyben való letelepedést hozta, a második forradalom további állatfajok házasítását (lő), a háziállatok másodlagos hasznosítását (a húshasznosításon túl tejtermékek készítését és az ehhez kapcsolódó ismereteket, mint az erjesztéses tartósítás, valamint az állatok igába fogását), a szövés-fonásra alkalmas gyapjat adó juh kitenyésztését, és a kerék elvén működő szerkezetek feltalálását jelentette. A neolitikus közösségek földművelésre és tartós egy helyben lakásra rendezkedtek be, és akár évszázadokon át éltek egy helyen lakódombokot (telkeket) hozva létre. A rézkori közösségek viszont inkább az állattenyésztés ága-

zatában tűntek ki, és emiatt mobilisabbak is voltak. Településeik, bár számosak, és akár nagyméretűek, hosszú ideig lakottak is lehetnek, nem érik el a neolitikus közösségek falvainak szintjét rendezettségükben, kiépítettségükben, házaik számában, mivel a rézkori közösségek csak időszakosan lakták településeiket. Az eltérő életmód miatt a rézkori közösségek nagyszámú állatállományaikkal külterjes gazdálkodást folytatva egy-egy vízfolyás mentén vándoroltak, és ezek partját követve találhatók hosszabb-rövidebb ideig lakott, különböző típusú településeik, láncot alkotva.

be a belső folyamatokba külső tényezők is beleszóltak: a két korszak közti radikális eltérés okát a kutatók a klímaváltozásban látják. A neolitikum idejére egy jobbra kiegyenlített, földművelésre alkalmas hosszú periódussal, a rézkor, különösen a középső rézkor végétől pedig gyorsan és radikálisan változó rövid szakaszokkal egyre romló időjárást rekonstruálnak, amely a földművelésnek kevésbé kedvezett.

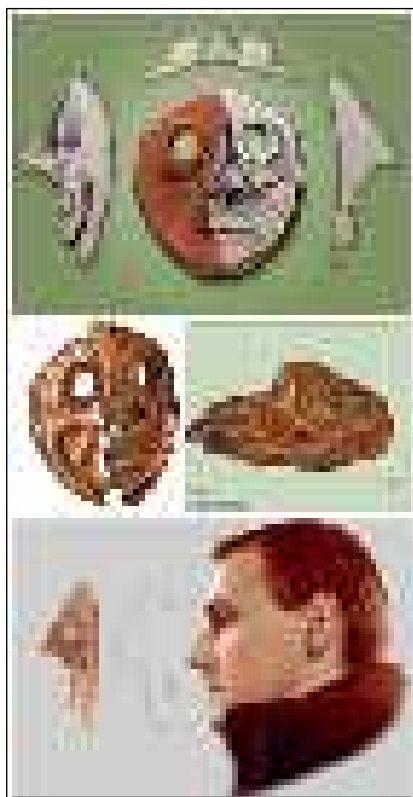
A badeni kultúrát kutatni nehéz feladat, mert vizsgálata az átlagosnál jóval nagyobb tájékozottságot kíván a témában, ha a kutató a saját lelőhelyén túli



1. ábra. A késő rézkor világa Európa területén Kr.e. 3500–2800 között, a legmeghatározóbb akkori kultúra, a Baden-komplexum elterjedésével. (A térképezés a 2006-ig elérhető publikációk alapján készült)

Amikor egy feltehetően vérségi alapon szerveződött késő rézkori családközösség települését kutatjuk, tisztában kell lennünk azzal, hogy a közösség feltehetően több települést lakott és ciklikusan vándorolt egy meghatározott földrajzi vonal mentén. A neolitikum és a rézkor közti jelentős különbséget azonban nemcsak az emberi közösségek eltérő származása, kultúrája, életmódja okozta. Mindezek-

perspektívát is látni szeretné. Közép-Németországtól svájci, cseh-morva, ausztriai, kis-lengyelországi, szlovák, majd Magyarországon túl román, szerb, horvát, szlovén, bolgár és görög területek kutatásait és kutatóit is ismernie kell, ahol a badeni kultúra elterjedt. A publikációk hozzáférhetőségének, minőségének, nyelvének színvonala rendkívül változatos, megértése számos tévedés és



2. ábra. A 1072–1096. kettős gödör tetején fekvő agyagból készült férfi álarclet (fél töredék). A maszk valószínűleg férfiarcot formáz, amely europid típusú férfié. Vonásai alapján valószínűleg alpi vagy sztyepei embertípust ábrázol, mivel a badeni kultúra jellegzetes embertípusa ettől eltérő, mediterrán típusú emberekből állt

félreértés forrása. Mégis, csak a nemzetközi összefogások voltak azok, amelyek egy-egy kiemelkedő lelőhely előkerülése és feldolgozása után előrevitték a kutatást egy össz-badeni konferencia megrendezésével és a kötet publikálásával újabb irányt mutatva.

A badeni kultúrát kutatni szerencsés feladat, mert a XXI. század olyan lehetőségeket ad a mai régészek kezébe, amellyel néhány évtizede még nem rendelkezünk. A keltezési módszerek, a természettudományok egyéb, a régészetbe bevonható ágai, és a térképezés olyan elképesztő fejlődést ért el, hogy használatukkal ma már meg lehet kísérelni lelőhelyek rekonstrukcióját, és akár egy globális megközelítést is. A badeni világról egy nemzetközi konferencián 1973-ban készült térkép állt mindössze a kutatók rendelkezésére. Ez a térkép az akkori képnek megfelelően pontos volt ugyan, de nem túl informatív. Az 1973-as bratislavi konferenciakötet (Chropovský 1973) lényegi előrelépése a

kultúra korai szakaszának, a Boleráznak a felfedezése volt. A térképen együtt ábrázolták a badeni korai és késői lelőhelyeket is, bontás nélkül.

A következő előrelépés 2001-ben történt, egy újabb badeni konferenciakötetben, amely elsősorban a korai, az ún. Cernavodá III-Boleráz horizontra szerezett volna koncentrálni (Roman–Diamandi 2001). A román Mangalában kiadott kötet nem tartalmazott egységes elterjedési térképet, de az egyes tanulmányokban található részterképek segítségével felrajzolunk egy 2001-es kutatási állapotot 2006-ban (1. ábra). Ez a térkép már rendkívül informatív volt, mert mindazon elemeket magában hordozta, amellyel a kutatás, mint megoldandó kérdéssel, évtizedek óta küzdött.

A térkép nagy előnye a szöveges publikációkkal szemben az, hogy képileg világosan ábrázol és kivetít egy tér- és időbeli állapotot, amelyet az agy a terjengős szöveges leírások alapján bizonyos tér- és időbeli terjedelem után már nem képes megjeleníteni egy képben, csak képek egyre töredékesebb és halványabb sorozatában. Figyelembe véve első térképünket, az látható, hogy a még mindig egységesen szereplő badeni világ tényleg nagy, terjedésének vonala a Duna folyásához kapcsolható (de egyelőre kérdés, hogy milyen irányban: északról délre, vagy délről északra?),

és hogy nem egységes. A zöld foltok néha elválnak egymástól, több helyen a kisebb hiátust gondolatban össze lehet kötni, más-hol azonban tényleg leszakadó területek látszanak. A legrosszabb a helyzet a balkáni részekben, ahol az sem világos, hogy valóban badeni leletek vannak-e, vagy csak Baden-szerűek? Az ebből levonható helyzetkép jól tükrözte és tömörítette a badeni kultúra összes eddigi kutatási problémáját. Az alapvető kérdések, amelyekre nem tudunk pontosan válaszolni, viszont megválaszolásuk nélkül nem lehetett a badeni kultúráról érdemben tovább gondolkodni, a következők voltak:

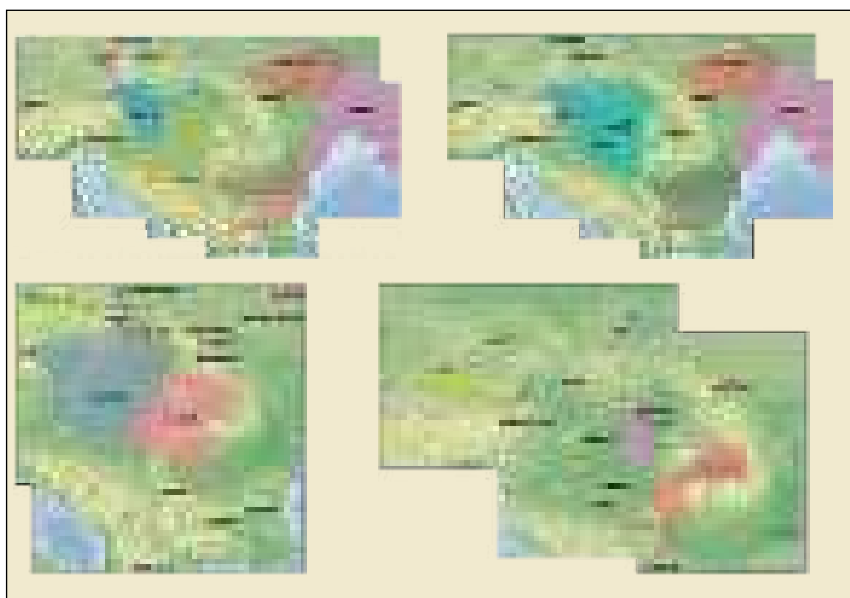
– Milyen időbeli keretek közt élt a kultúra, és ez mely régészeti korszakokat fedile? Milyen adatokat tudunk e kérdés megválaszolásához bevonni, ezek elegendőek-e számban és minőségben?

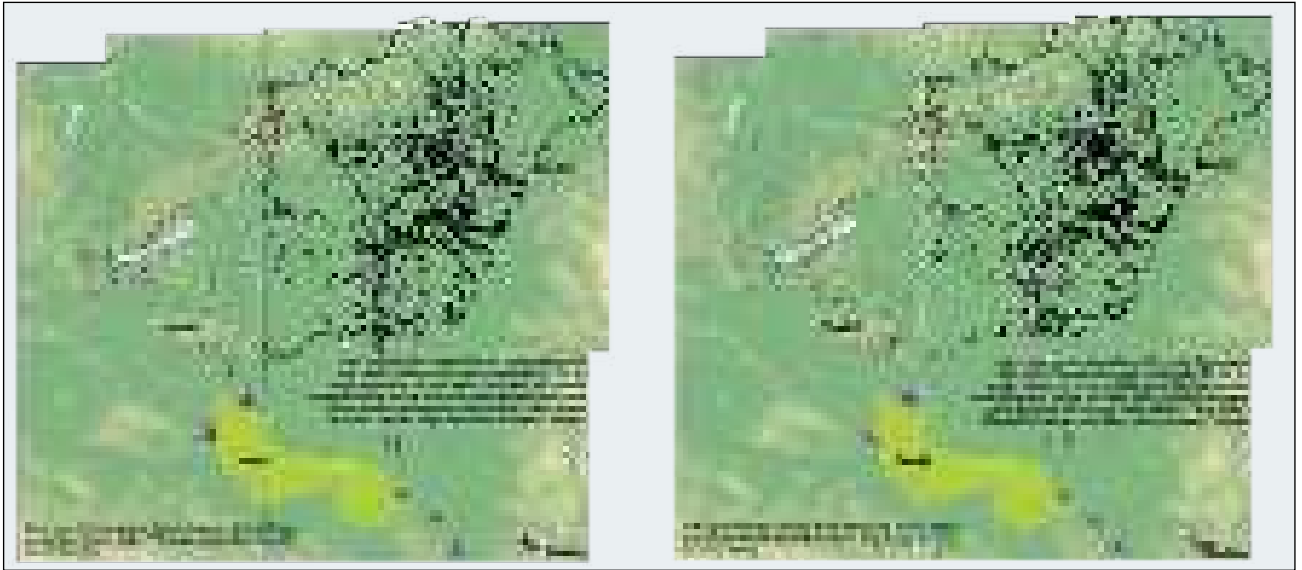
– Milyen térbeli keretek közt élt a kultúra, és az elszakadó területek hogyan értékelhetők a törzsterülethez képest (kutatási hiányosság, földrajzi akadály okozza-e a lelőhelyek megszakadását, vagy kulturális, egyéb okok?)

– Van-e különbség az egységes badeni komplexumon belül a fejlődési fázisok közt azokat egyenként ábrázolva, és ha igen, ebből milyen következtetések vonhatók le régészeti szinten?

Az elsődleges cél tehát minél pontosabb térkép készítése volt. Az ehhez szük-

3. ábra. A késő rézkor, a késő rézkor közt átmeneti időszak (Kr.e. 2800–2600), és a kora bronzkor 1. fázisa (Kr.e. 2600–2400) közötti időszak a karakterisztikus régészeti kultúrák feltüntetésével. Az összesen nyolc térképből álló sorozat 2009-ben, az akkor elérhető késő rézkori publikációk felhasználásával készült. Az itt szereplő négy térképlap a Baden-komplexumon belüli régészeti bontásban ábrázolja a feltüntetett al-fázisokat, térben és időben elkülönítve a kialakuló (Proto-Boleráz), a korai (Boleráz), a klasszikus (Baden) és a hanyatló (Post-Baden) időszakot, és a szomszédos vagy velük egy területen élő további kultúrákat





4. ábra. Az előző sorozaton ábrázolt három korszakban élő valamennyi régészeti kultúra feltüntetésével a két egyforma térkép a Kostolác kultúra földrajzi kialakulásának és elterjedési irányának két lehetséges verzióját ábrázolja

séges információk folyamatosan gyűltek, és saját lelőhelyünk, Balatonöszöd feltárásával eszközeink száma tovább nőtt. Olyan interaktív alaptérképet szerettem volna létrehozni, amely mögé komoly adatállományok rendelhetők és kapcsolhatók az ismert lelőhelyek pontos katalógusával, régészeti besorolásukkal, radiokarbon dátumaikkal, és egyéb, számunkra fontos paraméterekkel, és mindez folyamatosan bővíthető. Ebből az alaptérképből aztán kedvünkre való részterképek vagy sorozatok hozhatók létre az adatállományok szűrésével és válogatásával. A teljes kép eléréséhez a munkát korábban, a középső rézkor végén kezdtem, hogy láthatóvá váljon, honnan jöhetett a badeni kultúra, és később, a kora bronzkorban fejeztem be, hogy az is követhető legyen, hogyan végezte. A badeni kultúra vizsgálatához szükségem volt kortársainak, a vele egyidős, szomszédos kultúráknak a térképezéséhez is. A munka hosszú évekig tartott, de az eredmény magáért beszélt.

Az első bontásban ábrázolt sorozaton (3. ábra) már látszott, hogy a Baden-komplexumon belül annak korai (Boleráz), klasszikus (Baden) és késői (Post-Baden) fázisai nem ugyanazon területeket fedik le. A Proto-Boleráz fázis csak Morvaország területére koncentrálódott, tehát ott alakulhatott ki a Boleráz, Magyarországon pedig középső rézkori kultúrák továbbélésével számolhatunk: ez árulkodott a Boleráz elterjedési irányáról is, amely tehát alapvetően észak-déli irányú. A Boleráz fázisban a lelőhelyek elterjedése hazánk területén jóval kisebb számban és térben is, mint a klasszikus badeni fázisban.

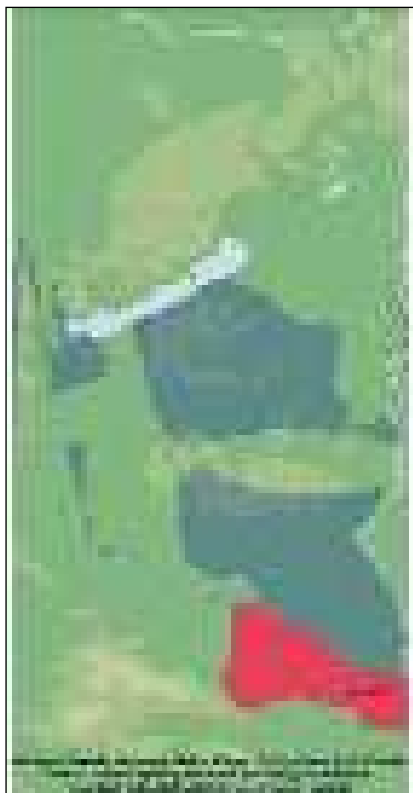
A klasszikus badeni időszakba sorolható lelőhelyek száma nőtt, és az elterjedési terület nagysága is, valamint bizonyos egységesülés is megfigyelhető a bolerázi tagoltsággal ellentétben. A legkorábbi lelőhelyek a Felső-Duna folyásánál találhatók, tehát itt lehetett a kialakulási centrum. Ám a badeni időszak a bolerázival ellentétben más, eltérő hatásokat is mutat: tartalmaz a közép-nyugat-európai mellett egy erős déli és keleti szálát is, jelezve, hogy az időben és térben is kiterjedtebb időszakban sokkal több népmozgás és interakció zajlott az emberi közösségek közt, és az elterjedési iránya, valamint a Baden kialakulása nem egyértelmű, vagy talán nem egyetlen helyhez köthető.

Amennyiben térképen ábrázoljuk a IIA-nak nevezett Boleráz és Baden közti átmeneti időszakot, azt látjuk, hogy a lelőhelyek bizonyos földrajzi vonalakon (Rába, Duna, Körös) sávszerűen koncentrálódnak, és nem találhatók meg a teljes elterjedési területen, amely a két, egymás mellett élő Boleráz és Baden kultúra határ menti sávjában lejátszódó egységesülést is mutathatja. Az eddig egymásra épülő és egymást követő Boleráz és Baden szerves fejlődési fázisokat tehát, egy másik modellben értelmezve, el lehet képzelni mint egy rövidebb időperiódusban, kb. Kr.e 3400/3300–3000/2800 közt egymás mellett élő két különböző kultúrát is, amely egységesül ugyan egymással, de nem azon a módon és keretek közt, ahogy eddig azt elképzeltük. Erre nézve a 2008-ban megjelent új Baden-konferenciakötet is eligazítást ad, amennyiben először fo-

galmazza meg és támasztja alá adatokkal a Baden-komplexum kulturális egységességébe vetett hitünket (Furholt-Szmyt-Zastawny 2008).

Az ún. Post-badeni időszakról és az ebbe sorolt kultúrákról az derült ki, hogy elérhető radiokarbon dátumaik alapján nevük („post-badeni”) semmiképp nem reális, mivel a Badennel megegyező korai, Kr.e. 3400-as dátumok is vannak köztük. Ezek tehát a Badennel egyidejű kultúrák: kérdés, hogy egy területen vagy lehelyen, ahol mind a Baden, mind pedig egy post-badeni kultúra, pl. a Kostolác megtalálható, milyen sorrendben követik egymást, vagy: esetleg együtt élnek? A következő térkép ezt a dilemmát ábrázolja a Kostolác kultúrára kivetítve (4. ábra): vajon hol alakult ki, és milyen fő irányban terjedt? Jelenlegi tudomásunk szerint bizony mindkét verzió ugyanúgy elfogadható: ebből viszont nyilván csak az egyik történt meg.

Végül az utolsó időszakban, a kora bronzkorban ábrázoltam a badeni és post-badeni kultúrák lehetséges továbbélését, mivel radiokarbon dátumaik alapján a hagyományosan késő rézkorba besorolt Baden, Kostolác, Vučedol, és Gödörsíros kurgán kultúrák legfiatalabb dátumai túléltek a késő rézkor alsó határának tartott Kr.e. 2800-at. Sajnos sem a tipológia, sem egyéb más ismert régészeti módszer nem segít egyelőre a kora bronzkorban továbbélő badeni lelőhelyek kiválasztásában, csupán a radiokarbon dátumok árulják el őket. Jelenleg mindössze négy badeni lelőhelyről ismerünk ilyen adatokat (Balatonöszöd, Nagykanizsa, Budakalász, Tiszavasvári),



5. ábra. A Dunántúl területe a késő rézkor-kora bronzkor közötti időszakban. Pirossal a késő rézkorinak tartott kultúrákat, kékkel a kora bronzkorinak besorolt kultúrákat ábrázoltuk. Jól látható, hogy a kora bronzkorra jószolt Makó kultúra (kék rajzszög) lelőhelyei a Dél-Dunántúl területén egyáltalán nem jelentek meg: itt tehát késő rézkori kultúrák kora bronzkorban való továbbélése valószínűsíthető

de ez valószínűleg jóval alatta marad az elvárható mennyiségnek. Mivel azonban nincs több, vagy elég radiokarbon adat, ez a négy lelőhely pedig nagy szórású mutató, a kérdést úgy is megközelíthetjük, ha a hagyományosan kora bronzkorba sorolt kultúrákat ábrázoljuk térképen, és összevetjük a késő rézkori képpel. Elsősorban a legkorábbinak tartott bronzkori kultúra, a Makó elterjedése érdemel figyelmet, majd, már szigorúan csak a Dunántúl területére koncentrálva, ahol saját lelőhelyünk található, a Makó követő Somogyvár-Vinkovci kultúra. A térképet nézve (5. ábra) feltűnik, hogy a Makó-lelőhelyek a Balaton északi partján megjelennek ugyan, de csak a tő közelebbi vonaláig, a Dél-Dunántúlon viszont egyáltalán nem találhatók meg. Ez már dátumok nélkül is előrevetíti, hogy a Dél-Dunántúlon a késő rézkori, kora bronzkorba továbbélő Baden, Kostolac

és Vučedol lelőhelyekkel számoljunk a Makó helyett. A késő rézkori kultúrák és a Somogyvár-Vinkovci lelőhelyeit összevetve az tűnik fel, hogy lefedésük ebben a zónában igen hasonló, amely egyszerre utalhat hasonló életmódra, településhálózatra, de időben szoros váltásra is (népességcsere).

Ahhoz, hogy további bizonyítékokkal alátámasztva finomabb értékelést végezzünk, a globális, makroszintről át kell váltanunk regionális vagy lokális mikroszintre. Erre különösen alkalmas a Balatonöszödön feltárt lelőhely, mivel a legnagyobb késő rézkori feltárt és feldolgozott lelőhely a világon, és mivel szerencsés módon a lelőhelyen a késő rézkort közvetlenül megelőző középső rézkori Balaton-Lasinja, és az azt követő kora bronzkori Somogyvár-Vinkovci kultúrák lelőhelyrészlete is feltárára került. Ily módon mindhárom egymást követő korszak és a benne élő kultúrák vizsgálhatók egyetlen lelőhelyen. Az persze egyértelmű, hogy makroszinten csak bizonyos fenntartásokkal vetíthető ki és általánosítható egyetlen lelőhely tanulsága egy régióra vagy a kultúra teljes elterjedési területére. Hasonló ez azokhoz a szituációkhoz, amikor egyetlen ember alapján egy egész közösséget, vagy országot, nagyobb társadalmi egységet, vagy akár az egész emberiséget ítélik meg.

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

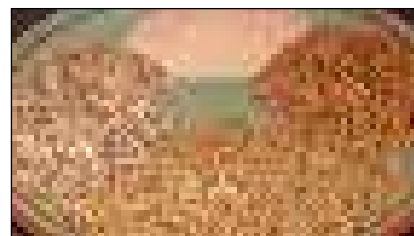
Irodalom

- B. Chropovský (szerk.), *Symposium über die Entstehung und Chronologie der Badener Kultur*, Bratislava: Slovakian Academy of Sciences, 1973.
- P. Roman and S. Diamandi (szerk.), Cernavodă III.–Boleráz — Ein Vorgeschichtliches Phänomen zwischen dem Oberrhein und der unteren Donau, *Studia Danubiana, ser. Symposia 2*, Bucuresti, 2001.
- M. Furholt, M. Szymt and A. Zastawny (szerk.), The Baden Complex and the Outside World. Proceedings of the 12th Annual Meeting of the EAA in Cracow 19–24th September, 2006, *Studien zur Archäologie in Ostmitteleuropa// Studia nad Pradziejami Europy Środkowej 4*, 2008.

ÚJ MÓDSZER A LISZTÉRZÉKENYSÉG DIAGNOSZTIZÁLÁSÁRA

A lisztérzékenység súlyos, gyulladásozó betegség, amelynek kimutatására a jelenleg a klinikumban alkalmazott módszerekhez képest egy olcsóbban, egyszerűbben és gyorsabban kivitelezhető technikát dolgoztak ki spanyol és portugál kutatók.

A glutén bizonyos gabonafélékben (búza, rozs, árpa, kukorica) nagy mennyiségben előforduló fehérjék – például az úgynevezett gliadin, zein, glutenin stb. – keveréke. A glutént alkotó fehérjék nagyon ellenállóak az emésztőenzimekkel szemben, így felszívódásukkor az emésztőrendszer bélmű sejteit nagyméretű molekulákként veszik fel azokat. Ezek a nagyméretű gluténrészecskék sok esetben még a felvételt megelőzően sérüléseket is okoznak a bélmű felszínén. A bélmű sejtek belsejében egy transzglutamináz nevű enzim kapcsolódik a félig emésztett glutén származékokhoz, ám ha ez a komplex a sejtek sérülésének következtében kikerül a sejtek belsejéből, képes az immunrendszer sejtjeit stimulálva im-



A lisztérzékenység hátterében a gabonafélékben nagy mennyiségben jelenlévő glutén áll.

munválaszt kiváltani, és súlyos, gyulladásozó folyamatokat elindítani a bélrendszerben.

A tudósok egy érzékeny, elektrokémiai folyamatokon alapuló módszert terveztek a lisztérzékenység gyorsabb diagnosztizálásának céljával. Bioszenzorok a glutén származékok és a hozzájuk kapcsolódó transzglutamináz enzim komplexét ismerik fel, azaz magát az immunválaszt kiváltó okot. A jelenleg a klinikumban a lisztérzékenység kimutatására használt módszerek a komplex ellen kialakuló immunválasz során termelődő, a komplex elpusztításáért, eltakarításáért felelős ellenanyagok detektálását teszik lehetővé, ám ezek a módszerek – a kutatók elmondása alapján – jóval költségesebbek és időigényesebbek is. Bár az új eljárást még tesztelik, érzékenysége összevethető a jelenleg a klinikumban alkalmazott módszerekével. (www.rsc.org, 2013. február 28.)

RÖVIDLÁTÓ GÉNEK

Első ízben azonosították be kutatók a rövidlátásért felelős 24 genetikai kiváltót, s ezzel új kezelések lehetőségét teremtették meg. A Föld népessége közül minden harmadik ember rövidlátó, s szemüveg viselésére szorul – ez a tendencia ráadásul egyre növekszik. Gyakori ez a szemprobléma halmozott előfordulása családokban: ha a szülők szemüvegesek, valószínűsíthető, hogy legalább egy gyermekük rövidlátó lesz. Szakemberek már régóta feltételezik ennek genetikai hátterét, és mindez most be is igazolódott: több mint 45 ezer ember örökítő anyagát vizsgálták meg, és 24 rövidlátógént találtak. A vizsgálat eredménye hozzájárulhat, hogy az eddig gyógyíthatatlannak hitt látászavarokat kezelni tudják.

Rövidlátás akkor alakul ki, ha a szemgolyó hosszában túl gyorsan növekszik gyermekkorban. A szemlencse által képzett kép ilyenkor nem pontosan a retinára esik, hanem valamivel előtte. Ezáltal a retina látósejtjei elmosódott jelet fognak – tehát az adott személy homályosan lát. A nyugati világban ez a probléma az emberek 30%-át, Ázsiában 80%-át is érinti. A rövidlátás ezzel a látásproblémák egyik vezető oka. S az érintettek száma egyre nő. Kutatók szerint tíz év múlva 2,5 milliárd ember lesz rövidlátó.

A rövidlátás hátterében már korábban öröklött okokat feltételeztek, mivel a rövidlátás gyakran halmozottan fordul elő családokban. Eddig csak két gént ismertek, melyek potenciális kiváltó okként szóba jönnek, ám a kutatók szerint hatásuk nem elegendő ahhoz, hogy egyedül ezt a látászavart okozzák. Időközben azonban ismertté vált, hogy környezeti faktorok is erősítik a rövidlátást. Városi gyerekeknek, akik sokat tartózkodnak zárt térben, gyakrabban kell szemüveget viselniük, mint a szabadban sokat játszó gyerekeknek. A nappali természetes fény hatása fékezi a szemgolyó túlzott növekedését. Mindezek ellenére nem vitatott, hogy a rövidlátás kialakulásában elsősorban öröklött tényezők játszanak szerepet.

A rövidlátás genetikai okainak megtalálásához 37 382 európai és 8376 ázsiai ember öröklött anyagát vizsgálták. A vizsgálat során összesen 2,5 millió génvariáns vizsgált meg arra vonatkozóan, hogy milyen kapcsolatban állhatnak a rövidlátással. 24 génhelyen bukkantak nyomra: akikenél megváltozott ez a DNS-terület, azoknál 10-szer nagyobb a rövidlátás rizikója. Ezzel először rögzítették ennek a látászavarnak a genetikai alapját.

Arra is találtak utalásokat a kutatók, miért éppen ezek a gének tesznek minket rövidlátóvá: a rövidlátás a szokásos elv szerint jön létre egy egész jelrendszer révén,

amely fény hatására a retinán kezdődik, a szem pigmentrétegét befolyásolja, és egészen a szemgolyót kifelé lezáró szaruhártyáig hat. A gének egy része az ionszállítás vezérlésében és a látásérzékelő sejtekben a töltések fenntartásában játszik szerepet, továbbá befolyásolja az optikai festékanyag egy fontos előanyagának a termelését, más gének egész csoportja pedig a szem és a szemgolyó fejlődéséért és ezzel a növekedéséért felelős.

A kutatók szerint a genetikai kiváltó ok ismerete új utakat nyit a terápiában. A rövidlátást jelenleg szemüveggel vagy kontaktlencsével korrigálják, de most újabb lehetőségek is adódhatnak a látászavar korrigálására vagy előrehaladásának megakadályozására. (*www.wissenschaft.de, 2013. február 10.*)

EURÓPÁBÓL SZÁRMAZOTT A KAVICSFOGÚ ÁLTEKNŐS

A kavicsfogú álteknősök az első tengeri hüllő közé tartoztak, a triászban jelentek meg, majd az időszak végén ki is haltak. Testüket páncél borította, végtagjaik hosszúra nyúltak, úgyhogy megjelenésükben csakugyan emlékeztethettek a „valódi” teknősökre. Legkülönösebb jellegzetességük az volt, hogy a felső állkapcsukban két fogsor helyezkedett el, ellaposodott fogakkal, az alsó állkapocsban viszont csak egy sor volt, kavicsra emlékeztető fogakkal. Ezzel felszerelve kiválóan fel tudták törni kedvenc táplálékukat, a kagylóféléket és tuskésbőrűeket.

E különös állatokról azonban mostanáig nem tudták, honnan származtak. Nemrég-



ben egy nemzetközi kutatócsoport a hollandiai Winterswijk közelében megtalálta egy fiatal példány 246 millió évesnek datált koponyáját. Ez a legidősebb példány, amit eddig találtak és a legkevésbé fejlett is, ami arra utal, hogy az európai partok mentén fejlődhetett ki. A mintegy 2 cm hosszú koponya nagyon jó állapotban került elő, alkalmas-

nak bizonyult a beható vizsgálatokra. Ennek példánynak nem kavicsszerű, hanem kúpszerű, hegyes fogai voltak az alsó állkapcsában, míg a felsőben megtalálták az állatcsoportra jellemző kettős fogsort. Ezek az állatok, fejlettebb rokonaikkal ellentétben, még valószínűleg puhább testű állatokkal táplálkoztak. Az utóbbiakra jellemző lapos fogazat csak későbbi evolúciójuk során alakult ki.

Az álteknősök kereken 50 millió éven át népesítették be a Tethys-óceán partvidékeit, a mai Európában és Kínában. Egy példány maradványát Magyarországon is megtalálták, mégpedig Laczkó Dezső 1899-ben a veszprémi Jeruzsálem-hegyen, felső-triász korú márgában. Korát 210-230 millió évben határozták meg. (*Science Daily, 2013. március 27.*)

HÍREK AZ ORION-KÖDBŐL

Az Orion-köd az égbolt leglátványosabb és legalaposabban vizsgált objektumainak egyike. Különösen érdekesek a csillagkeletkezési helyek és a fiatal, forró csillagokat tartalmazó nyílt halmazok. A köd közepén fekvő, a Trapéz-halmazt és sok forró, O és B szinképtípusú csillagot tartalmazó halmaz (ONC, Orion Nebula Cluster) sokat segített a csillagkeletkezés folyamatának megértésében. Újabb vizsgálatok (Joao Alves, Bécsi Egyetem és Hervé Bouy, Spanyol Asztrobiológiai Központ) alapján azonban úgy tűnik, az ONC csillagainak számát túlbecsülték. Kiderült, hogy a halmaznál közelebb egy tőle független, másik csillaghalmaz is pontosan ugyanabban az irányban látszik, és eddig annak a csillagait is az ONC-hez számolták. A kutatók szerint a csillagok 10–20%-a az Ióta Orionis körül látszó NGC 1980 jelű halmazhoz tartozik. Az átfedés pontatlanná teszi a távolságok meghatározását, ami viszont rontja a köd 3D térképeinek pontosságát. Pedig a köd 3D feltérképezése segíthet annak a folyamatnak a megértésében, amelynek során az elmúlt 10 millió évben néhány millió éves hullámokban több ezer csillag keletkezett. Alves és Bouy a fény csillagközi vörösödését felhasználva igyekeztek pontosabban szétválogatni az Orion-ködben ágyazódó és az előtérben lévő halmazhoz tartozó csillagokat.

Az ONC dinamikájának vizsgálata, illetve más kutatók (Ladislav Subr és munkatársai, Károly Egyetem, Prága) számítógépes szimulációja meglepő eredményt hozott: eszerint az ONC-ben több mint 100 naptömegű fekete lyuk rejtőzhet. Ha valóban ott van, akkor 1300 fényév távolságával ez a Földhöz legközelebbi, ismert fekete lyuk. Feltételezik, hogy a halmaz keletkezésekor olyan sűrűn helyezkedtek el benne a csillagok, hogy gyakoriak lehettek közöttük az összeolvadást eredményező ütközések. Így jöhetett létre a fekete lyuk. A kutatók sze-

rint gravitációs hatásával a fekete lyuk ma is uralja az Orion-halmaz magját. Ha létezik is a fekete lyuk, az ma már valószínűleg nem hízik tovább. A halmaz legnagyobb tömegű, forró csillagainak erős ibolyántúli sugárzása ugyanis néhány százezer év alatt kifújhatta a maradék gázt a halmazból, sőt a lazábban kötött csillagok is kirepülhettek a halmazból. Így a gáz már nem táplálta tovább a fekete lyukat, és a csillagok közötti ütközések is ritkábbá váltak. A szimulációk többségében a legnagyobb tömegű csillagok vagy kirepültek a halmazból, vagy egyesültek egymással, ami megmagyarázza, miért találunk csak 10 O és B csillagot a halmazban a modellek alapján várt mintegy 40 helyett. (*Sky and Telescope*, 2013. február)

KOZMIKUS SÚRLÓDÁS

A csillagászok meglepő magyarázatot találtak arra, miért veszi körül csak viszonylag kevés törpegalaxis a Tejútrendszert, ahelyett, hogy rajokban nyúzsógnének körülötte. Az ellentmondás kulcsa a kozmikus súrlódás. A kozmológiai szimulációk szerint a nagy galaxisokat ezerszámra kellene körülvenniük a törpéknek, ehelyett a csillagászok csak néhány tucatot, legfeljebb pár százat találtak. Feltételezik, hogy a törpegalaxisok léteznek, de láthatatlanok, úgynevezett sötét galaxisok, mert alig vannak bennük (vagy egyáltalán nincsenek) csillagok. De mi akadályozhatta meg a csillagok keletkezését? A korábbi modellszámítások során csak az anyag döntő részét kitevő sötét anyaggal számoltak, amely meghatározza a Világegyetem nagyléptékű szerkezetét. A szálakat alkotó sötét anyag mentén fejlődik az anyag galaxisokká. A legújabb modellszámításban annak a hatalmas, palacsintaszerű képződménynek a fejlődését követték, amelyikből a galaxisok lokális rendszere (többek közt a Tejútrendszert és az Andromeda-ködöt tartalmazó galaxiscsoport) kialakult.

A kutatók a szimulációval megállapították, hogy amikor a törpegalaxisok keresztülhaladnak az anyag vastag sűrűsödésén (a palacsintán), akkor az abban lévő gáz magához szippantja a gázt a törpegalaxisokból. Emiatt nem tudnak azokban a csillagok kialakulni. Úgy tűnik, az eddigi modellszámítások azért voltak hibásak, mert nem vették figyelembe a törpegalaxisok mozgási sebességét. A 300 km/s nagyságrendű relatív sebesség elég ahhoz, hogy a gázt magához rántsa. Mások úgy gondolják, hogy a gáz hatása nem lehetett az egyetlen, a törpegalaxisok eltűnését eredményező tényező, mert a hatás kialakulásához az ősrobbanás után legalább 3 milliárd évnek el kellett telnie. Feltételezik, hogy más folyamatok, például az első csillagok ionizáló sugárzása, ugyancsak szerepet játszhatott. (*Sky and Telescope*, 2013. február)

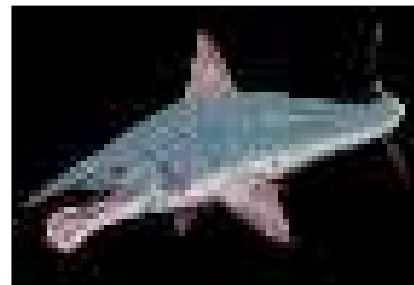
SARKI FÉNY A CSILLAGOKON

A Földön jól ismert a sarki fény jelensége – legalábbis a pólusokhoz közelebb élők számára. Nem kizárólag a Földre jellemző azonban a színes fényfüggöny, üresközökről már a Jupiter és a Szaturnusz sarkvidékén is megfigyelték. Legújabban egy nemzetközi csillagászcsoport Jonathan Nichols (Leicester Egyetem, Nagy-Britannia) tagjai megállapították, hogy csillagokon is előfordulhat a sarki fény. Kimutatták, hogy a legcsenevészebb csillagok, az M7 színképtípusú vörös törpek légkörében is előfordulhatnak a Naprendszer óriásbolygói megfigyelthez hasonló felfénylések. Az ilyen törpecsillagok belső anyagáramlásai (konvekciója) és az abban fellépő örvénylések a földinél 10 000-szer erősebb mágneses teret generálhatnak. Ezeket a tereket közvetlenül nem lehet megfigyelni, de a mágneses tér és a töltött részecskék közötti kölcsönhatás eredményeképpen kibocsátott rádiósugárzás elárulja a létezését. Ez a kölcsönhatás nem minden ultrahideg törpecsillagon lép fel, a mintegy 200 megfigyelt közül csak 12-nél tapasztaltak ilyen rádióemissziót. A 12 csillag mindegyike nagyon gyorsan forog a tengelye körül, periódusuk csupán néhány óra. A rádiósugárzásban is megfigyelhető a valószínűleg a forgási periódus ütemének megfelelő lüktetés. Ilyen szempontból a törpecsillagok nagyon hasonlítanak a Jupiterre és a Szaturnuszra, azoknak is nagyon erős a mágneses terül és kb. 10 óra a tengelyforgásuk periódusa. A kutatók az óriásbolygókra készített modelleket módosították és azokat az ultrahideg törpecsillagokra alkalmazták. A szimulációk megfelelően visszaadták a megfigyelt rádiósugárzás lüktetését és egyéb tulajdonságait. A modell szerint a rádiósugárzás a csillagok poláris vidékéről ered, akárcsak a Naprendszer óriás gázbolygói esetében. (*Sky and Telescope*, 2013. február)

A FELCSAVARODOTT ÁLLKAPOCS TITKA

Egy amerikai kutatócsoport komputertomográffal készítette el a Helicoprion nevű kihalt őshal állkapcsának a háromdimenziós rekonstrukcióját. Régóta vitatott, hogy hol helyezkedtek el a hal csigavonalban sorakozó, fűrészkes élű fogai, és mi volt ezeknek a funkciója. A 7 méteres hosszúságot elérő Helicoprion a késő-karbonban jelent meg mintegy 280 millió évvel ezelőtt. Bár a perm végi tömeges kihalást túlélte, 225 millió évvel ezelőtt eltűnt az ősmaradványok közül. Mivel a porcos halak közé tartozott, elsősorban a fogmaradványait ismerjük. A körfűrészre emlékeztető

fogak a korábbi elméletek szerint a védekezést szolgálták és az alsó és a felső állkapocsra, sőt az állat háttára helyezték a rekonstrukciókon. Mások az alsó állkapocsra illesztették a fogakat (a nagyobbakat



hátra, a kisebbeket középre). Az Idaho államban talált és a helyi múzeumban őrzött legteljesebb, 23 cm hosszú állkapocs 117 fogáról készültek CT felvételek, amelyből kiderült, hogy a spirálisan elhelyezkedő fogak a száj hátsó részén nőttek az alsó állkapocshoz. A hegyes fogakból mintegy tucatnyi volt használatban, amelyek egy félkörív mentén sorakoztak fel. A hátrébb elhelyezkedő többi fog inaktív volt. Kiderült, hogy a Helicoprion a cápákkal ellentétben megőrizte a fogait, nem növesztett állandóan újakat. Működés közben, a száj bezárásakor a fogak hátrafelé mozdultak és elfordultak, így kettészelték az elkapott zsákmányt. A vékony, hegyes fogaknak csipkézett szegélye volt. Mivel az eddig talált mintegy 100 fog nem mutatott sérüléseket vagy kopást, a paleontológusok szerint a Helicoprion puhatestűekkel, például polipokkal és tintahalakkal táplálkozott, és a kimérákkal mutatott hasonlóságot. (*Biology Letters*, 2013. február)

MÍG A HALÁL EL NEM VÁLASZT

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

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

Az emberi lelemény tárháza

A müncheni Deutsches Museum

VÁSÁRHELYI TAMÁS

Európa egyik leghíresebb múzeuma a müncheni Deutsches Museum, ami egyben a világ egyik legnagyobb műszaki-természettudományos múzeuma is. Mindenképpen ajánljuk azoknak, akik a bajor fővárosba készülnek, ne hagyják ki a látóivalok közül, de azoknak is, akiket érdekel a múzeumi világ és a jól működő múzeumok, valamint azoknak is, akik drukkolnak, hogy nekünk is legyen végre igazi országos műszaki múzeumi kiállítóhelyünk.

Münchenben minden turisztikai információs helyszínen megtaláljuk a múzeum szóróanyagait – amelyekből, a saját élményeket kiegészítendő, a szerző is merített. A müncheni gyorsvillamos (S-Bahn) Isartor megállójánál a hangosbemondó közli, hogy itt kell leszállni a Deutsches Museum-hoz. Nyilak vezetnek a megfelelő kijárat felé, és a mozgólépcső tetején hatalmas, látványos falfestmény fokozza a kíváncsiságot. A múzeum épülete előtt egy 42 tonnás, 6,8 m átmérőjű hajópropeller vonzza a tekintetet, és hogy tudjuk mihez mérni, egy réztáblán azt is közlik, hogy a Titanicé 7,15 m, tehát alig volt nagyobb. A bejáratig el kell még menni a múzeumi bolt szép kirakata előtt, és egy tengeri mentőhajó mellett (a mindössze 8,5 méter hosszú hajó 25 éves története alatt 644 ember életét mentette meg). Ennyi kedvcsináló, felcsigázó látvány után kicsit meglepő a 100 évvel ezelőtti igények szerint épült sűrű bejárati rész – de nem is baj, mert a

kiállítási csarnokokban a lenyűgöző hatás tovább fokozódik.

A múzeum szót a köznyelv néha szinonimaként használja a kiállításra, ami a nagyközönség számára a múzeum megsokkolt (és majdnem kizárólagos) megjelenése. Bennfentesek a múzeumi munka három nagy területéről szoktak beszélni. Ezeknek nagy része azonban a „színpad mögött” zajlik. Az egyik feladat a gyűjtemények létrehozása, fenntartása, gyarapítása, egy másik az a kutató munka, ami által a gyűjtemény használhatóvá, kezelhetővé, értékesé válik, a harmadik pedig mindezeknek a közzététele. A Deutsches Museumot is e hármassal feladatcsoport szerint mutatjuk be.

A gyűjtemény

A múzeum alapítója *Oscar von Miller*, a kor neves bajor mérnök volt 1903-ban. Olyan támogatókat és tanácsadókat tudott maga mellett, mint Planck, Junkers, Röntgen. A ma is álló épületet 1925-ig, gyakorlatilag adományokból építették fel, addig különböző kisebb épületekben volt látható a gyűjtemény.

A múzeumnak ma három nagy telephelye van Münchenben és egy további Bonnban. Mintegy 25 000 tárgyat láthat a közönség, ami egynegyede a múzeum teljes gyűjteményének. Az újkőkorszaktól az atomkorszakig, a teljes utasszállító repülőgépektől a

nanorészecskékig, az űrhajózási eszközöktől a bányák mélyének eszközeiig mindent gyűjtenek. A tárgyak között nem kevés Nobel-díjas tudósokhoz kapcsolódik, sőt a múzeum a valódi aranyérme két példányával is dicsekedhet. Az archívumot, melyben a kiválóságok hagyatéka is helyet kap, 4,5 km hosszúságú polcrendszeren őrzik.

Néhány sláger a gyűjteményből: *Leeuwenhoek* első mikroszkópja (melyről senki meg nem mondaná, hogy mikroszkóp: egyetlen lencsével 270-szeres nagyítást ért el a vörösvértest és a véráram első megfigyelője); a *Wright fivérek* repülőgépe, amely az első motoros gép volt, vagy *Conrad Zuse* találmánya, az első programvezérelt számítógép. Az eszközök karbantartásáról, restaurálásáról egész üzemszerűen felépített részleg gondoskodik, ebben a régi, precíz műszerekre specializálódott órás (származására nézve egyébként magyar) ugyanúgy dolgozik, mint autószerelő, modellkészítő vagy szobrászművész.

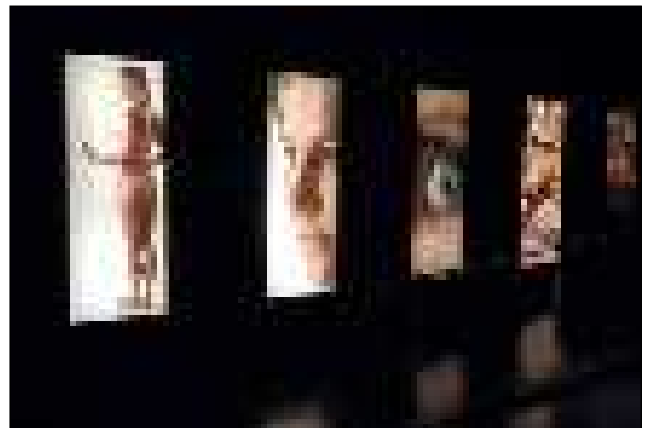
Kutatások

A hatalmas gyűjtemény és a hatalmas téma – a természettudományok és a technológia fejlődése – megkívánja, hogy sokféle kutatást végezzenek itt, és valóban, minden nagyobb tudományterületre jut néhány kutató. A müncheni egyetemekkel sajátos szer-

A Deutsches Museum főbejárata felé sétálunk, az Isaar egyik hídján keresztül (Marosi Ágnes felvétele)



Fotósorozat vezet az egyre parányibb dimenziók felé, az emberi test egyre jobban felnagyított részlete felé





A Wright fivérek alkották az első motorral hajtott repülőgépet. Egy ilyen találmánynak itt a helye, a többi repülő-matuzsálem között (A szerző felvételei)



Vidámparkba is illene egy ilyen szerkezet, amelyben a gyerekek saját egyensúlyérzéküket próbálhatják ki, miközben a forgó mozgásról, az emelő elvéről (erő szorozva erő karja egyenlő...) szereznek inkább affektív és motorikus, mint kognitív ismereteket

vezetben együttműködve vesznek részt az oktatásban is.

Négy nagyobb területen folynak kutatások. Az első a múzeum saját gyűjteményének feldolgozása. A második a történeti kutatások területe, amelyen belül tudomány és technológia összefüggéseit, kapcsolatát, illetve a tudomány és technológia európai integrációval kapcsolatos vetületeit vizsgálják. A harmadik téma a tudomány és a társadalom kapcsolata (ami világszerte, de az Európai Unióban különösen követelődően került az utóbbi időben az érdeklődés középpontjába). Végül a negyedik terület a múzeum közönségének nyújtandó szolgáltatásokra vonatkozik, s ennek eredményeit élvezhetjük a látogatótérben is.

Egy múzeumban nemcsak a kutatók, hanem a muzeológusok is kutatnak. Itt például hatalmas restaurátor és kiállításkészítő részleg működik. Ahhoz, hogy egy modellkészítő mester elkészítse, mondjuk egy mikroszkóp 1:5 méretű makettjét, részletesen tanulmányozni kell a mikroszkóp szerkezetét, anyagait, felépítését, működését. És rézből készítik azt, ami az eredetin is rézből van, hogy ugyanúgy csillogjon. Lehetne ma már 3D printeléssel is, de az nem elég precíz ebben a mérettartományban, és nem lehet úgy lefesteni, hogy réznek tűnjön. Anyagelemzések, műszaki rajzok készülnék, mielőtt a kicsinyített másolat készítésébe fognak. Különösen értékes ez a munka akkor, amikor régi, elfeledett eszközök, vagy azok maradványai kerülnek ilyen részletes vizsgálat alá, és új tudomány- vagy technikatörténeti ismeretek is származnak a kutatásból.

Bizonyos tanfolyamok keretében a résztvevőknek alkalma van a restaurátorműhelyekben járnival, és megcsodálni az ott dolgozók végtelen türelmét, aprólékos precí-

zítását, amivel az eredeti gépek, eszközök, helyszínek különböző mértékben kicsinyített, és így már kiállítható változatát előállítják. Egyik példánk egy tudományos expedícióra átalakított hajó zoológiai laboratóriumának makettje lehet. Maga a hajó, az angol háromárbcos Challenger, sokáig ágyúnaszád volt, majd átalakították egy 1872–75 közötti, világkörüli gyűjtő- és természetkutató expedíció céljaira.



A Gyermekvilág című kiállításban található gitár. A felnőttek is kíváncsiak arra, vajon milyen hangja van egy ekkora gitárnak. A többméteres húr valószínűtlenül mély hangon szólal meg

Amikor kiszolgált, 1921-ben szétbontották. Megmaradt azonban egy részletes metszet a zoológiai laboratóriumról (annak megfelelő méretűre nagyított példányát helyezték el a makett alatt). És a múzeum szakemberei elkezdtek kutatni a korabeli hajózási ismeretekben, és megépíteni a kabin

kicsiny mását. A bútort hársfából faragták ki, mert az jól bírja a nedvesedést és kiszáradást, feltehetően az eredeti is abból volt. Amikor bekukkantunk a kis kabinba, az elpiszkolódott, zsírfoltokkal csúfított, sokszor sikált boncasztal benyomását kelti a makettkészítő remeke. Elképesztő a picurka zsanérokkel elkészített szekrényajtó élethűsége. Az asztalon parányi háromszögvonaltól, a fali polcokon parányi üvegedények, minden az eredeti mintájára. A kabin ablakán ferdén tűz be a Nap, és ha messzebbre tekintünk, egy sziklás sziget előtt egy másik vitorlás hajót látunk. Mindez úgy elkészítve, hogy maximálisan szolgálja egyszerre a látogatók informálását és gyönyörködtetését is, a nemsokára megnyíló Óceánográfia kiállításban.

Mit nyújt még a múzeum a közönségnek?

Az Isar folyócska szigetén álló, 47 000 négyzetméteres múzeumi épületben mintegy 50 kiállítást lehet egyszerre megnézni¹. Most, az évekig tartó felújítás és modernizálás alatt is ügyelnek rá, hogy egyszerre csak néhányat zárjanak be. A kiállítások témája igen széles palettán mozog (és a mozog szót itt nem közhelyesen, hanem szándékosan használhatjuk, hiszen folyamatosan nyitnak újakat is): az Altamira-barlang hű másolatától a lézerfényig, a vízen ringó hajókon és az A 300 Airbus repülő egy gondosan kiválasztott szeletén át az őrhajós-öltözékig. Am úgy is jellemezhetjük a választékokat, hogy az valamilyen témában a legelső, esetleg manufaktúráisan elké-

¹ Összehasonlításképpen: a városligeti Közlekedési Múzeum 1966-ban újjáépített épülete 3000 m².

szített eszközöktől a számítógép vezérelte modern készülékekig terjed. Gondosan mutatják az emberiség tudományos és műszaki fejlődésének állomásait. És természetesen nemcsak álló, megérinthetetlen tárgyak, hanem filmek, interaktív panelek, átrendezhető modellek segítségével is. Nem érdemes sokat időznünk ennél a témánál, hiszen az 50 téma felsorolása is megterhelne a múzeumra szánt terjedelmet. Csak azt javasolhatjuk, hogy mindenki látogassa meg a múzeum angolul is olvasható honlapját: www.deutsches-museum.de.

Szerző felnött ember, ám dacolt a felirattal, és lement a gyerekbirodalomba, ahol felnött jelenléte csak kisgyerek kísérőjeként kívánatos. Itt a kisgyerekekhez illő bútorok vannak, és az uzsonnázóhely, a toalett is könnyen használható számukra. A kiállítási egységek egy része gyerekeknek való, más része viszont nem, de most mégis a rendelkezésükre áll. A tűzoltóautó fent is lehetne, a közlekedési egységben, de itt a gyerekek szabadabban veszik birtokba, forgatják a kormányt, nyomják a pedálokat és gombokokat, mászkálnak a kocsik minden lehetséges felületén. A maguk módján a felnöttek is birtokba veszik az autót, például, amikor az anyuka fényképezgeti magát a tűzpiros autó hűtőjén.

Lehet, hogy a szerző mégsem egészen felnött, ugyanis gyermeki örömmel próbált ki néhány eszközt, például a csigasort, amivel fel tudta emelni magát, a perspektívával és optikai illúzióval játszó szobát, vagy a különféle hangkeltő eszközöket. Egy hatméteres gitárba hátulról bemászni, és onnan hallgatni, hogyan zeng az egész hangdoboz – ez nem akármilyen élmény.

Legalább egyetlen kiállításba kukkantunk be, ha nem is kimerítően. Az Optika részlegben például a fény terjedésével, összetételével, színre bontásával kapcsolatban többféle eszközzel kísérletezhetünk. Majd a lencsék természetéről van szó, és korabeli okulárok sokaságát láthatjuk. Az emberi szem vizsgálatához több német orvos és feltaláló is hozzájárult, és egy *August Müller* nevű orvos 1887-ben elkészítette a világ első hosszabb ideig hordható kontaktlencséjét (üvegből, saját szemhibájának orvoslására).

Én persze, másért jöttem, de azt nem találtam, mert restaurálásra kivették a vitrinből, és helyére az 1991-ben készült mását tették... Miközben tehát Leeuwenhoek egy marokban elférő mikroszkópjának hiteles másolatát nézegettem (hogyan lehetett ezzel olyan nagy nagyítást elérni, egyáltalán, hol van ezen bárhol lencse?), hangok ütöttek meg a fületem az egyébként reneteg, és kissé poros tárgyat egymás mellé helyező, és a téma érdekességéhez viszonyítva kiábrándítóan élettelen kiállítótérben. A legmodernebb optikai készülékeket bemutató

részben egy fiatalember scanning elektronmikroszkópos felvételeket mutogatót számítógépről. Az élővilág parányi csodáinak méltán tartott sugáralkatkák vázait mutogatta, saját felvételein. Autentikus ember csodálatos mondanivalóval mindig megteszi a magáét: a kicsiny hallgatói kör egyre nőtt, és senki sem ment el a bemutatás végéig. Addigra már átmostunk egy száraz mohadarabkát is, és áteső fényvel működő mikroszkópban megnéztük azt is, hogyan élednek fel a kiszáradt medvealkatkák egy negyedóra alatt a vízben. Közben volt szó globális környezeti kérdésekről, köztévképzésről, családalapításról – a színésznek is remek kolléga könnyedén beszélt és váltott témák között. Aki ezt végignézte, sosem fogja elfelejteni². A múzeum naponta 18 időpontban (és délután kettőkor például 10 helyen!) *tárlatvezetést* vagy *élő bemutatót* kínál ingyenesen a látogatóinak. Így (is) teszi élővé az óriási térben felhalmozott ropant tárgyi anyagot és információt.

A múzeum *könyvtára* a maga 900 000 kötetével 20 000 folyóiratával (ebből 3500 kurrens) a világ egyik legnagyobb, hat évszázad természetét őrző természettudomány-, kézműves- és ipartörténeti szakirodalmi gyűjteménye. A múzeum alapítása óta szolgálja a kutatókat és érdeklődőket, közben vásárlásokkal és adományokkal is gyarapodva. Ősnyomtatványokat, vagy mondjuk Kepler és Euler eredeti kiadásokat különös elővigyázattal kezelnek, de a 150 ülőhelyes olvasóteremben 25 000 kötetből válogatva lehet dolgozni, a hétféle napokon is.

A kiállítótérben vagy egy előadóteremben folyó képzések minden nagyobb múzeumban megtalálhatók. Itt azonban egy ritka adottság, egy 30 szobás kollégium is szolgálja a *szakképzést*, azaz bentlakásos tanfolyamokat is kínál a múzeum³. A

² Én azt meg végképp nem fogom elfelejteni, hogy amikor a show után beszédbe elegyedtem vele, megmutatta a mikroszkópos laboratóriumot, ahol gyerekek is kezelhetik a sztereomikroszkópokat, kezembe adta egy egylencsés mikroszkóp másolatát, aminek így megérttem a működését, és a szekrényéből némi – jó értelemben vett – felhajtással elővette Lovas Béla bácsi *Mikroszkóp mikrokozmosz*-át, amiből ő sajnos egy szót sem ért, de már csak a remek képanyag miatt is nagy tisztelettel van iránta...


³ Az egyik a Magyar Természettudományi Múzeum közreműködésével kialakított és akkreditált kurzus. A tanfolyam az iskolák és a múzeumok együttműködésének javítását célozza meg (www.museoscienza.org/smecl/), magyar nyelvű anyagokat is tartalmaz. Kilencedik alkalommal idén decemberben kerül megrendezésre. Eddig tíznél több magyar tanár vagy múzeumpedagógus nyerte el az össze költséget fedező ösztöndíjat a Comenius, illetve Grundtvig programon keresztül.

Georg Kerschensteinerről elnevezett kollégium helyileg az épületegyüttesben van, tehát a tantermi és kiállítótermi munka könnyen összeegyeztethető. Előadásokon, egynapos tréningeken kívül többnapos továbbképzéseket is rendezhetnek tehát⁴, illetve a megrendelő képviselőjével együttműködve új témák kidolgozását is vállalják. Gyakorlatilag egész évben telt házzal üzemel a kollégium, azaz elképzelhetően nagy hatással van elsősorban a német, de egyre inkább a nemzetközi tudománytörténeti, ipartörténeti és muzeológiai, múzeumpedagógiai ismeretek és készségek fejlődésére.

A München belvárosában fekvő főépület mellett még két telephelye van itt a múzeumnak. A Közlekedési központban nemcsak sok oldtimer, köztük Benz első autómobilja látható, hanem egyebek között modellvasutak, és a vasútmodellezés szépségeiről szóló kiállítás is. Korszerű témák is szerepelnek az itteni előadások között, mint például: hogyan viselkedünk közlekedési balesetekben, vagy hogyan vigyázhatunk az idős emberekre a tömegközlekedési eszközökön. Jelenleg egy időszaki kiállítás az elektromos meghajtású autónak a vágyálmoktól némileg elmaradó lehetőségeit mutatja be.

A Schleissheim-i repülőtér mellett, egy felújított, múzeummá átalakított hangárban ismét találkozik a múlt a jelenel. A repüléstörténet kiemelkedő darabjai mellett a legújabb szenzáció egy helikopter-repülés szimulátor. A világon az első civilek számára kialakított, és a leírás szerint a valódi repülés élményét nyújtó készülék használatáért borsos árat kell fizetni: a kapitányi ülést 10, egy utasülést 5 Euroért lehet elfoglalni – 5 perc. Ezt az attrakciót egy részvénytársaság működteti.

A Bonni telephely Németország első, a kortárs műszaki haladásnak szentelt múzeuma, melyben mintegy száz, köztük néhány Nobel-díjjal jutalmazott remeket láthatni. Megtudhatjuk, milyen út vezetett az első MP3 lejátszóig, vagy hogy hogyan működik a gépkocsik légszákja.

Wir arbeiten an der Zukunft des Deutschen Museum! A múzeum jövőjén dolgozunk – hirdeti néhány éve minden kommunikációs eszközzel az intézmény, hogy megértse, miért látni állványzatokat a müncheni főépület egyes részei körül, miért zárnak be időlegesen egyes kiállításokat a felújítás érdekében. Mindezt úgy, hogy az évi 1,3 millió látogatót a lehető legkevésbé zavarják az élvezetben és a tanulásban. 

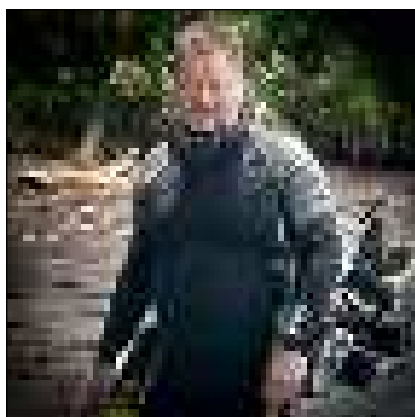
⁴ Néhány téma: Galileitől az elemi részecskékig; Nanokozmosz – egy teljesen új világ?; A kémia benned is van – Gyógyszertári kiállítás; Hogyan fogadja és kezeli a társadalom a technológiát?; A természettudományok fejlődése; Az abakuszról Zuse-ig; Nano és bio – a jövő technológiái?

Jawfish és Holdbűvölő

Beszélgetés Bálint Attila bűvőfotóssal

– Fotomodelljeinek szokott nevet adni? Mi a címe a *naturArt* az Év természetfotósa pályázatán a *Természet Világa* különdíjával jutalmazott felvételének?

– Mint minden fotósnak, nekem is vannak kedvenceim. Ez általában 5–10 olyan kép, ami az ember becsukott szeme előtt lebeg. Nekem is vannak ilyenek, ez úgy 5–6 az eddig lefotózott kb. százezerből...



Bálint Attila

– ...százezerből?!

– Igen, ennyi egészen biztosan készült, sőt több is, de ezek közül csak pár olyan van, amelyik a lelkemnek igazán kedves. Ez pedig olyan kevés, hogy nem kell őket nevesíteni, vagy számmal regisztrálni. A folyóirat különdíját nyert képem számomra csak a „Kis Ikrás”, és nemcsak azért, mert ikrák vannak a szájában, hanem azért is, mert általában maga a hal sem nagyobb 4–5 cm-nél.

– Hol és hogyan készült a felvétel?

– A hal egy szájban költő indonéziai fajta, jawfish-nek hívják. Nagyon sokan kedvelik, mert nagyon aktív, viszont borzasztóan félénk és óvatos állat. Homoklakó, tehát a homokba ásott lyukakban él, és onnan mászik elő, amikor az ikráit költi ki, mégpedig – ahogy látszik is – a szájában. Ilyenkor ezerszer óvatosabb.

– A képen viszont úgy néz ki, mintha rendezői utasításra jött volna elő, hogy akkor „csináljuk meg még egyszer ezt a beállítást!”.

– Indonézia Lembah tartományát a makrofotózás paradicsomának tartják. Egyedülálló fauna található ott, sok olyan élőlény, amelyik csak ezen a területen él. Ez egy mindössze néhány négyzetkilométernyi felszígetrés, vulkánkitörés során kiala-

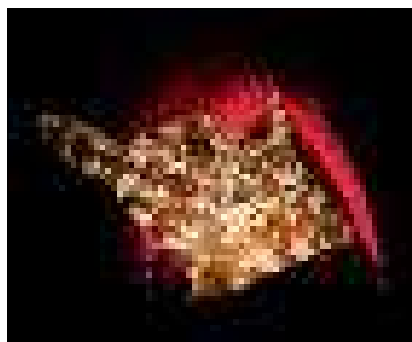
kult koromfekete fővennyel. Ebben teljesen más módon tudnak elbújni az állatok, mint a szokványos korall-homokban, aminek speciális az összetétele, ugyanis savassága miatt teljesen más típusú élőlények találhatók benne. Ezért utazik oda mindenki, aki isteni makroképeket akar készíteni.

Lembahban hármás csoportokban szoktunk merülni, vagyis három bűvő és egy

guide. Amikor a képet készítettem, akkor is éjszaka indultunk; három csapat a kísérőkkel. Mindegyik kísérő úgy ismerte a területet, mint a tenyerét. Az volt a célunk, hogy jawfishet találjunk. Mind a három csapat máshol ugrott vízbe, hogy ne zavarjuk egymást. És valami isteni szerencse folytán, egy méterre onnan, ahol mi ugrottunk be, a guide megtalálta a kis halat, amint éppen



Jawfish, a Kis Ikrás



kijött a lyukából. A hal természetesen azonnal visszament és elbújt a homok alatt, amikor észrevett bennünket és a fényeinket. A guide ekkor egy kis pálcával a felszínre terelte, hogy néhány fotó erejéig szíveskedjék már modellt állni. És hármunknak sikerült is ezeket a pillanatokot megörökíteni. Nagyon ritka eset ez, mert, ahogy mondtam, ez az állat borzasztóan félénk, megtalálni is csoda, nem hogy ikrával a szájában lefotózni. Gyönyörű felvételeim vannak a halról, a versenyre húsz képből választottam ki a különdíjas felvételt. Nagyon büszke vagyok erre a sorozatra. Később többször is vissza-

mentünk a helyszínre, de sajnos már nem találtunk rá a kis halacskára.

– *ennyi ideig pózolt önöknek a hal?*

– Körülbelül 5–8 percig, aztán eltűnt a szemünk elől. Talán azért volt ott ennyi ideig, mert meglepődött a fényektől, a vakuzástól. Bár azt tapasztaltuk, hogy fotózás során az állatok nem rezzennek meg, nem ijednek meg, nem rohannak el, nem merevednek le. Ezért aztán azt feltételezzük, hogy különösebb kárt nem szenvednek a vakuzástól. Bár arról se vagyok meggyőződve, hogy annak az állatnak, amelyik éjszakai rejtőzködésre rendezkedett be, kifejezetten jólesik, ha az ember kétszer 160 wattal szembevillantja. A technika azonban sajnálatos módon már csak olyan, hogy nem lehet koromsötétben fotózni, fény kell hozzá. De a vadászatnak ez a fajtája szerintem még mindig humánusabb, mint egy golyóval leteríteni az állatot.

– *Csőre töltve merülnek le? Mindent előre beállítanak?*

– Igen. Mielőtt beugrunk a vízbe, a technikát előbb a földön összerakjuk, teszteljük, hogy lent már semmilyen probléma ne fordulhasson elő. Mondjuk olyasmi, hogy lemerült az akkumulátor. Aztán amikor beugrunk, rögtön a felszínen bekapcsoljuk a vakukat, a fényképezőgépet és a spotfényeket is. Mert e nélkül nem látnánk, hogy hová úszunk. A vaku csak akkor villan, amikor fotózunk, tehát kellene az irányfények, amelyek ahhoz is szükségesek, hogy a fényképezőgép a koromsötétben is megtalálja a fókuszot. Különben nem tudnánk az állatra fókuszálni, ha nem lenne rajta az ún. fókuszfény.

Tehát vadászatunk többnyire előre jól megtervezett koncepció eredményeképpen zajlik, pontosan tudjuk, hogy mi az, amiért lemegyünk a víz alá. Ott már nincs lehetőség arra, hogy gyorsan átcsereljem az objektívet, és az egész technikát az éppen adott szituációhoz alakítsam. Tehát, ha olyan területen vagyunk, ahol makrofelvételek készíthetők, de véletlenül adódik egy olyan szituáció, hogy fantasztikus nagylátót lehetne készíteni, akkor megnézzük, nyugtázzuk, s megállapítjuk, hogy ez a lehetőség elment, s valószínűleg nem is jön vissza soha többet. Általában 30–35 percet vagyunk a mélyben, és ha ez alatt valami történik a technikával, például víz kerül a gépbe, akkor nincs más választásunk, minthogy végignézzük, amint éppen tönkremegy.

– *Említette, hogy hárman merültek le. Ez egyfajta verseny is? Nyilván mindegyikük azt szeretné, ha csak ő csinálhatja szuper felvételeket a halról. Csakhogy még ott vannak rajta kívül ketten...*

– Nagyon nehéz megállni, és nagyon sok tolerancia kell ahhoz, hogy az embert a hév ne ragadja el, és átadja a helyet, amit ő talált a fotózásra. Arról nem is beszélve, hogy az állatok folyamatosan változtatják a helyüket. Ez azt jelenti, hogy a három bűvár körbeveszi a halat, ami az egyik pillanatban még

velem áll szemben, aztán rögtön hátrat fordít nekem, és a másik bűvárnak pózol.

– *Tehát nem úgy kell elképzelni, mint azokat a fotósokat, akik a sajtótájékoztatókon lökdösik egymást a kamerával.*

– Ha statikus a téma, akkor igen. Ilyenkor várunk kell egymásra. Csak az a fontos, hogy ne verjük föl körülöttünk a homokot. De a mozgó állat egyszer erre áll, egyszer meg arra, tehát végül is a szerencse hozza, hogy éppen kinek sikerül jó képet készítenie.

– *Látta a többiek képeit? Azok milyenek lettek?*

– Nem lettek olyan jók. Ebben az is közrejátszhatott, hogy én voltam az első, aki a fotózást kezdte, és valószínűleg kicsit hosszabban is, valamint más pozícióból készítettem a képeket. De olyan borzasztóan nem kell félni attól, hogy ha ugyanazon a helyen ugyanazt fotózzuk, akkor ugyanolyan lesz a kép is. Egy ember 5 mp-en belül se tud egymás után két ugyanolyan képet készíte-



Holdbűvölő

ni. Mert minden változik. Mozog az állat, változik a kivágás, általában mindenki más beállításokkal dolgozik, az egyik gépnél a zársebesség van máshol, a másiknál a blende, az egyik esetben van irányvaku-fény, a másikban nincs stb. Erre jó példa a szintén díjnyertes kép, a „Holdbűvölő”.

– *Bevallom, ez a képet nem tudtam megfejteni. Hogyan készült?*

– Egy profi bűvárfotós, Selmeczi Dániel közreműködésével. Ő találta meg a helyszínt, és ő is állította be. Az egyik legismertebb internetes bűvárporthal, a Divecenter.hu minden évben rendez egy ötnapos versenyt, amelyen azonos helyen, azonos témákat fotózunk. Ez a kép itt is nyert, s a közönségdíjat is elhozta. Élő példája annak, hogy

nagyon nem mindegy, ki áll a gép mögött. Selmeczi Dániel is megfotózta az angolnát, miközben nagyon toleránsan és nagyon kultúráltan a többieknek is megadta a lehetőséget. Az angolna fix helyen van, bent a földben. 1500 féle képet lehet róla készíteni. És csak nüanszokon múlik, hogy melyik lesz a legjobb, s melyik a legrosszabb kép. Itt aztán kifejezetten fontos volt például a beállítás. Két-három percet tölthettünk ennél a témánál. Tizen fotózták, még sincs senkinek ilyen képe.

– *Itt a Hold a víz alól látszik?*

– Nem, itt semmiféle Hold nincs. Fényes nappal készült...

– *...Merthogy Holdbűvölő a neve...*

– Mert olyan, mintha a Hold lenne. A kép a víz alatt úgy tizenöt méteres mélységben, tökéletes napsütésben, délután 2–3 óra körül készült. Az állat bent volt a homokban, csak a feje látszott ki. Az történt, hogy egy háromlábú állványra fölhelyeztünk egy vakut, amelyen olyan szűkítő volt, aminek csak egy nagyon kicsi, mindössze egy cm-es lyukon jön ki a fénye. A normál vaku 120–150 fokban derít, tehát gyakorlatilag bevilágítaná az egész terepet. Ha azt akarjuk, hogy csak azon a meghatározott 5–6 cm-es helyen legyen fény, akkor vakuszűkítőt használunk. Ezen van egy irányfény, amellyel pontosan belőtük az állat fejét. És a vaku csak akkor villan el, amikor a fekvő bűvár fotózza az állatot. A vezér vakunk villanása indítja el, a slave, állatot megvilágító vakut. A környezeti fényeket ki akartam zárni, ezért csak a vaku fénye az, amit ott fent látnak. Úgy komponáltam a képet, hogy a felső harmadolási pontban legyen a vakunak a fénye, de az állatot meglegyen a fénykorona.

– *Tehát a vaku fényét látom Holdnak.*

– Igen, és a fénycsóva, a sáv azért látszik, mert a vízben lebegő részecskék vannak, plankton, homokrészecskék miegymás. Ezek becsillannak, ahogy mi mondjuk, hóesést okoznak. Tehát a legtöbb esetben arra törekszünk, hogy ezt kizárjuk, mert különben értékelhetetlen lesz a kép. Jelen esetben viszont nekem kifejezetten kellett ez a részecskék. Ez a fotó egyébként a legnívósabb német bűvár szakmai lap, a www.unterwasser.de által meghirdetett nemzetközi versenyen 2013 februárjában 7 ország 130 bűvárfotósának képei közül az előkelő 2. helyezést érte el (<http://www.unterwasser.de/visionsfotowettbewerb/artikel/top-ten-februar-2013>).

– *Jól gondolom, hogy a bűvárfotós társadalomra inkább az egymás segítése a jellemző, nem pedig az ádáz presztízsharc?*

– Azt mondanám, hogy ennek a kettőnek az egészséges egyensúlya van meg. Ez nálunk talán azért is jellemzőbb, mint a felszíni fotósok esetében, mert a bűvároknál van bizonyos egymásra utaltság a speciális helyzettől adódóan. Nem úgy van, mint a felszíni fotózásnál, hogy egymás mellett ülünk lesben, s tényleg nagy harcban, hogy kinek

lesz nagyobb szerencséje elkapni éppen azt a pillanatot, amikor a madár felrebben, vagy elkapja a bogarat. A mi esetünkben sokszor az életünk is egymástól függhet. Tehát nemcsak arra kell odafigyelni, hogy a másik mit fotózzon, hanem arra is, hogy nincs-e valami baja. Úgy érzem, hogy a víz alatt teljesen kicserélődünk, nincs az a fajta halálos, mélységes harc közöttünk. Én legalábbis azt tapasztalom, hogy minden egyes versenyen eléggé toleránsan tudunk egymás mellett dolgozni.

– *Évekkel ezelőtt egy magyar fotósnek megjelent a Tisza virágzásáról egy képe, mégpedig nagyon tekintélyes helyen, a National Geographicban. Azzal vádolták, hogy manipulálta a képet.*

– Ez így is volt.

– *Ez persze elfogadhatatlan, de a digitális technika biztosan nagyon csábító lehetőség, sokakat kísértésbe vihet. Ezek szerint ilyesmivel is meg kell küzdeniük?*

– Sajnos igen. Mindenkit másképp csap meg a siker szele. Van, aki innen kezdve még többet akar, és a sikernek az oltárán hajlandó feláldozni az etikai szabályokat is. Olyan dolgokat is elkövet, amelyeket nem lenne illendő. Mindenkinek a saját belső értékrendje határozza meg, hogy meddig megy el. A versenykiírásokban normál esetben benne van az is, hogy csak meghatározott módosításokat lehet végezni. Példának okáért, semmit sem lehet eltávolítani, és semmit sem lehet odarakni a képre. Mindazonáltal ma ez könnyedén megtehető. De ezt úgy ellenőrzik, főleg a nagy DSL-kamerákkal történő fotózásnál, hogy bekérik a nyers RAW képfájlt. Tehát a versenyeken a zsűri először a nyers képből kidolgozott kis képekből kiválogatja azokat, amelyek egyáltalán szóba jöhetnek. Majd ezután bekérik az elkészített képek nyers változatát, s megnézik, hogy ahhoz képest a végterméken milyen változtatások történtek. Ha ezek nem lépik túl azt a határt, ami a zsűri számára az adott versenyen még elfogadható, akkor az a kép továbbmegy. Nekem is volt már nem egy olyan képem, amelyikről még két-három szemcsét kivettem, s azt gondoltam, hogy ez még belefér, de a zsűri szerint azt már nem lehetett volna kivenni, s ki is zárták a versenyből. Van tehát kontroll, de ha valaki mindenáron manipulálni akar valamit, akkor természetesen meg is tudja tenni, mert a digitális technikában magának a nyers fájlnek a reprodukciója is megoldható. De itt is érvényes a közmondás, hogy addig jár a kórsó a kútra...

– *Mi a siker csúcsa ebben a műfajban? Megjelenés a National Geographicban? Vagy az csak mítosz, hogy ha valakinek ott sikerül egy képet elhelyezni, az a valami? Mert, hogy ott esetleg százszázalékosan válogatnak.*

– A siker nagyon szubjektív dolog. És a sikernek a csúcására elérni, az pontosan annyira szubjektív érzés, mint a boldogság. Tehát, ha valaki azt mondja, hogy én most vagyok az életben a legboldogabb, ez lehet attól is, hogy csak egy nagyon-nagyon kicsi dolog történt velem, de az számára akkora élmény volt abban a pillanatban, hogy úgy érzi, ez élete legboldogabb pillanata.

– *Igen, de ezt nem más minősíti.*

– Ezért mondom, hogy a siker attól függ, honnan vizsgáljuk. A személy, vagy a szakma részéről. Van egy fotós, aki nem mesteri fotós, csak egyszerű átlagfotós, és egyszer készít egy olyan képet, amellyel nyer egy versenyen. Számára az lesz a siker csúcsa. Úgy éli meg, hogy ő borzasztóan boldog, mert hihetetlen eredményt ért el, miközben lehet, hogy a zsűri nevet, hogy milyen ez a kép, de hát abból a 15-ből ez volt a legjobb. Ha a szakma részéről nézzük, akkor azt mondhatjuk, hogy a siker csúcsa az, amikor a legnagyobb, legismertebb fotósok képei között az enyém nyert. Ezek valószínűleg azok a nemzetközi



versenyek, amelyeket a National Geographic is meghirdet. De tegyük hozzá, hogy számos ilyen verseny van, mindenféle témában. Például a német Unterwasser c. újság a víz alatti kategóriában gyakorlatilag minden hónapban megrendezi egy ilyen versenyt.

– *Akkor úgy kérdezem, hogy a búvárfotózásban mi a Nobel-díj?*

– A búvárfotózás a természetfotózás egyik ága. Nobel-díjnak a BBC Wildlife Photographer of the Year versenyt tekintjük, ez a világ egyik legrangosabb nemzetközi fotós megmérettetése, amelyet 2010-ben Máté Bence barátunk nyert el.

– *Mi a szakmája, mi mellett tanulta, műveli a búvárfotózást?*

– Búvárfotós és bármilyen fotós is csak az lehet, aki a fotózást valamilyen szinten szereti. Ez általában valamikor gyerekkorban, vagy fiatalkorban megfertőzi az embert, aztán hogy ki milyen szintig jut el, az már más dolog. Én is már gyerekkoromban elkezdtem

fotóztatni. Nagyon tetszett, hogy mennyire másként lehetett megfotózni az életet ahhoz képest, ahogy azt az ember a valóságban látja. Tökéletes példa erre a makrofotózás. Ezeket az állatokat soha nem látjuk így. Ami pedig a szakmáimat illeti, nagyon szerteágazó végzettségeim vannak. Eredetileg repülőgép-műszerész vagyok, majd elvégeztem a Vendéglátóipari Főiskolát. Dolgoztam a vendéglátásban, előbb a Cempinski Szállodában, majd Németországban, Bad Griesbach-ban a Steienberger Szállodában. És aztán külkereskedő voltam, amíg meg nem alapítottam a ingatlanközvetítéssel foglalkozó Partner Immobil Kft. nevű hallgató saját cégemet.

A felszíni fotózást szerettem volna valamilyen szinten folytatni, ezért részt vettem egy alap-, majd egy mesterképzésen. Nagyon kezdett érdekelni a felszíni fotózás, de aztán egyszer-kétszer elmentem a barátaimmal fotózni víz alá is. Borzasztóan megfogott, hogy a víz alatti, meg a felszíni világ mennyire különbözik egymástól. Nemcsak színvilágában, hanem változatosságban is. S egyre inkább ebbe az irányba kezdtem elmenni. A búvárkodás nagyon kellemes sport, és ha ezt még ráadásul össze lehet kötni azzal, hogy az ember fotózzon is, akkor ugyan miért ne tenné. Kompakt géppel kezdtem fotózni, de két-három hónap után rájöttem, hogy bizony a kompakt fotózásnak a víz alatt nagyon erős korlátai vannak. Miután sajnos fényt kell levinni, a vaku kardinális kérdés. A vaku szinkronja a géppel, a vaku teljesítménye szinte 80%-ban meghatározhatja, hogy az ember mennyire tud jó képet készíteni. Ezért meg kellett tanulni, hogyan lehet víz alatt profi kamerával jó képeket csinálni. Ez volt a kezdet, s aztán jött az elképesztően sok merülés és gyakorlás, az együtt fotózás azokkal, akiktől az ember nagyon sokat tanulhatott.

– *Hány kiló az a cucc, amit egy expedícióra magukkal visznek?*

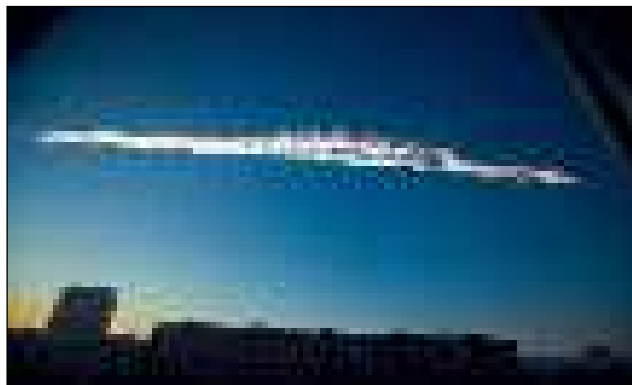
– Borzasztóan sok. Az a táska, amiben az ember a fotós felszerelését viszi, sok esetben 25–26 kg. Ez azért problémás, mert a kézipoggyász, mint tudjuk, nem nagyon lehet több 8 kg-nál. Mindenféle trükkökre van szükség, hogy ezt fel tudjuk csempészni a gépre, mert feladni nem lehet. Horvátországba még elmegy úgy az ember, hogy beül az autóba, de például Indonéziába már öt-hat átszállással lehet csak eljutni. Tehát a fotós felszerelés is nagyon nehéz, de ehhez jön még 20 kilogrammnyi búvárfelszerelés, két rövidnadrág, három póló, két fogkefe, egy papucs, két úszónadrág. Ez összesen 2–3 kg, a többi 45 kg pedig a felszerelés.

Az interjút készítette:
LUKÁCSI BÉLA

A Csebarkul meteorit



A 2013. február 15-én Cseljabinszk fölött felrobbant meteorról a legtöbb felvételt autók fedélzeti kamerái készítették. A villanás nappali világosságot árasztott a kora reggeli égen (Forrás: *astrobob.areavoices.com*)



A felrobbanó meteor füstcsíkja Cseljabinszk egén a kelő Nap fényében (Forrás: *AP Photo/Chelyabinsk.ru*)

Február 15-én óriásmeteor robbant fel Oroszország légterében, az Urálon túl fekvő Cseljabinszk közelében. A robbanás ereje 470 kilotonna TNT-nek felelt meg, ami 30 hirosimai atombomba pusztító hatásával egyenértékű. Az égítési helyi (jekatyerinburgi) idő szerint kora délután (9:20-kor) hatolt be a légkörbe, a robbanás lökéshulláma másfél perccel később komoly pusztítást okozott a közeli városban. Legalább százezer, de egyes hírek szerint kétszázezer négyzetméter ablaküveg tört be, 4000 épület rongálódott meg, egyesekben súlyosabb károk is keletkeztek. Mintegy ezerötven ember sebesült meg, szerencsére többségük csak könnyebben, a szétrepülő üvegszilánkoktól. Szerencse a szerencsétlenségben, hogy az eset nem követelt emberéletet.

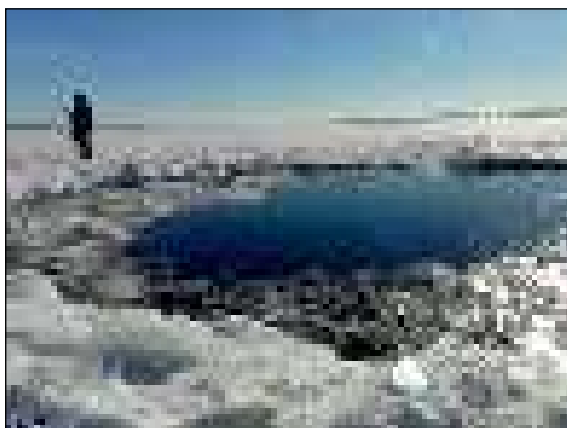
A meteor laza szerkezetű lehetett, ezért a robbanás nagyon sok apró darabra vetette szét. A légkörben felizzó test 92 kilométer magasban vált láthatóvá, majd 11 másodperccel később, 25–30 kilométer magasságban a fejlődő hő hatására darabjaira robbant. Szerencsére a robbanás nagy magasságban történt, így a légkör jelentősen csillapította a lökéshullám erejét. A legnagyobb darabok egészen a 60–80 kilométerrel tovább fekvő Csebarkul-tó és a partján fekvő, azonos nevű város környékén estek le, ezért a meteorit erről a városról kapta a hivatalos nevét. A lehulló, főként apró darabok ott már nem okoztak károkat.

Az Orosz Tudományos Akadémia és a jekatyerinburgi Uráli Szövetségi Egyetem szakemberei százszámra gyűjtötték össze a többnyire apró darabokat, de sikerült egy csaknem 2 kg-os darabot is találni. A mintákat Moszkvában, a Vernadskij Geokémiai és Analitikai Kémiai Intézetben elemzik. Az eredmények szerint a test közönséges kőmeteorit (kondrit) volt, ez a típus alkotja a meteoritok 85%-át. Feltételezik, hogy a legnagyobb darab a Csebarkul-tóba eshetett, azonban egyelőre nemcsak a meteoritot nem sikerült megtalálni a tó fene-

emberei február 28-án nagyon érzékeny magnetométerrel végeztek méréseket a tó jegén. Több ponton is kimutattak mágneses anomáliákat, amelyek akár a meteorit darabjainak a helyét is jelezhetik.

A test 18 km/s sebességgel, a vízszintessel 16 fokot (más elemzések szerint 20 fokot) bezáró szögben lépett be a légkörbe, ez a légkör sűrűbb rétegeiben 180 m/s-ra fékeződött. Mozgási energiája fokozatosan hővé alakult, ez a hő vetette szét a robbanásakor az égítést. Peter Brown, a Nyugat-Ontariói Egyetem (Kanada) fizikaprofesszora az adatokból kiszámította, hogy a behatoló égítést kb. 17 méter átmérőjű és 10 ezer tonna tömegű lehetett.

A légkörbe belépő égítést által keltett infrahangot egyértelműen érzékelték azok detektorok, amelyeket a titokban végrehajtott nukleáris robbantások felderítésére telepítettek (CTBTO). A CTBTO szerepe a világon elhelyezett állomásai a 10 Hz-nél kisebb frekvenciájú, az emberi fül számára hallhatatlan infrahangokat detektálják, és ebből következtetnek az atomrobbantások végrehajtására. Február 15-én 17 állomásuk fogta fel a meteor behatolásakor fellépő infrahangot, a legtávolabbi a robbanás helyétől 15 000 km-re lévő antarktisz állomásuk volt. (A CTBTO négy módszerrel ellenőrzi az atomrobbantásokat, az infrahangokat 2001 óta észleli. A jelek online futnak be a rendszer bécsi központjába, ahol azonnal látták, hogy nem nukleáris



A vitatott eredetű lék a Csebarkul-tó jegén. Talán a meteorit ütötte, talán nem

(Forrás: <http://www.dailymail.co.uk>)

kén, de még a meteorit és a tó jegén talált hatalmas lék közötti kapcsolatot sem tudták egyértelműen bizonyítani. Mindamellett az Uráli Szövetségi Egyetem szak-

robbantásról van szó, mert a hangforrás helye gyorsan változott.)

A pályaszámítások szerint a test a Mars és a Jupiter közötti fő kisbolygóövből érkezett. Ellipszis alakú pályája viszont egészen a Vénusz pályájáig behatolt, így rendszeresen keresztezte a Föld égi útját. Folyamatosan ki voltunk tehát téve az ütközés veszélyének. A pálya pontos meghatározását nagyban segítette, hogy az esetről sok videófelvétel készült. Már az első órákban feltűnő volt, hogy ezek legtöbbjét autókban rögzítették. Sajtóhírek szerint arafelé meglehetősen gyenge a közbiztonság, ezért az értékesebb autókban folyamatosan működik a műszerfalra szerelt kamera, hogy az esetleges incidenseket dokumentálni lehessen.

Ezt meghaladó erejű kozmikus becsapódás legutóbb több mint száz évvel korábban történt (Tunguz esemény, 1908, lásd Természet Világa, 2008. június). Ott a robbanás ereje 20 megatonna volt, vagyis mintegy 40-szeresen haladta meg a Csebarkul meteorét. Ráadásul a Tunguz meteorit mindössze 8,5 kilométer magasban robbant fel, ezért a pusztítás is sokkal nagyobb volt. Annak a kozmikus testnek az átmérőjét 40 méteresre becsülik. Érdekes módon a Nemzetközi Csillagászati



Az Uráli Szövetségi Egyetem expedíciója egy csaknem 2 kg-os darabot is talált
(Forrás: RIA Novosti / Pavel Lysizin)

Unió (IAU) a 40 méternél nagyobb átmérőjű égitesteket tartja potenciálisan veszélyeseknek (vagyis a 17 méteres Csebarkul meteorit elmaradt ettől). Ekkora testek átlagosan 200 évente egyszer találhatják el a Földet.

A kozmikus veszélyeztetettségünket jól érzékelteti az a véletlen egybeesés, miszerint ugyancsak február 15-én haladt el a Föld közelében a 2012 DA14 kisbolygó. Igaz, erről előre pontosan lehetett tudni, hogy biztonságos távolságra elkerüli a Földet, bár a 45 méteres, tehát már az IAU szerint is a veszélyes kategóriába sorolt égitest közelebb jött a Földhöz, mint a geoszinkron műholdak keringési magassága. A Csebarkul meteorit légkörbe lépé-

sét rengeteg kamera is megörökítette, így viszonylag pontosan ki tudták számítani a pályáját. Azonnal kiderült, hogy csupán a két esemény véletlen egybeeséséről volt szó, a Csebarkul meteor egészen más pályán érkezett.

A kozmikus becsapódások veszélye az elmúlt évtizedekben tudatosul – legalábbis a szakemberekben. Azóta nemzetközi méretekben szervezett szinten folyik az úgynevezett földközeli égitestek (NEO, near-Earth objects) keresése. Az ENSZ Világűrbizottságának Tudományos és Technikai Albizottsága évek óta napirendjén tartja a kérdést, furcsa véletlenként éppen a becsapódás napján, február 15-én ez a téma is szerepelt az Albizottság ülésének napirendjén, amely ülésen e sorok írója is jelen volt. A NASA, az Európai Űrügynökség és sok más ország és szervezet rendszeresen keresi a Földet veszélyesen megközelítő égitesteket. Ennek köszönhetően 1998 óta átlagosan 900 új földközeli kisbolygót fedeznek fel, ám becslések szerint ez még mindig csak töredéke a veszélyes égitesteknek. Ráadásul a veszély megismerése csak az első lépés azon az úton, amelynek végcélja, hogy tenni is tudjunk valamit, ha valóban komoly becsapódás fenyegetné a Földet.

Robert Naeye, a Sky and Telescope főszerkesztője a lap májusi számának vezércikkében rámutat arra, hogy a Csebarkul meteorit éppen megfelelő méretű volt ahhoz, hogy a sajtó és a széles közvélemény érdeklődését felkeltse. Az okozott pusztítás ráirányította a figyelmet a kozmikus veszélyre, ugyanakkor szerencsére nem követelt halálos áldozatokat. Talán nemcsak a laikusok, hanem a döntéshozók is rádöbbennek az eset nyomán arra, mekkora veszélyt jelenthet, ha nem egy 17 méteres, hanem negyven vagy éppen néhány száz méteres égitest találja el a Földet. A kozmikus fenyegetés nemcsak a hollywoodi filmekben létezik, hanem nagyon is valóságos veszélyt jelent egész civilizációnk számára.

Az orosz parlament felsőházának rendkívüli ülésén az Orosz Űrügynökség, az Atomenergia Ügynökség és a csillagvizsgálók képviselői több milliárd dollárnak megfelelő támogatást kértek egy olyan program elindításához, amelynek célja, hogy a Föld felé tartó kisbolygókat vagy üstökösöket atomrobbantásokkal szétzúzzák vagy eltérítsék pályájukról. A tudósok hangsúlyozták, hogy a sokasodó megfigyelések ellenére ma sem rendkívüli, ha meglepetésszerűen ér bennünket egy-egy becsapódás, illetve ha csak néhány nappal a becsapódás előtt sikerül felfedezni a felénk tartó égitestet. (Érdekes módon a Nemzetközi

Csillagászati Unió képviselője által az ENSZ már említett Albizottságában elmondott felszólalásának is a veszélyek reális és szakzerű ecsetelése után az volt a végkövetkeztetése, hogy a legcélszerűbb óvintézkedés az, ha a kormányok több pénzt fordítanak a csillagászati kutatásokra.)

Az eset hatására megélenkült az internetes meteoritpiac. Érdekes módon első hullámban a csalók jelentkeztek, de később megjelentek az értékes, valódi darabok is, grammonként 30–40 dolláros áron. A híre gyorsan reagált az orosz parlament, a Duma is. A Moscow Times online kiadása már két héttel a meteorhullás után arról számolt be, hogy a Duma exporttilalmat szándékozik elrendelni a meteorit darabjaira. Ennek érdekében a kulturális javak exportját korlátozó törvény hatályát akar-



A meteorit 112 gramm tömegű darabja. A kis kocka 1 köbcentiméteres
(Forrás: en.wikipedia.org)

ják kiterjeszteni az „ kozmikus eredetű kőzetekre”. A rendelkezés kimondott célja az, hogy elsőként az orosz tudósok publikálhassák a meteorit elemzésének eredményeit. Eközben orosz jogászok a jogi információs ügynökség honlapján rámutatnak arra, hogy bizonyos rendelkezések alkalmazása esetén a belföldi kereskedés is pénzbüntetést, sőt akár 15 napos elzárást is vonhat maga után, például ha a meteoritot ásványi kincsnek minősítik vagy radioaktívnak találják.

Sokaknak nem jutott a darabokból, mégis megmozgatta fantáziájukat az üzleti lehetőség. Egy élelmes üzletember bejelentette, hogy a meteorit illatát tartalmazó parfümöt kíván piacra dojni. (Mintha csak a Nyeglét hallanánk a Tragédia londoni színéből: „Az emberek javára fáradék, / S im, itt van a dicső eredmény: / Ez az edényke élet-elixir, / Melytől megifjul a beteg, vén.”) Sőt, a túlélők „Túléltem a meteorit!” feliratú pólót is rendelhetnek. Szerencsére ezúttal mindenki túlélte. De mi lesz legközelebb?

BOTH ELŐD

Coité, a közép-amerikai indiánok vizesedénye

MAJOR ISTVÁN

Az immár több évtizedes trópusi szolgálatom közben, gyakran jártam olyan vidékeken, ahol elszigetelt környezetben még az egykori őslakosok élnek, akik ugyan már nagyrészt a mai civilizáció eszközeit használják, de gyakran látni körülöttük az elmúlt évszázadok – számomra nagyrészt ismeretlen rendelte-



A vidéki fazendákon ma is használatos az indiánok víztartó edénye

tésű – használati tárgyait is. Ilyenkor akaratlanul elgondolkodik a messziről jött látogató, vajon hogyan boldogultak ezek az emberek akkor, amikor még nem ismerték a modern kor termékeit, és ezért minden használati eszközüket a környezetükben előforduló természetes anyagokból kellett előállítani. Különösen időszerű ezzel a kérdéssel foglalkozni akkor, amikor a mai fejlett civilizáció által előállított termékek fele azonnal a szemétkerébe kerül (csomagoló és reklámanyagok stb.), előállításuk rengeteg energiát emészt fel, szennyezik a környezetet, ráadásul sok esetben a régi, évszázados hagyományokon alapuló eszközök használhatóbbnak bizonyulnak, mint az újkori csodák. Mindez annak a kapcsán jutott eszembe, hogy nemrég az északkelet-brazíliai tabajara indiánok egyik településén járva, megismertem az ősi víztároló edényüket, sőt, magam is készítettem néhányat.

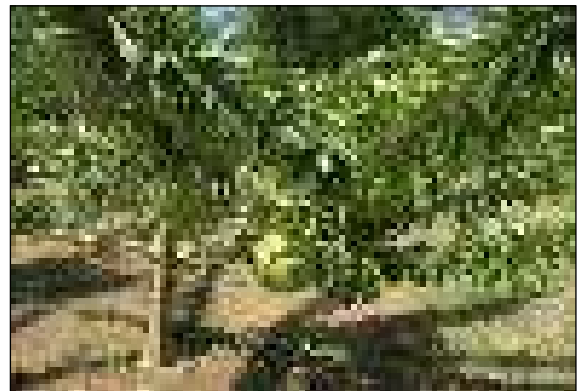
A dél-amerikai indiánok a hódítók megjelenése előtt nem ismerték a fémek használatát, közöttük sok olyan népcsoport is létezett, ami a kerámiát, az agyagművességet sem. Északkelet-Brazília ősi indián törzsei csak falfestményeiket hagyták az utókorra, néhány kezdetleges kőeszköz kivételével semmit sem tudunk az életükről. Az biztos, hogy még a gyarmatosítók megjelenése előtt eltűntek erről a vidékről. Nagy valószínűséggel az éghajlat szárazabbra fordulása okozta elvándorlásukat. Akik a helyükbe érkeztek, már nem készítettek falfestményeket sem, halászatból, vadászatból, gyűjtögetésből tartották fenn magukat. Ez az életmód – különösen az erre a vidékre jellemző szélsőséges, csapadékos szegény félszáraz éghajlat miatt – nagyon valószínűvé tette, hogy ezek az indiánok nomádok voltak, ezért fo-

lyamatosan nagy területeket jártak be. A vizet, az élelmiszereket, a használati tárgyaikat magukkal kellett vinni vándorlásaik során. Vajon hogyan vették magukkal a vizet? Hiszen erre minden másnál nagyobb szükségük lehetett, mert sokszor több napi járóföldön belül sem található ivóvíz, különösen a száraz évszak folyamán. A még meglévő, többé-kevésbé hagyományos életmódot folytató indián közösségeknek köszönhetően, még ismerjük ennek a titkát.

Közismert, hogy egykor a száraz vidékek nomád vándorai bőrtömlőkben, cserépedényekben vitték magukkal az

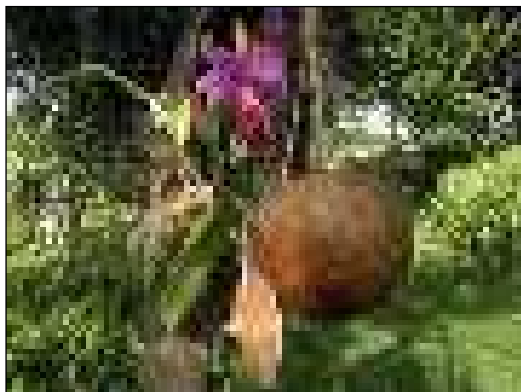
életet jelentő vizet. Az állattenyésztés elterjedése előtt maguk cipelték az innivalót, később háziállataik hordozták a terhet. Északkelet-Brazília indiánjai számára ez nem lehetett megoldás. Egyrészt, mint említettük, nem ismerték a kerámiát, másrészt nem éltek a vadászterületükön akkora állatok, amelyek bőre alkalmas lett volna a vízestömlők készítésére. Mivel az állattenyésztést sem ismerték, hosszú évezredekig keresztül maguknak kellett a vizet is szállítaniuk. E feladat megoldására viszont nagyon praktikus megoldást találtak, a *coité* nevű fa termését.

A *coité* (calabaca, cuia, cojuba, cabaça) *Crescentia cujete* L. Pertence a Bignoniaceae család tagja, szülőháza Közép-Amerika és az Antillák szigetvilága, de az évszázadok során – az őslakos indiánoknak köszönhetően – elterjedt az egész trópusi Dél-Amerikában. Ideális körülmények között a *coité* akár 10 méteres fává is megnő, de legtöbbször csak bokor, vagy magasabb cserje termetű. Örökzöld, levelei csomókban állnak, 12–15 arasznyi levél alkot egy csoportot. Fehér vagy halvány rózsaszínű virágai egyesé-



A terjedelmes termések a fa törzsén, illetve a vastagabb ágakon nőnek

vel nőnek közvetlenül a fatörzsön, illetve a vastagabb ágakon. A legkülönösebb a fa termése. Ezek is egyesével, rövid ko-



Az indiánok víztároló edénye

csányon függve nőnek a törzsön, illetve a vastagabb ágakon, és körülbelül kosárlabda nagyságúak. Amíg eléri a végső méretüket (15–30 cm-es átmérő), élénkzöld színűek, éretten barna, majd szürkés-feketévé válnak. Ezt a jelenséget, amikor egy termés közvetlenül a fa törzsén nő, a botanika tudománya *caulifloria*-nak nevezi. Ebben az esetben a virág, illetve a termés helyzete természetesnek tekinthető, hiszen egy-egy termés több kilónyi is lehet, amit a vékonyabb ágak nem tudnának megtartani. A termés falát 3–4 milliméteres nagyon kemény és ellenálló fás szerkezetű héj alkotja, ezen belül található a kocsonyás szövetű bél, amely sok magot tartalmaz.

Vajon hogyan készül a víztároló edény? A termést az indiánok akkor szedik le, amikor az kezd megbarnulni, ugyanis ez az állapot jelzi, hogy tovább már nem növekszik. Ha még zölden kívánják felhasználni, akkor 5 napig állni hagyják, és ez idő alatt megtörténik a színváltozás. Egyben a kocsonyás beltartalom is erjedésnek indul, minek következtében könnyebb eltávolítani. Az első feladat a termés felső részén egy 10 centiméter átmérőjű lyuk készítése úgy, hogy a kiemelt kőr alakú héjdarab lehetőleg egybe maradjon. Ez lesz ugyanis később a víztartó edény teteje. Manapság ez a művelet kis türelemmel és óvatossággal elvégezhető egy fűrészszel ellátott bicska segítségével is. (Hála a kínai iparnak, egy ilyen bicska könnyen és olcsón beszerezhető, de az igazi a piros nyelvű svájci csodabicska lenne, ez viszont méregdrága). Itt az első gondolkodni való kérdés, amíg nem volt fűrész bicska, hogyan vágták le a cioté tetejét, ugyanis mint említettük, a héj nagyon kemény, még fűrészszel is nehezen vágható. Az indiánok szerint éles kőszilánkokkal „karcolták” ki a későbbi fedelet. Ezzel a módszerrel a művelet órákig is eltarthatott. Miután kész a lyuk, ki kell kaparni a belső kocsonyás

részt a magokkal. Annak idején ez sem ment kárba, mert a kocsonyás részből mézes szirup készült, sokszor a már korábban elkészült coité termésben, a magokat pedig megpörkölték, és úgy fogyasztották el. Manapság ez már nem divat, mert nem találok olyan indiánnal, aki elmondhatta volna, milyen ízű a szirup, vagy a pörkölt mag, így ez már csak mint hagyomány él tovább. A következő lépés a belül gondosan kitisztított termés fedelének felszerelése, valamint alkalmassá tétele a szállításra, illetve a felfüggesztésre. Ezért három lyukat kell fúrni a felső részébe, a peremtől néhány centiméterre, valamint egyet, a fedél szélébe. Itt ugyan az a kérdés, mint az előbb, fémesszűz hiányában hogyan lehet a kemény, de ugyanakkor meglehetősen rideg anyagba lyukat



6. A víztároló edény készítésének első feladata a termés felső részének levágása, majd a belső kocsonyás rész eltávolítása (A szerző felvételei)

fúrni úgy, hogy az ne sérüljön. Én ezt is a bicska segítségével végeztem el, de szerencsémre láttam, hogy egy öreg indián ezt egészen másképpen csinálta. Lyukat égetett a megfelelő helyekre. Egy farönkön ülve, két lába közé szorítva, biztonságos helyzetbe rögzítette a már megtisztított ciotét, majd egy előzetesen elpattintott éles kvarckavics szilánkkal kijelölte a megfúrandó lyukak helyét. Ezután egy nagyon kemény fából (talán vasfa, *Caesalpinia ferrea* Mart.) készült félméteres pálcát az előkészített mélyedésbe helyezett, és két tenyere közé fogva, pörgetni kezdte. A fűrés helyére száraz mohát tett, amely rövidesen füstölni, majd parázslani kezdett, ilyen módon néhány perc alatt elkészült egy lyuk. Ebbe pálma-

rostból készült félméteres fonott kötél-darabot erősített úgy, hogy az egyik végére csomót kötött, és ezt a lyukon, az edény belsején keresztül kihúzta. Mikor mindhárom lyukkal és kötéllel végzett, azokat összefogta, megcsomózta, és ily módon a már kész vízzárlító edény hordozhatóvá, illetve felfüggeszthetővé vált. Ugyanilyen módszerrel lukasztotta ki az edény fedelét, és erősítette hozzá a pálmarestből font kötéllel.

A kész tárolóedény akár 15 liter víz befogadására is képes úgy, hogy heteken keresztül megtartja a folyadékot anélkül, hogy az anyaga károsodna, vagy a benne tárolt víz ihatatlanná válna. Ez különbözteti meg a hasonló céllal készült többi természetes anyagból készült eszköztől, amelyek nem, vagy csak rövid ideig használhatók ivóvíz tárolására. A folyadékok időleges tárolására szolgáló természetes anyagból készült eszközöket – mert ilyen több is létezik a trópusi Dél-Amerikában – egységesen cabaça-nak nevezik. Közülük a tökfélék családjába tartozó *Lagenoria siceraria* érdemel említést, amelynek termése nagyon hasonlít az általunk is ismert lopótökhöz. Vékony héjú termése a Dél-Braziliában nagyon népszerű zöld tea, a *chimarao* nélkülözhetetlen „bögréje”. Helytelenül sokfelé a coité-t is cabaça-nak nevezik, különösen ott, ahol nem ismert az eredeti felhasználási módja. Mert az idők során másra is használják ezt a különleges termést. Az afro-brazil zenekultúra egyik alapvető hangszerre a *berimbau* nevű pengetős hangszer, amelynek rezonátora ugyancsak a coité termése. Amazóniában még sok helyen eredeti szerepét tölti be, de ma már legfőbb felhasználója az emléktárgykészítő háziipar. Az indián kézművesek ugyanis díszítő motívumokat karcolnak a kiszáritott termés falára, amely kedvelt emléktárgy az ide látogató turisták számára. ☹

A coité mellett a tökfélékhez tartozó cabaça terméséből is készül edény, de ez csak vízfordásra alkalmas, tárolásra nem



Erdélyből Bécsbe – Oswald Thomas csillagász emlékezete

REZSABEK NÁNDOR

A csillagászat tudományának művelői és népszerűsítői között sajnos kevesen vannak olyanok, akiknek tevékenysége szélesebb körben ismert. Magyarországon a XX. században talán csak Kulin György volt ilyen személyiség. Az osztrák sógoroknak is megvolt a maga „Gyurka bácsija”. A múlt század Ausztriájának legismertebb csillagásza, az asztronómia nagyhatású ismeretterjesztője nem csak a közös történelmi múlt miatt kötődik hazánkhoz. Oswald Thomas, vagy ha úgy tetszik Thomas Oszwald, magyar földön, magyar állampolgárként született erdélyi szász családban. Nevéhez az ausztriai csillagászati ismeretterjesztés szellemi, tárgyi és intézményi feltételeinek megteremtése, több érdekes felfedezés, valamint származása révén az egyik magyar vonatkozású kisbolygó-elnevezés fűződik. Írásunkban halálának 50. évfordulója kapcsán rá emlékezünk.



Thomas Oswald

Oswald Rudolf Thomas (Thomas Oszwald Rudolf) Magyarországon, Erdély egyik legjelentősebb szász településén, az ódon Brassóban látta meg a napvilágot 1882. július 27-én. Carl Thomas



A bécsi Uránia Csillagvizsgáló

(Thomas Károly) és Josefina Cloos (Cloos Jozefin) gyermekeként 1882. szeptember 9-én evangélikus szertartás szerint keresztelték meg. Apja ismert személyiség volt az ország keleti védőbástyáját jelentő városban. Évtizedeken át igazgatta a brassói szász leányiskolát, igen tisztelt és elismert pedagógus hírében állott. Thomas gyermekkorát itt töltötte, hiszen a család szolgálati lakása az iskola felsővárosi, 1546-os számmal jelölt épületében volt. Tanulmányait Brassót követően Kolozsváron, Heidelbergben, Jénában és Berlinben folytatta. Pályáját 1906-ban tanárként kezdte, 1910 és 1913 között a város evangélikus gimnáziumban oktatott matematikát és fizikát.

A jó eszű és tehetséges ifjút édesapja hatására a csillagászat már kisgyermekkorában megfertőzte. Alig öt esztendő, amikor órával a kezében a Sas legfényesebb csillagának, az Altairnak a Brassó felett emelkedő Csig-hegy legmagasabb pontjára „érését” leste. 1907-ben a fényes meteorok, a tűzgömbök adatait rögzítő központot szervezett szülővárosában. Ennek nevet is adott: Csillagászati Iroda (Astronomisches Büro). Az Astronomisches Büro utóbb csillagászati alapismereteket nyújtó ismeret-

terjesztő tevékenységgel bővítette működési körét.

1913-ban Bécsbe költözött — az országot azonban nem kellett elhagynia, lévén ekkoriban Magyarország és Ausztria Osztrák-Magyar Monarchia néven közös államszövetséget alkotott, uralkodóként a Habsburg császárnak és magyar királynak is megkoronázott I. Ferenc Józseffel. Császárvárosi pályáját is tanárként kezdte: 1913 és 1915 között egy bécsi magániskolában oktatott.

1915-től 1922-ig, majd 1933–1934-ben az égitesteket és csillagászati jelenségeket a széles nagyközönségnek bemutató bécsi Uránia Csillagvizsgáló (Urania Sternwarte) igazgatói posztját töltötte be. 1923-ban Salesianer utcai lakásán indította útjára az Erdélyből „importált” Astronomisches Büro-t, a bécsi Csillagászati Irodát. 1924-ben megalapította az Osztrák Csillagászati Egyesületet (Österreichischer Astronomischer Verein). 1927-ben — a mai értelemben vett modern planetáriumok sorában Németországon kívül elsőként — a bécsi Prater területén az ő vezetésével kezdte meg működését a városi Planetárium. Kutatómunkája során elsősorban meteorokkal



A bécsi Uránia Csillagvizsgáló

foglalkozott, illetve egyetemi professzor-ként működött. Jeles csillagászati ismeret-erjesztő volt, valamint ő tekinthető az osztrák amatőr csillagász-mozgalom atyjának. Számos könyv, publikáció és cikk szerzője. Fő művei: Das Wiener Planetarium (1927), Himmel und Weltall (1930), Astronomie (1934), Wiener Sternabende (1942), Atlas der Sternbilder (R. Teschnerrel közösen) (1945), Sternzeiger (1958).

Szakmai pályafutásának fontos eredménye, hogy Astronomie című könyvében sikerrel azonosította az „elveszettnek” hitt Messier-katalógusbeli M48 nyílthalmazt az NGC-katalógus 2548-as objektumával. A felfedezést 1959-ben T. F. Morris, a Royal Astronomical Society of Canada munkatársa erősítette meg, amikor megállapította, hogy a híres francia üstökös vadász az objektum pozícióját hibásan adta meg. (Néhány csillagásztörténeti forrás a szintén „hiányzó” M47-es nyílthalmaz azonosítását tulajdonítja Thomasnak.). Egyike volt azoknak az asztronómusoknak, akik a nyár három legfeltűnőbb csillaga, a Vega, az Altair és a Deneb alkotta alakzatnak (a Nagy Nyári Háromszögnek) elsőként adott nevet az 1920-as évek végén (Nagy Háromszögnek titulálva ezeket). Az ő nevéhez fűződik továbbá az osztrák tűzgömbmegfigyelő-hálózat megszervezése, mely más német nyelvterületek bekapcsolódásával (Németország, Svájc) később európai dimenziót is kapott.

Oswald Thomas Nyugat-Németországban, az akkori NSZK fővárosában, Bonnban hunyt el 1963. február 7-én. Emlékére a Bécsi Zeiss Planetárium (Zeiss Planetarium Wien) előtti teret Oswald Thomas Platz-nak nevezték el, illetve nevét viseli a Planetárium egyik előadóterme is (Oswald Thomas Saal). Thomas a magyar vonatkozású kisbolygó-elnevezéseket is gyarapította, mivel az 1997-ben a linzi E. Meyer által felfedezett, 1997 EJ₁₁ ideiglenes jelölésű aszteroida a keresetségben a (29427) Oswaldthomas elnevezést kapta. ☾

Irodalom

Rezsabek Nándor: Egy magyar vonatkozású kisbolygó nyomában. Thomas Osvald emlékezete. In: Draco 2007. júl-szept. (3.) 127. sz. pp. 7–8.

Gernot Nussbächer brassói levéltáros közlései. Astronomisches Büro honlap (<http://www.astronomisches-buero-wien.or.at/>).

Zoltner, Traute: Siebenbürgischer Astronom in Wien gewürdigt. In: Siebenbürgische Zeitung. 26. September 2004. (<http://www.siebenbuerger.de/zeitung/artikel/drucken/index.php?id=3542>)

AEIOU Österreich Lexikon honlap (<http://www.aeiou.at/aeiou.encyclop.t/408071.htm>).

Wikipedia honlap (http://en.wikipedia.org/wiki/Oswald_Thomas).

Orvosszemmel

A hőség nem jó a szívnek

Ausztrál szakemberek Cunrui Huang vezetésével 1996 és 2004 között mért adatok alapján elemezték a szív- és érrendszeri halálozás és az évszakok, napok hőmérséklete közötti összefüggést, figyelembe véve a páratartalom alakulását is. Az adatok elemzése alapján kiderült, hogy a szív- és érbetegségek okozta halálozás statisztikailag jelentősen, 50%-kal magasabbra emelkedett a nyári forróságban. Azokon a napokon, amikor a hőmérséklet átlag 10 Celsius-fok volt, harmincan haltak meg szív- és érrendszeri betegség következtében Brisbane-ben, a 32 Celsius-foknál forróbb hőmérsékletű napokon pedig átlag 45-en.

A tanulmányt a *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes* szakfolyóirat közölte. A kutatók átte-



kintették azokat a tényezőket, amelyek szerepet játszanak a halálozás növekedésében hőség hatására. A meleg növeli a vér sűrűségét, különösen akkor, ha a beteg nem iszik eleget, főleg azokon a napokon, amikor sokat izzad és ezzel is folyadékot veszít. A kánikula a szívét teljesítményének fokozására kényszeríti és a növekedő munka a szívizomzatot is megterheli. A vér sűrűségének növekedése a vérárvadás valószínűségét ugyancsak megnöveli, ami fokozza a trombó-zishajlamot.

A munkacsoport hangsúlyozza, hogy a mind gyakoribb elhízás tovább növeli meleg napokon a kockázatot, ezért többet kell tenni a súlytöbblet ellen.

Szőlőpor

Maria Luz Fernandez és Jacqueline Barona a szőlőpor hatását anyagcsere-tünetcsoportban szenvedő embereken ta-



nulmányozták. Szőlőszemeket porítottak szét, de készítették nagyon hasonló, ám a szőlőben lévő, biológiai szempontból aktív hatóanyagokat, polifenolokat nem tartalmazó port is. Vizsgálatukban anyagcsere-tünetcsoport miatt kezelt 30–70 éves férfiak vettek részt. Az orvosok gondosan követték vérnyomásukat, vércukorértékeiket és testsúlyukat; különböző laboratóriumi méréseket végeztek rajtuk, tanulmányozták véráramlási adataikat, és figyelemmel kísérték a lassú, gyulladásra is jellemző leleteket, mivel az érlemeszesedés különleges, lassú gyulladási folyamat. Véletlenszerű kiválasztás alapján a férfiak fele négy hétig naponta kimért mennyiségben szőlőléből készült port, a másik csoport tagjai hatástalan placebo-t kaptak. Ezután háromheti pihenő következett. A szünet után a vizsgált személyek helyét cserélték, anélkül, hogy tudták volna.

Valamennyi vizsgálati alany vérnyomása és vércukorértéke a valódi hatóanyag alkalmazásának időszakában mozdult jó irányba, és ugyanez vonatkozott a többi mérési adataira is. A szőlőpor fokozta az értágulatot és csökkentette a gyulladásra jellemző laboratóriumi értékeket is. „Ezek az eredmények jelzik, hogy a szőlőfogyasztás kedvező irányban befolyásolja a szív- és érbetegségek kockázati tényezőit, ami azért fontos, mert az ilyen emberek száma folyamatosan növekszik” – hangsúlyozta Fernandez.

Forrás: Weborvos



(2013. március 20.)

AZ EREBUS LÉLEGZÉSE

Legyen bármilyen hideg is az Antarktiszon, legalább egy forró pontja mindig akad: A Föld legdélebbi aktív vulkánja, a Rosszigeten 3794 méteres magasságba emelkedő Erebus. Azt gondolhatnánk, ez világunk legelérhetőlenebb tűzhányója, ám ez nem így van. Csupán 35 kilométerre fekszik tőle az amerikai McMurdo kutatóállomás, melynek kerekén 1300 nyári lakója közül többen is rendszeresen figyelik, mérik, vizsgálják. Az Erebusnak ugyanis van egy különlegessége: Földünk azon nagyon kevés vulkánjainak egyike, melynek kráterében látató fortyog, 1000 Celsius-fokon. Talán még könnyebben is elérhető, mint két híres társa, az Etiópiában levő Erta Ale és a kongói Nyiragongo, melyek politikailag erősen instabil, sőt veszélyes környezetben tevékenykednek. Ráadásul az Erebus, mivel a kutatóállomás igen közel van hozzá, logisztikailag is alkalmas a rendszeres kutatásokra. Philip Kyle amerikai vulkanológus már négy évtizede vizsgálja. Kiválóan alkalmas arra, hogy a látató magmautánpótlását kutassák, mérjék gázai összetételét, s mivel a 2007-2008-as szezonban egy kiterjedt szeizmométer-hálózatot telepítettek köréje illetve magár a hegyre, szinte minden rezdülését nyomon követhetik.

Néhány évvel ezelőtt a kutatók azt figyelték meg, hogy bizonyos, 10–18 perces ciklikusság észlelhető az Erebus látatavának gázkioldásában. Ilyenkor a látató szintje is 2-3 méterrel emelkedik, illetve süllyed, ahogy a kutatók mondják, a vulkán lélegzik. Kyle és munkatársa, Jeffrey Johnson még 2000-ben mikrofonok tömegét szerelték fel a kráter peremére, hogy a hangjait is rögzíthessék. Egy hertz körüli infrahangok ezek, vagyis emberi fül számára hallhatatlanok. A kutatókat különösen a magmában keletkező gázbuborékok keletkezési mélysége és nyomása érdekli. Óriási meglepetésükre számításaik szerint 20–40 méter átmérőjű gázbuborékok is létrejönnek. Korábban ekkor méreteket még Kyle is elképzelhetetlennek tartott. Ezek az óriásbuborékok valószínűleg kitöltik a látatavat ellátó magmacsatorna teljes átmérőjét. A 2005 és 2006 közötti különösen aktív időszakban, amikor az Erebus rendszeresen dobált ki hatalmas lávabombákat, az óriásbuborékok heteken-hónapokon keresztül napi rendszerességgel pukkantak ki. A vulkán viszonylagos nyugalmi időszaka alatt hetente egyszer történt ilyesmi.

2007-ben a már említett, akkoriban felszerelt szeizmométer-hálózat segítségével

minden kitöréskor kielemezték a szeizmikus hullámokat a kitörésekkor. Jégfura-tokba elhelyezett robbantótöltetek segítségével mesterséges hullámokat is keltettek, majd a mérések nyomán sikerült megállapítani a magmakamra helyét és méreteit. Afféle CT-vizsgálatnak megfelelő művelet volt ez. Amikor a hullámok alacsonyabb hőmérsékletű anyagokon haladnak át, gyorsabbak, amikor forró kőzeteken, vagy például a magmacsatornán, akkor felgyorsulnak. Az adatok alapján egy forró pontot kaptak, 500 méterrel a felszín alatt, és ugyancsak kb. 500 méterre a látatótól északnyugatra.

Ami a vulkáni gázösszetételét illeti, megállapították, hogy a domináns gáz 60-90 százalékban vízpára. A szén-dioxid mennyisége a Föld vulkánjai esetében átlagosan 5–15 százalék, az Erebusnál azonban ennél jóval magasabb, bár erősen változó; a kitörések során mindig megemelkedik a szintje. Ugyancsak meglepő, hogy az átlagosnál több szén-monoxidot bocsát ki. A szénvegyületek a legkevésbé oldódó gázok közé tartoznak a magmában, ez megmagyarázza a gázbuborékok magas számát és szokatlanul nagy méretét és azt is, hogy miért olyan gyengék a kitörései. Ehelyett inkább szinte szüntelenül fortyog a láva. Azt is kiderítették, hogy az Erebus magmájából igen gyakran és nagy számban keletkeznek nagyméretű, több centiméteres nagyságú földpátkristályok. A Föld vulkánjainak többségével ellentétben az Erebus magmája a felemelkedése közben időszakosan leáll. E szünetek alatt bizonyos gázok buborékok formájában távoznak. Az Erebus által kibocsátott szén-dioxid a mérések alapján mintegy 16 kilométeres mélységből származik.

Az Erebus megfigyelése az eddig említettek ellenére igen nehéz. A terepei szezon nagyon rövid, csupán decemberre, esetleg néhány héttel hosszabbra korlátozódik a rendkívüli hideg, a szél és a hó miatt. Több mint fél éven át a napsugárzás túl gyenge ahhoz, hogy energiával lássa el a műszereket működtető napelemeket. Fekvésének viszont van legalább egy nagy előnye: mivel a légkör nagyon száraz, jól megfigyelhető a vízpára távozása, ami más vulkánoknál elég nehéz. Az is előny, hogy az Erebus kitörései elég szabályszerűek és rendszerezettek. Ez nem mondható el például a világ legalaposabban vizsgált (időszakos) látataváról, a hawaii Kilauea kráterében levő Halemauma látatóról.

Az Erebusból kijutó láva nem koncentráldódik csupán a látatóra; a felnyomuló magma számos más helyen is a felszínre tör a csúsrégió körül. Sokhelyütt a gázok megolvasztják, vagy áttörnek a hó- és jégteget, szoba nagyságú barlangokat hozva létre, melyekben időszakosan mikroszkopikus életformák is virágozhatnak.



(2013. január)

GYORSABBAN ÉS OLCSÓBBAN

A bűnügyi szakemberek vizsgálata szerint a gyanúsított hüvelykujján talált baktériumkeverék mennyiségileg és minőségileg megegyezett a gyilkos fegyveren találttal, ezért a bíró életfogytiglanra ítélte a vádlottat. A biometrikus ujjlenyomat helyett tehát itt van a bakteriális ujjlenyomat.

Az emberi bőrön megtelepült baktériumok annyira egyediek, hogy még az egyetemen is meg lehet különböztetni. Egy tetszőleges mintában a baktériumok minőségének és mennyiségének gyorsan és kedvező áron való megállapítását a DNS szekvenálása terén történt óriási technikai haladás tette lehetővé.

A Humán Genom Programban az emberi genom első szekvenálása tíz évnél tovább tartott és csaknem 3 milliárd dollárba került. A mai biotechnikai vállalatok viszont azért versenyeznek, hogy melyiküknek sikerül elsőnek ezer dollár alá csökkenteni a DNS szekvenálásának árát. A favoritok közé tartozik az Oxford Nanopore vállalat, amely egy emberi genomot 15 perc alatt képes szekvenálni. Kérdés, hogy mire lehet felhasználni az így nyerhető hatalmas adattömeget.

Barbara Hübner, a wiesbadeni Szövetségi Bűnügyi Hatóság szóvivője szerint az új szekvenálási módszereket és a bakteriális ujjlenyomatot a rendőri gyakorlatban pár éven belül alkalmazni fogják. Főleg olyan esetekben lesz hasznos, amikor nincs a genetikai vizsgálathoz elegendő kiindulási anyag, vagy amikor DNS-keveréket kell szétválasztani.

Az orvostudományban már jobb a helyzet. Főleg a diagnosztikában egyre gyakrabban alkalmazzák az új módszereket. Ebben élen jár a tübingeni CeGat vállalat (Center for Genomics Transcriptomics). Saskia Biskup orvosnő és munkatársai a CeGat-nál úgynevezett diagnosztikai paneleket fejlesztettek ki. Ezekkel hatvan különböző betegségénél tudják megállapítani, hogy kapcsolatos-e a genom valamilyen mutációjával. Azelőtt legfeljebb két vagy három gént tudtak egyszerre vizsgálni, ami lassúvá és költségesé tette az eljárást. Az új módszerrel gének százait lehet egyidejűleg vizsgálni. A betegség mögötti mutáció kiderítésének így sokkal nagyobb a valószínűsége és a költsége is ésszerű határok között marad. A betegek számára pedig a genetikai diagnosztikai legnagyobb előnye a diagnózis biztonsága.

Természetesen nem minden betegség genetikai eredetű és a diagnosztikai panellel sem

sikerül minden génhibát kideríteni. A panelek „találatairányára” azonban ennek figyelembevételével is mély benyomást keltő. Egyik tanulmány során száz páciens génjeit vizsgálták panellel. Kifejezetten olyan örökölhető szembetegségek mutációit keresték, mint a Retinitis pigmentosa vagy Makuladistrofia. Ötvenhét páciensnél sikerült a megfelelő hibahelyeket megtalálni. Voltak közöttük olyanok is, akiknél betegségük okát tíz évi vizsgálattal sem tudták kideríteni.

Jelenleg még kivételnek számít, ha a szemorvos genetikai vizsgálatra küldi betegét, pedig a diagnózisnak terápiái következményei is lehetnek. Ha a beteg retinadistrofiája az RPE 65 génben bekövetkezett mutációra vezethető vissza, akkor nemsokára génterápiával segíteni lehet rajta. A klinikai kísérletek már folyamatban vannak.

Nagy reményekre jogosítanak Hans-Georg Rammensee, a Tübingeni Sejtbiológiai Intézet vezetőjének személyre szabott tumor gyógyítási kísérletei. Módszerének előnye, hogy a rák minden fajtáját ugyanazon elv szerint lehet kezelni. Rammensee professzor a rák gyógyítását arra alapozza, hogy mindegyik tumort másféle mutációk okozzák, ezért minden beteg számára másféle terápia szükséges.

A modern módszerekkel néhány nap alatt meg lehet állapítani a daganat növekedését okozó tumor specifikus mutációkat. Ezek ismeretében a kutatók képesek a mutált gének által létrejövő peptideket mesterségesen előállítani és a páciensbe injekciózni. A beteg immunsejtjeinek egy csoportja a beinjektált peptideket idegen anyagként azonosítja és jelet ad az immunsejtnek egy másik csoportjának minden ilyen peptidet termelő sejt – beleértve a tumorsejteket – elpusztítására. A módszer klinikai kipróbálása már megkezdődött. Ha sikeres lesz, ez a személyre szabott tumorterápia várhatóan gyorsan el fog terjedni.



(2012. december 19.)

ARANY ESŐ ÉS VÖRÖS VIRÁGOK AZ ÉGEN

Kék virágok, zöld csillagok, vörös karkák, ezüstös az égen – a földön pedig a

közönség ovációja: a tűzijátékot évszázadok óta hatalmas bűvölet kíséri. Ha azonban a színek titka után kutakodunk, hamar kijózanodunk: ugyanis csupán hitvány sok színesítik a tűzijátékot.

A tűzijáték elvének megértéséhez először is vissza kell térni a földre. Még a legösszetettebb mutatóvány is ott kezdődik, mégpedig többnyire műanyag csövekben, úgynevezett mozsarakban. Ezekben található a bombák, a professzionális tűzijátékoknál leggyakoribb tűzijátéktestek. Ezzel szemben a rakéták használatát, amelyeknek saját hajtóművük van és többnyire szilveszterkor, kertekben lövik ki, a profik körében alig jellemző. Nem bírják el ugyanis a nehéz súlyt, amit a gyakran többszínű effektusok jelentenek, ráadásul repülési pályájuk nehezen kiszámítható.

A kilövéshez meggyújtják a golyó- vagy cilinderalakú bomba alsó végén a kilövőtöltetet – többnyire lőpor –, amely kilövi a testet az égre, ugyanakkor aktiválja a késleltető gyújtást, melynek égési időtartama pontosan úgy van beállítva, hogy a röppálya legmagasabb pontján éri el a bomba belsejét, amely tartalmazza a második adag lőport, a szétrobbantó töltetet. Amikor az szétrobban, beindul a tűzijáték során két legfontosabb folyamat: egyrészt a tulajdonképpeni hatáshordozókat, az úgynevezett csillagokat röpti kifelé, másrészt a leégésükhöz szükséges energiát szállítja.

A színes tűzijáték lelke tehát a világító töltet, vagyis az anyagkeverék, amelyből a csillagok állnak. A világító töltet egy oxidálószer, mint pl. a kálium-nitrát vagy kálium-perklorát és egy redukálóanyag, mint például az alumínium vagy magnézium kombinációja. Mindkettő reagál egymással és a reakciójuk során energia szabadul fel: láng keletkezik. Mennyire világos vagy milyen forró a láng, a felhasznált összetevők fajtájától függ. Csak ekkor kap szerepet a festék. A tűz energiája ugyanis aktiválja a keverékben lévő festéket, s ekkor történik, ami a színes fénynek tulajdonképpen mindig: az atomok vagy molekulák külső rétegeiben lévő elektronok az energiaellátáson keresztül gerjesztett állapotba kerülnek és rövid idő múlva visszatérnek a kiindulási szintjükre. Közben újra leadják a hozzáadott energiát, mégpedig fény formájában. A

fény hullámhossza s ezzel annak színe az atom vagy molekula jellegétől függ, mert az határozza meg, milyen messze van egymástól a gerjesztett és a kiindulási állapot.

A tűzijátéknál az alkalmazott sókban lévő fém határozza meg a lángok színét. A stroncium például erős vörös színt eredményez, a nátrium sárga-narancsot, a kalcium inkább vörös-narancsot és a bárium zöldet. A réznek különleges szerepe van: a legtöbb só csak gyenge zöldet vagy halványkékűt eredményez. Ha azonban úgynevezett színoptimalizálót adnak hozzá, amely a rövid idejű összeköttetések képzéséről gondoskodik, akkor a réz már intenzív kéket idéz elő. Ilyen színoptimalizálók többek között a klórösszeköttetések, mint a PVC, amelyet finom por formájában adagolnak. De ezzel még nem merült ki a lehetőségek palettája: tapasztalt pirotechnikusok ezekből az alapszínekből elvileg a szírvárány minden színét létre tudják hozni.

A vörös, kék, zöld és narancs mellett a tűzijátékokban különösen kedvelt az arany és az ezüst – mindegy, hogy ragyogó szikrák, üstökösszerű kén, vagy egyszerűen csak kiegészítő hatás formájában. Mindenesetre ebben az esetben a technikusoknak nem kell szokatlan fémsókhoz nyúlniuk: az arany és ezüst hatások nem mások, mint apró részecskék, amelyek a gyújtólángban elégnak. A pontos szín mindeközben az égési hőmérséklettől függ.

Az alacsony hőmérséklet például vöröses aranyat, a közepes hőmérséklet a tipikus sárgás aranyat, a nagyon magas hőmérséklet az ezüstöstől a fehér árnyalatokig terjedő színeket eredményez. Adott esetben az elégetett anyag is befolyásolhatja a színt. Szénrészecskék elégése például sötét, a vaspár elégése világos aranyat eredményez. Az alumínium ezüstösen ég el és a titán csillogó ezüst-fehéren.

A színek sokasága tehát rendkívül nagy – akárcsak a tűzijáték formája, amelyet a megfelelő testekkel érnek el. Ebből koreográfiát varázsolni az égen, ez a tűzijáték művészete.

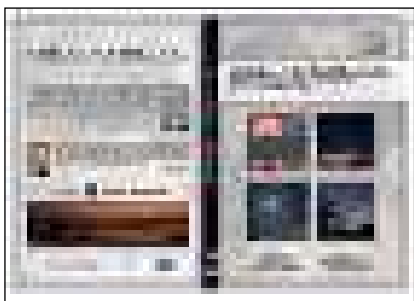
A felhasznált sóban lévő fém határozza meg a tűzijáték színét. Vörös szín többek között stronciummal, kalciummal vagy nátriummal hozható létre.

LADÁNYI TAMÁS-KÖVI SZABOLCS:
Csillagok, csillagok... Magyarország csodálatos éjszakai arca népi dallamok kíséretével. Kövi Szabolcs kiadásában, 2012

Ladányi Tamás asztrotájképeit megcsodálhatták már olvasóink korábbi számaink címlapján. A nemzetközileg is elismert asztrotfotós a The World At Night

nevű szervezet hazai képviselője is. Különleges DVD-jén Magyarország éjszakai arcát, a földi és égi természet szépségeit, az épített értékeket és az égbolt csodáit

együttesen ábrázolja. Csillagfényben látjuk sok más mellett a Badacsonyt, a Balatont, a Veszprémi és a Budai Várat, a Hortobágyi Nemzeti Parkot, kastélyokat és romokat, a Nap, Hold és a csillagképek mozgását, panorámaképeket, égi és légi tüneményeket. A lemez kb. 50 000 képet tartalmaz és 5 éves munka eredménye. Egy-egy snitt gyakran egy egész éjszaka terméke volt, hiszen a time-lapse technikával készült videók felgyorsítva ábrázolják azokat az égi mozgásokat, melyek a valóságban több óráig tartanak. (Ezzel a technikával készülnek azok a filmek is, melyeken hömpölygő felhőket, a városok életét, a növények változásait látjuk



néhány másodperc alatt.) Ladányi Tamás – saját becslése szerint – mintegy kétszáz éjszakát töltött a szabadban, mire ezek a felvételek elkészültek.

A gyönyörű látványt, a különleges hangulatot Kövi Szabolcs zenéje teszi még hatásosabbá. A művek a magyar népdalok hangzás és dallamvilágára épülnek, illetve ezek alapján születtek, s így harmóniában vannak a képi világgal.

Ki ne gyönyörködött volna már a csillagos égbolt szépségében? Különösen a zavaró városi fényektől mentes helyeken érdemes ezt megtenni. De féltő, hogy a mai gyerekek a városi élet rohanásában úgy nőnek fel, hogy észre sem veszik az égbolt csodáit vagy a fény- és egyéb szennyezések miatt már nem is láthatják. Így egyfajta értékmegőrző szerepe is van a Ladányi Tamás felvételeinek. A DVD vizuális és zenei élményeket nyújt, de a szerzők a felvételek egy részét digitális tananyagként hasznosították és tervezik egy tematikus anyag megjelenítését is, mely kommentálja majd a látnivalókat.

T.Z.

KERESZTURI ÁKOS: Mars – fehér könyv a vörös bolygóról (Magyar Csillagászati Egyesület, Budapest, 2012)

Legutóbb 15 évvel ezelőtt jelent meg hazánkban önálló kötet a Mars bolygóról. Akkor Almár Iván és Horváth András írt a

vörös bolygó kutatásának aktuális kérdéseiről. Nyugodtan kijelenthetjük, hogy az elmúlt másfél évtized a planéta felfedezésének legaktívabb időszak volt Népszerűségét az is mutatja, hogy gyakran szerepel a hírekben, pedig oda erőszakos cselekmények, katasztrófák nélkül nehéz bekerülni. Igaz a bolygó a római hadistenről kapta a nevét, a csokoládénak azonban nincs köze az égitesthez, a termék megalkotójának családnévét őrzi. Bolygószerzőnk viszont nem csak a tudósok, hanem az írók fantáziáját is megmozgatta, számtalan sci-fi-ben helyszíne, s ezekből jó néhány film is készült.

Ma is több olyan eszköz kering a bolygó körül és dolgozik a felszínen, melyet hosszú évekkel ezelőtt indítottak el. A könyv megjelenésének napjaiban pedig kíváncsian várjuk a Curiosity marsjáró újabb és újabb eredményeit. Szerencsés időzítéssel jelent meg tehát ez az összefoglaló kötet, melynek mégsem az aktuális hírek értelmezése a célja, hanem segít a „Mars” való eligazodásban – a szó átvitt értelmében természetesen. A vörös bolygó leírását kapjuk a szakavatott szerzőtől. Az égitest minden fontos összetevőjéről kapunk a lehetőségekhez és a korlátozott terjedelemből képest alapos áttekintést. Szerepel benne a bolygó története, szerkezete, felszíni formáinak leírása, légköre, meteorológiája, Természetesen szóba kerül a víz és az élet kérdése is. Utóbbi viszonylag kevés terjedelmet kapott, de ennek az az oka, hogy Kereszturi Ákosnak másfél évvel korábban jelent meg az Asztrobiológia című kötete, ahol bővebben lehet olvasni a marsi élet kérdéséről. (Szintén az MCSE kiadásában jelent meg, lapunk 2011/7-es számában ismertettük.)

A kiadvány laikus érdeklődőknek is érdekes. A kötetben rejlő ismeretekkel felvértezve vagy legalábbis abban utánanézőve hasznos és megbízható kézikönyvként segít eligazodni a Marsal kapcsolatos hírek között. A szakmabeliek is haszonnal forgathatják, hiszen a vörös bolygó fehér könyve magát az égitestet mutatja be és összegzi az eddig elért eredményeket. Oktatási segédanyagnak is kiváló, mivel részletes tárgymutató és glosszárrium is segít az eligazodásban. Ezen felül a könyvben szereplő ábrák forrásjelöléssel felhasználhatóak, sőt digitális változatban a szerzőtől e-mailben lehet elkérni a kru@mcse.hu címen.

Trupka Zoltán

MÁNDOKY KONGUR ISTVÁN: Kunok és magyarok. (Közzetési Molnár Ádám. Molnár Kiadó, 2012)

„Isten a világot töröknek teremtette és nomádnak.” E mondattal jellemzi Mándoky Kongur Istvánnak, nagykunsági származású turkológusnak s a kun nyelv kutatójának a tudományterületéhez való lelki hozzáállását Vásáry István turkológus a Mándoky Kongur István kutatásait, tudományos eredményeit bemutató könyvben. A minden tekintetben rendkívül alapos, 348 oldalas, színes képtáblákat is tartalmazó kötet a fiatalon, 48 évesen elhunyt Mándoky Kongur István munkásságának hozzáférhető részét ismerteti. Ez óriási munka, még akkor is, ha Mándoky Kongurnak az volt az elgondolása, hogy ötvenéves koráig elsősorban csak gyűjt – kun és más, egykori és mai török népekhez kapcsolódó nyelvtudományi s egyéb adatokat –, és csupán majd utána ül le mindent megírni. Tudományos eredményeit a magyarországi nyelvtudomány vezető folyóirataiban, a Magyar Nyelvőrben, és a Nyelvtudományi Közleményekben közölte, majd ezek francia, német és angol változataira is sor került – ugyanakkor az ismeretterjesztést is fontosnak tartotta, így többek között helyi s megyei lapokban is publikált, sőt a „terepen” (például a dobrudzsai tatár közösségekben, vagy éppen Kazahsztánban megjelenő) sajtótermékekben is.

A gyűjteményes kötetet Molnár Ádám turkológus három fő részre tagolta. Az első rész közli Mándoky Kongur műveinek a nyelvészeti cikkeket. Ezekben az írásokban főleg a magyarországi kun nyelvemlékekről (a Kun miatyánkról, egy kiszámoló mondókaról, a magyar nyelv kun jövevényszavairól, és kunsági kun eredetű tájszavainkról) esik szó. A középső rész egyebek közt magában foglalja a kunok, kivált a magyarországi kunok történetéről szóló cikkeit. A harmadik rész a török – kun, kazak, kazáni s dobrudzsai tatár, kumuk, karacsáj, karakalpak és özbek – népköltészetből készült Mándoky Kongur műfordításokat teszi közzé.

Hogy a könyvnek milyen jelentősége van, azt jelzi: a kiadó a tervezett „Török–Magyar Könyvtár” című, új könyvsorozata (szerkesztők: Fodor Pál és Vásáry István) elindításaként segítette napvilágra a többek között az MTA Könyv- és Folyóiratkiadó Bizottsága által is támogatott kötetet. S végezetül, visszatérve a könyv lelelejehez, címlapja is telitalálat: a Varró Istvánról – akitől lejegyezte a Kun miatyánk szövegét Kollár Ádám az 1700-as években – Györfi Sándor szobrászművész által készített emlékmű fényképe (Bartha Júlia felvétele) felhasználásával készült.

Farkas Csaba

„A világ útvesztője és a szív paradicsoma”¹

Válasz Tél Tamás írására

CSORBA F. LÁSZLÓ

Milyen tudomány a fizika? – kérdezi Tél Tamás gondolatébresztő írásában. Bár példái jórészt valóban a fizika területéről származnak, következtetéseit a természettudomány egészére terjeszti ki, és az annak tanítására vonatkozó kritikáját is általános érvényűnek szánja. Szemben az írás alcímével – „Amit minden középiskolának tudnia kellene” –, elméleti megfontolásai korántsem triviálisak, hanem mély tudományfilozófiai problémákat érintenek. Cikke akár egy termékeny vita kezdetét is jelentheti, hiszen a téma fontossága nyilvánvaló, ugyanakkor aligha találhatnánk két természettudóst, tanárt vagy tudománytörténészt, aki pontosan azonos módon gondolkodna a természet és a gondolkodó ember kapcsolatáról. Magam a Nemzeti Alaptanterv (NAT) és a kerettantervek biológia részének kidolgozásban vettem részt, így példaim is főként innen származnak majd, de a természettudományos közoktatás néhány általános kérdését és a tudományfilozófia általános problémáit is érintik.

A tapasztalat és az értelmezés

Talán nem mindenki tekinti a természettudományokat „a tényeken, mint evidenciákon alapuló” (evidence-based) gondolati rendszereknek, abban azonban biztosan egyetértés van, hogy a tudományos igényű állításokat összhangba kell hozni a módszeresen, ellenőrizhető módon szerzett tapasztalatokkal. Ez a szemlélet a NAT-nak és a kerettanterveknek is szerves része. A NAT „Ember és természet” műveltségi terület Alapelvek, célok fejezetéből idézve: „A természettudományi műveltség a természettel való közvetlen, megértő és szeretetteljes kapcsolaton alapul. (...) A természettudományok megfigyelések, kísérletek sorozatainak keresztül kristályosodott, bizonyított alapvető igazságokra (elméletekre, törvényekre, szabályokra) épülnek. (...) A tanulókat meg kell ismertetni a tervszerű megfigyeléssel és kísérletezéssel, az eredmények ábrázolásával, a sejtett összefüggések matematikai formába öntésével, ellenőrzésének és cáfolatának módjával, a tudományos tényeken alapuló érveléssel és a modellalkotás lényegével.” Hogy mi legyen ezen megfigyelések, kísérletek tárgya, módja és mennyisége, arra már a NAT is utal, pon-

tosabban a kerettantervekből, még inkább pedig az iskolai helyi tantervekből derül ki. Nyilván nincs mód e helyt a NAT szerkezetének – akárcsak részleges – megvitatására sem. Az mindenképpen tévedés, hogy a „semmiből bukkant fel”, hazai és nemzetközi gondolati háttéréről bőséges irodalom áll rendelkezésre. A kerettantervek különösen hangsúlyozzák a tervszerű tapasztalatszerzés fontosságát és a tudományok kapcsolatát a gyakorlatban fölmerülő problémákkal. E téren – úgy vélem – egyetértés uralkodik. A vitatott kérdés nem a tények, hanem az azokat értelmező gondolati rendszerek megítélése.

Minek nevezzük?

Néhány évtizeddel ezelőtt a tanárok még nyugodtan beszélhettek a „baktériumok törzséről” vagy a „hüllők osztályáról”. A baktériumok aztán – az ötregnumos leírás alapján „országga” váltak, majd a modern mikrobiológia mára több száz, lényegében a „törzs” kategóriával egyenrangú csoporttá bontotta őket. Ugyanígy újult meg gyökeresen a hagyományos növényrendszertan is. Természettudós legyen a talpán, aki követni tudja a változásokat, még inkább az azok háttérben álló elméleti és tapasztalati megfontolásokat! Mit tehet a közoktatás, ha a látszólag leghagyományosabb tudományág is ilyen viharosan változik? Az oktatási dokumentumok adott esetben kerülnek a kategóriamegnevezést, vagy „csoportokról” írnak, nem tudatlanságból, hanem a céltalan vitát kerülendő.

Némileg hasonló a helyzet a Tél Tamás által hiányolt törvényekkel is. Nyilván senki nem vonja kétségbe ezen törvények létét és fontosságát, ám korántsem triviális például az elmélet, a modell(család), a szabály, az összefüggés, a törvény, az axióma és a paradigma definíciója, a köztük való választóvonalak meghúzója, és még inkább ezek megjelenése és megnevezése a közoktatás dokumentumaiban. A biológiában például – a szó fizikai értelmében – talán nincsenek is törvények, a kémia és a természetföldrajz alapösszefüggései is a fizikából származnak. Azt jelentené ez, hogy ezek nem is tudományok, azaz – a Rutherfordnak tulajdonított epés megjegyzés szerint – a „bélyeggyűj-

tés” kategóriájába tartoznak? Aligha. Inkább arról van szó, hogy gazdag és tagolt összefüggérendszer alakult ki, melyek úgy látszik, nem annyira kiszorítják, mint inkább kiegészítik egymást. Mendel eredményei például kétségkívül a modern biológia egyik alapját jelentik. Ő egy elméleti modell alapján (az öröklődő tulajdonságokat szabadon kombinálódó faktorok okozzák) tervszerű kísérletek alapján szabályokat fogalmazott meg. (A „Genetische Gesetze” kifejezést méltatlanul elfeledett elődje, Festetics Imre használta először, ám nem a szó mai fizikai értelmében.²) A genetikai kapcsoltság fölismerésével új modell született („a gének a kromoszómában összekapcsolódó gyöngyök füzerei”), ami a tapasztalatok újabb körét tette értelmezhetővé (például a mitózis során látottakat). A Watson és Crick által megfogalmazott „centrális hipotézis” („dogma”³) a gén-fén összefüggést egy molekuláris mechanizmussal magyarázta, mely alól hamarosan kivételt is találtak (retrovírusok), majd bonyolult, visszacsatolós rendszerek részeivé tették (operon, genomika). Eközben más kutatók szintetizálták (egyúttal leszüktették) Darwin eredeti teóriáját (elképzelését, hipotézisét, elméletét?) a mendeli genetikai modellel egy populációgenetikai modellel (melynek „nullhipotézise” a Hardy-Weinberg-szabály), s melynek érvényességi körét R. Dawkins feszítette a végletekig „önző gén” modelljével (doktrínájával)⁴, ütközve Lovelock Gaia hipotézisével (mitószával?), máig tartó ádáz és termékeny vitákat indítva el ezzel⁵. Mit mondhatunk ezek után „genetikai törvény(ek)nek” és hogyan definiáljuk annak alapfogalmát, a gént? A genomikát tárgyaló egyik kiváló szakkönyv⁶ csendes ironiával kerül el a meghatározás kényszerét – de egyáltalán nem a fogalommal való érdemi munkát! Amit e – szűkséggépp igen vázlatos – történet megmutat, az nem más, mint a Kuhn által paradigmának nevezett gondolati szervező elv, vagy még pontosabban a Lakatos Imre által leírt kutatási program (vagy programok) működése⁷. Ez a folyamat a „gén” fogalmát nem relativizálta, hanem gazdagabbá tette. A példa legalább három tanulsággal szolgál a közoktatás területén (is). Egyrészt – a kategórianevekhez hasonlóan – érdemes óva-

tosnak lenni a különféle összefüggések *megnevezésében*, de természetesen nem adva föl ezek ismeretét. Másrészt – ez a fontosabb – a tudományok történeti megközelítése nemcsak és nem is elsősorban a fölfedezés konkrét útja-módja miatt lehet érdekes, hanem az eltérő megközelítések, kutatási programok alapjainak, módszereinek és érvényességi körének ismerete miatt is – és talán éppen ez az, amit „minden középiskolásnak tudnia kellene”. (A Tél Tamás által használt „paradigmabővülés” kifejezés is ugyanerre a folyamatra vonatkozik, de talán kevésbé szerencsés szó, mint a „kutatási program”, hiszen voltaképp nem a paradigma bővül, hanem a paradigma által irányított kutatások köre.) A harmadik tanulság pedig az – és ezt a NAT imént idézett bevezetője is pontosan megfogalmazza –, hogy az objektív, egységes és megismerhető természetbe (avagy a teológia szóhasználatával: rendezett teremtett világba) vetett hit egyáltalán nem áll elentétben a sokszempontú, esetenként akár egymással ütköző paradigmák alapján álló megközelítéssel.

Mit kezdünk a paradigmaváltásokkal?

Kuhn legnagyobb vitát kiváltó tézise nem maga a paradigmaváltás szó volt, hanem az az (utóbb saját maga által is finomított) állítása, hogy az egyik paradigma alapján nem ítéltető meg a másik érvényessége. Nincs tehát olyan paradigmák fölött álló „metatudományos” szempont, ami ezt lehetővé tenné.⁸ Ez valóban vitatható álláspont, ami a tudás teljes relativizálásának veszélyével fenyeget (Lakatos éppen ez *ellen* lépett föl.) Véleményem szerint azonban Tél Tamás félreérti Kuhnt, amikor arra következtet, hogy szerinte a váltás után az „eredeti fogalomrendszerből semmi használható nem marad”. Éppen ellenkezőleg: Kuhn eredeti alapelménye az volt, hogy Arisztotelész koherens, szép és használható fogalomrendszer (paradigma) alapján gondolkodott, ami azonban nem mutat folytonos átmenetet a kopernikuszi-newtoni világképpel, hanem attól lényegileg különbözö.⁹ A két rendszernek mindegyike használható marad a mindennapokban és a tanítás gyakorlatában is, anélkül, hogy ez kártékony szubjektívizmushoz vezetne. A geocentrikus világkép (paradigma, modell) alapján például jól magyarázható a nappalok és éjszakák vagy az évszakok váltakozása, a földrajzi koordináták és a klímazónák határai, de kiszámolható-megmérhető ezen keretek közt maradván a Föld átmérője is (Eratoszthenész mérése). Az így elért tudás természetesen mára sem vált használhatatlanná, csak ma más gondolati keretben (is) értelmez(het)jük azt. Hasonló megfontolásokat tehetünk például az emberi testet mint mechanikai rendszert, mint biokémiai reakcióhálózatot, mint ön-

szabályozó kibernetikai rendszert vagy mint kognitív megismerő lényt leíró paradigmáival. Ezek mögött összefüggő, mégis jól elkülönülő kutatási programok állnak. Vajon ledönti-e ez a sok szempontú megközelítés „az ifjúkori személyiségfejlődés biztos pillérét”, a tudomány megbízhatóságába vetett hitet, ahogyan azt Tél Tamás véli? Ez komolyan veendő pedagógiai probléma, de véleményem szerint éppúgy nem adható rá egymondatos válasz, ahogy például az Antigoné vagy a Hamlet által fölvetett erkölcsi problémákról sem dönthető el – a teljes tananyag kontextusa, a tanár és a diák személyiségének ismerete nélkül legalábbis semmiképpen –, hogy megerősíti vagy bizonytalanságba taszítja-e olvasóját. Egy biztos: gazdagítani fogja, és fölkészíti a krízishelyzetek kezelésére. A sokszempontúság fokozza a kreativitást, ahogy azt éppen a Tél Tamás által is idézett Freund Tamás-tanulmány bizonyítja¹⁰. Ugyanebben a kötetben adunk ízelítőt abból, hogy ez például az ökológia tanításában hogyan valósulhat meg¹¹.

Természetesen törekedhetünk az egységesítésre vagy legalábbis a kapcsolatteremtésre a gondolati rendszerek között, ám nem lenne méltányos elvárni az oktatótól azt, amit (még) a „nagy tudomány” sem tudott megteremtteni. Még kevésbé szerencsés a Lakatos Imre vagy Feyeraabend vitathatatlán tárgyi tudásán alapuló tudományképét összemosni azokkal a csalásokkal és halandzsával, melyeket tudományoskodó „posztmodern” szóhasználattal lepleznek, s melyeket Sokal idézett műfaj-paródiájában joggal tett gúny tárgyává. Ebbe a hibába nem estek a NAT és a kerettantervek készítői sem, így az oktatáspolitikai és dokumentumait érő kritika megmaradhat a tudományos diskurzus keretei között.

Egy kis könyv margójára

Tél Tamás kritikájában megtisztelő figyelemmel fordul az Oktatáskutató- és Fejlesztő Intézet kis kiadványa, benne a természettudományos világkép átalakulásáról szóló rövid bevezető tanulmányom felé. E könyv nem a NAT fölépítéséről, hanem a természettudományos tantárgyak együttműködésének elvi és gyakorlati lehetőségeiről szól, így nincs közvetlen kapcsolatban a kötelező érvényű oktatási dokumentumokkal.¹² Tél Tamás mégis joggal idézi néhány állítását, hiszen közöttük gondolati kapcsolat van. A természettudományos világkép átalakulásáról az Előszóban leírtak persze nem változtatási javaslatok, hanem a tapasztalatok alapján fölállított diagnózisok.

Tanulmányomat egy régi, de változatlanul aktuális vita fölelevenítésével kezdtem, mely Hamvas Béla és Németh László közt zajlott 1934-ben¹³, s melyről már részletesebben olvashattak e lap hasábjain¹⁴. Hamvas kétségkívül provokatív módon ír a természettudományok felelősségéről, s azt nem csupán

a személytelen tudás bűnös alkalmazásában látja. Úgy gondolom, ezzel a kritikával ma is szembe kell néznünk. A Tél Tamás által egyetértőleg bemutatott Berkeley Egyetemről átvett megismerés-struktúra maga is folyamatosan visszacsatlódó *belső* elemként ábrázolja a „Társadalmi felhasználást”. Valóban így van: a finanszírozások és megbízások rendszerével a gazdaság és a politika – már Hamvas korában is, és mára még inkább – nemcsak tudományfelhasználó, hanem tudomány- és tudatformáló szerepet is betölt, ennek minden előnyével, kockázatával és felelősségével együtt. Amiből nem következik, hogy a tudományfejlődésnek ne lenne belső logikája is, sem az, hogy az egyes tudományágak között ne lenne különbség. Ezt a sajátos helyzetet jellemeztem úgy, hogy a tudományok „önszerveződő gondolati-szociológiai rendszerek mozaikjaként, hálózatoként” kísérlék meg a megismerés folyamatának irányítását. Veszélyes – mert nem segíti a gondolat megértését – ezt a tudományképet durván leegyszerűsítve úgy bemutatni, mint amiben nincsenek sem törvények, sem tudományágak. Természetesen vannak, és éppen ezek sokasága, pontosabban a mögöttük álló paradigmák, kutatási programok sokfélesége kérdőjelezi meg a pozitívista tudománykép egyedül üdvözítő voltába vetett hitet. A természet – vagy teremtett világ – végtelenül gazdag. Megismerése nagyon sokféle – talán végtelenül sokféle – módon lehetséges. Bármelyiket választhatjuk ezek közül, és ha türelmesen kérdezzük, részünk lehet a megismerés örömeiben és bizonyosságában is. Minél következetesebben kérdezzük, annál pontosabb választ kapunk. Ezek azonban a *mi* kérdéseinkre adott válaszok, melyekben nemcsak a természet belső rendje, hanem a mi kíváncsiságunk, elkötelezettségünk és részleges tudásunk is tükröződik. Ebben az értelemben mondhatjuk, hogy nincs különbség, soha nem is volt a „humán” és a „real” műveltség, a „világ útvesztője és a szív paradicsoma” között, hiszen végső soron mindkettő ugyanarról szól.

2013. január 27.

Jegyzetek

- 1 A cikk címét Comeniustól kölcsönöztem
- 2 Festetics munkásságáról lásd: <http://genetics.bdtf.hu/Htmls/Biotar/bge537cm.html>
- 3 A kifejezés Cricktól származik: „Central dogma of molecular biology” (1970.) *Nature* 227
- 4 Dawkins, R.: *The Selfish Gene*, Oxford University Press, 1989; Az önző gén. Kossuth Kiadó, Budapest, 2005, 2011
- 5 Ld például: Schneider S. et al.: *Scientists Debate Gaia* The MIT Press
- 6 Campbell L. – Heyer L.: *Genomika, proteomika, bioinformatika*. Medicina, 2004, p.31.
- 7 Lakatos I.: *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers I*. Cambridge University Press, 1977

- 8 E kérdésről bővebben Fehér M. et al: Kuhn és a relativizmus: Kuhn öröksége a tudományfilozófiában. L'Harmattan, 2007
- 9 Kuhn, T.: Mik is azok a tudományos forradalmak? In: Laki J. (szerk.): Tudományfilozófia. Osiris, 1998
- 10 Freund Tamás: Tanulási folyamatok és belső világunk, in: Tasnádi P. (szerk.): A természettudományok tanítása korszerűen és vonzóan. ELTE Természettudományi és Oktatásmódszertani Centrum, 2011
- 11 Both Mária – Csorba F. L.: A tudománytörténeti megközelítés alkalmazása az ökológia tanításában in: uo.
- 12 Bánkuti Zs. – Csorba F. L. (szerk.): Átmenet a tantárgyak között, OFI, 2011
- 13 Hamvas Béla írása, Debreceni Szemle 1934-es év 5. szám
- 14 Both Mária: A kísérletező ember – Németh László szellemi öröksége a természettudományok tanításában. Természet Világa, 2003. 134.évf. 9. sz.; Both Mária: Barangolások Németh László pedagógiai világában. epa.oszk.hu/.../2002-01-ta-Both-Barangolások.html

Az evolúció fényében

Megjegyzések Csorba F. László: „A világ útvesztője és a szív paradicsoma” című írásához

SCHEURING ISTVÁN–PODANI JÁNOS–SZILÁGYI ANDRÁS

Csorba F. László Tél Tamásnak címzett írása véleményünk szerint elsősorban arra kívánja felhívni a figyelmet, hogy a biológia merőben más természettudomány, mint a fizika, olyannyira, hogy a Tél által felvázolt megismerési algoritmus, a törvények kitüntetett szerepe, ennek alapján a megértés folyamatos mélyülése és kiszélesedése [1] a biológia tudományában nem feltétlenül igaz. Csorba biológiai példákkal megerősítve, a tudománytörténeti megközelítés mellett tesz hitet az oktatásban: „az eltérő megközelítések, kutatási programok alapjainak, módszereinek és érvényességi körének ismerete miatt – (...) ez az, amit minden középiskolának tudnia kellene”. Tehát a szerző úgy véli, hogy a biológia oktatásában az egymással ütköző „kutatási programokat” az „egymást kiegészítő gazdag és tagolt összefüggésszisztemek” sokszempontúságát kellene kiemelni, mivel „a biológiában például – a szó fizikai értelmében – talán nincsenek is törvények”.

Csorba fenti véleményét megalapozó biológiai példák azonban egytől egyig súlyos tévedéseken és torzításokon alapsznak. Ebben a hozzászólásban a bemutatott példákon végighaladva azt szeretnénk megmutatni, hogy ami Csorba értelmezése szerint zavarba ejtő a biológiában, az éppen az egyre biztosabb tudásra, törvényszerűségekre, szabályokra épülő megismerési folyamatát példázza.

A félreértések mindjárt a példásor elején jelentkeznek. Csorba az osztályozás és a vele összenőtt nevezéktan változásait viharosnak és nehezen követhetőnek aposztrofálja, a fizikában megszokott törvényszerűségek hiányának érzetét keltve a

témában járatosan olvasóban. Az élő szervezetek osztályozása, mint sok minden másé, azonban emberi produktum, és semmiféle természeti törvénnyel nincs közvetlen kapcsolatban. Nincs olyan ideális, a szemlélő ember megítélésétől mentes, bővülő ismereteinknek köszönhetően egyre tökéletesedő *természetes* osztályozás, amely valamiféle „természeti alaptörvényként” is kezelhető [2]. Szervezetek adott csoportjára célunktól függően és a kívánalmaknak megfelelően sokféle osztályozás készíthető. A „természetesség” csupán az egyike a lehetséges céloknak. Ez is magyarázza, hogy az élővilág osztályozása a biológia története során folytonosan átalakult, és a változások korábban is jelentősek voltak, nem csak mostanában. Fokozatosan jutottunk el oda, hogy a természetesség feltétele leginkább akkor teljesül, ha a klasszifikáció a leszármazást veszi figyelembe (s nem kiragadott morfológiai bélyegeket vagy akár a teljes hasonlóságot). Az evolúció tehát nem az osztályozások magyarázó erejeként, a *posteriori* jön számításba, mert logikailag az evolúciós viszonyok rekonstrukciója az elsődleges feladat. Ahogy K. Lorenz, az etológia egyik megalapítója már 1948-ban megjegyezte az „Orosz kézirat” c. hadifogságban (!) megkezdett munkájában: természetes osztályozás „nem létezik”, egyedül a törzsfa a természetes [3]. Ha valami analógiába hozható a természeti törvényekkel, akkor az a törzsfa maga (mely az evolúciós folyamatok tükrözője), de egy bármilyen, akár a törzsfa alapján készített osztályozás már nem az. A filogenetikai és a hagyományos osztályozás közötti eltérések ellenére ugyanakkor nyugodtan beszélhetünk továbbra is „baktériumokról” mint az élet

egy szerveződési szintjéről, és „hüllőkről”, mint a gerincesek evolúciójának fontos fokozati állomásáról. Ezeknek azonban nem feltétlenül kell rendszertani kategóriaként is megjelenniük a tananyagban.

De nézzük tovább Csorba példáit. Természetesen F. Crick „centrális dogmája”, mint az élő szervezetekben az információátvitel és -áramlás alapelve, nyugodt lelkiismerettel tanítható továbbra is, annak ellenére, hogy a retrovírusoknál (melyek szigorú értelemben nem is élőlények, csupán genetikai paraziták) van egy fordított irányú átíródás is, valamint, hogy a génszabályozás esetén információ jöhet a fehérjék vagy az RNS irányából is. Sokat fog még gazdagodni a tudásunk ezen a téren a közeljövőben, de eddigi ismereteink alapján nagy bizonyossággal állíthatjuk, hogy az információt a DNS tárolja. Itt érkezik el a szerző Darwin elméletének tárgyalásához. Egyértelműen azt az érzetet próbálja kelteni a témában kevéssé tájékozott olvasóban, hogy egy tetszetős gondolatra („Darwin hipotézise” (!)) a későbbiekben csak újabb hipotézisek és modellek épültek. Bár ennek a termékeny vitának sok izgalmas tanulsága van, a szerző vélekedése szerint törvények, alapelvek, biztos hivatkozási pontok nem jöttek létre. Darwin elméletét (melyet kortársai még kezelhettek hipotézisként) már maga számtalan megfigyelésre és logikai következtetésre alapozta. Napjainkra a darwini elméletet – genetikai, populációgenetikai, paleontológiai és molekuláris biológiai ismereteink bővülésének, valamint a mesterséges szelekciós kísérleteknek köszönhetően – indirekt és direkt bizonyítékok óriási tömege támasztja alá és teszi a biológia legáltalánosabb magyarázó elvévé [5]. Szó sincs tehát arról, hogy Darwin

teóriája populációgenetikai modellé, végeztül egy egyszerű Hardy–Weinberg-szabállyá szűkült volna le – ahogy azt Csorba állítja. Ráadásul Darwin elméletének a lényege egyetlen könnyen érthető alapelvben (nevezhetjük törvénynek is) megfogalmazható: ha adott olyan önmagukat másoló egységek sokasága, amelyek a másolás során bizonyos tulajdonságaikat átörökítik, de ez az átörökítés nem teljesen pontos, és az átörökített tulajdonságok között vannak olyanok, amelyek befolyásolják ezen egységek másológási sebességét és/vagy túlélési esélyét, akkor ebben a sokaságban természetes szelekció által vezérelt evolúció megy végbe [4]. Ennek a folyamatnak a hatására olyan egységek fognak elszaporodni, amelyek átörökített tulajdonságai jobban alkalmazkodnak a környezethez. A genetikai ismeretek bővülésével egyre többet tudunk meg arról is, hogy a sokszorozódás, öröklődés, változatképzés hogyan megy végbe az élő szervezetekben. Az élővilág hihetetlen sokfélesége éppen ezen alkalmazkodási folyamat eredménye. A természetes szelekció következménye az élőlények (a fizikai rendszerekkel összehasonlítva) elképesztő komplexitása, és az ugyanabba a csoportba (populációba, fajba stb.) sorolható egyedek variabilitása. Ahogy Dobzhansky híres cikkének sokat emlegetett címe is sugallja, „A biológiában bármi csak az evolúció fényében értelmezhető” [5]. Úgy véljük, hogy a biológia mint természettudomány, ebből a szempontból bizonyosan különbözik a fizikától, de azt is állítjuk, hogy a (főleg molekuláris) biológiai ismeretanyag felhalmozódásával tudásunk egyre több – *egyértelmű (és nem sokszempontú)* – ismerettel bővül.

Véleményünk szerint a leírtakat minden középiskolásnak tudnia kellene. Szomorúan állapítjuk meg azonban, hogy ennek a szemléletnek sem a jelenlegi, sem a tervezett NAT-ban, sem a kerettantervben nincsen nyoma. Nem természettudományos érv mások véleményére hivatkozni, azonban nézetünket megerősíti a Nature kiadói csoport éppen most megjelent alapozó egyetemi online tankönyvének szemlélete [6]. A kiadó a „Principles of Science” (A tudomány alapelvei (!)) sorozatában először éppen a Principles of Biology tankönyvet jelentette meg néhány héttel ezelőtt. Helyhiány miatt, kommentár nélkül, csupán felsoroljuk a bevezető fejezet első négy alfejezetének címét: Evolution and Life on Earth; Energy and Matter; Biological Information and Interactions; Practicing Science (Evolúció és a földi élet; Energia és anyag; Biológiai információ és kölcsönhatások; A tudomány művelése).

Nem vitás: igen sok esetben definíció kérdése, hogy a biológiai szabályszerűségeket, összefüggéseket törvényeknek

nevezhetjük-e vagy sem. Ha azt a megengedő meghatározást használjuk, hogy *törvényszerűségnek* tekintjük az olyan szabályszerűségeket, melyek az általunk meghatározott feltételek esetén nagy valószínűséggel egy előre megjósolható jelenséghez, válaszreakcióhoz, mintázathoz stb. fognak vezetni, akkor ezrével találhatunk (és taníthatunk) törvényszerűségeket a biológiában is. Mi más lenne pl. a Liebig-szabály, vagy a már emlegetett centrális dogma, a Mendel-törvények vagy Hardy–Weinberg-szabály, az a tény, hogy a vazopresszin többek között az ember vízháztartását szabályozza, vagy, hogy inkább szűkebb szakterületünkél maradjunk, a nagy szárazföldi biomok, valamint az éves csapadék és átlaghőmérséklet közötti összefüggés (Humboldt-szabály)[7]? De miért van ez a különbség a fizikához képest? Véleményünk szerint pontosan azért, mert az élőlények (a természetes szelekció következtében) igen összetettek, s egyben sokfélék, ezért mi, kutatók, a rendszer bonyolultsága miatt a legtöbb esetben nem ismerjük az általános összefüggések érvényességének határait. (Gondoljunk csak az egyre gyorsabban fejlődő genetikai alapú gyógyszeres terápiák fejlődésére). Abban azonban – Csorbával szemben – nem kételkedünk, hogy a biológiai rendszerek is természeti (kémiai és az azt meghatározó fizikai) törvények irányítják. Érvényesülésük azonban a biológia bonyolult rendszereiben valósul meg, így a rájuk épített predikció nem a fizikában (és a kémiában) megszokott hatékonyságú. Ismereteink szűkössége (mely talán a fizika középkori állapotával állítható párhoz) törvények megfogalmazását nem, de törvényszerűségeket felismerését lehetővé teszi. Ezek használata pedig (hatókörük korlátosságát szem előtt tartva) fontos és hasznos mindaddig, míg a felgyülemlett tudásból törvényszintű állítások nem cementálódnak ki.

Megítélésünk szerint a Csorba által hangsúlyozott „sokszempontúság”, sokmagyarázatúság, „a gazdag és tagolt összefüggérendszer (..) melyek (...) nem annyira kiszorítják, mint inkább *kiegészítik* (kiemelés tőlünk) egymást.” Pusztán ismereteink hiányából fakadó állapot, nem esztétikum, hanem a felfedezés szükségzerű velejárója, amelyből a megismerés folyamatában a nem helytálló értelmezések kiszűkelődnek.

Csorba írása utolsó fejezetében ismételen kiemeltetett figyelmet fordít a megismerés folyamatának összetettségére, a különféle „kutatói programok” kölcsönhatásaként, sokszor kerülő utakon haladó megismerési folyamatra. Valóban, a tudomány működésének ezek a mozzanatok

is fontos részei, de más, a Tél által véleményünk szerint helyesen kiemelt szempontokat Csorba elhanyagolja. A biológia, akárcsak a fizika vagy a kémia olyan tudomány, melynek előrehaladását a célzott kérdésfeltevés, a kísérlet, a fogalomalkotás, a hipotézisgenerálás és a cáfolat vagy megerősítés iterációs folyamata adja. Nem erőltetett az az analógia, hogy a replikáció, a mutáció és a szelekció mechanizmusa működik itt is, habár ebben az esetben a mutációk (új ötletek, hipotézisek) nem véletlenül születnek, azoknak valamilyen összhangban kell lenniük az eddigi ismeretekkel. Aztán hosszabb távon csak azok maradnak fenn, s válnak szabályokká, törvényekké, melyek kiállják a sokasodó tapasztalatok (kísérletek, megfigyelések stb.) próbáját. Ezért van az, hogy az imént vázolt kulturális evolúció a természettudományok területén elképesztően gyors fejlődést hozott!

Ez az iterációs folyamat épít föl egy egyre növekvő és szilárduló tudásvázat, és ezt övezi egy képlékenyebb és bizonytalanabb burok, melynek határvidékén dolgoznak az aktív kutatók. A fizikában mára hatalmas és szilárd tudásváz alakult ki, míg a biológiában, éppen az összetettség, bonyolultság és a mindenütt jelenlévő sokféleség miatt, a váz kisebb és kevésbé szilárd, de kétségkívül megtalálható. Csorba László – úgy tűnik – nézeteit a kutatás határvidékéről eredezteti, s azokkal azt támasztja alá, hogy ez a biztos tudásváz nem létezik. Ez a következtetés káros, hiszen a közoktatás egyik kiemelten fontos feladata az lenne, hogy a biztos tudásváz meglétére alapozva ismertesse meg a diákokkal természettudományos gondolkodás valós természetét és erejét annak érdekében, hogy valóban kritikus, érett gondolkodókká váljanak.

Referenciák

- [1] Tél T. 2012. Milyen tudomány a fizika? Amit minden középiskolásnak tudnia kellene Természet Világa 143 (12): melléklet.
- [2] Podani J. 2010. Evolúció, törzsfá, osztályozás. Magyar Tudomány 171(10):1179-1192.
- [3] Lorenz, K. 1998. Az „Orosz kézirat” (1944-1948). Cartafilus Kiadó, Budapest.
- [4] Szathmáry E. és Maynard Smith J. 1999. A földi élet regénye. Vince kiadó, Budapest.
- [5] Dobzhansky, T. 1973. “Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution” The American Biology Teacher 35 (March): 125-129.
- [6] <http://www.nature.com/principles/principles-of-biology-104015/details/faculty/contents>
- [7] Scheuring I. 1994. Gondolatok az ökológia törvényszerűségeiről: In memoriam Juhász-Nagy Pál. Természet Világa. 125 (11): 503-507.

A Bizonytalanok bizonyossága

Gondolatok a természettudományos műveltségről és a természettudományok tanításáról

TASNÁDI PÉTER

A Nemzeti Alapnterv (továbbiakban NAT [1]) természettudományra vonatkozó részéről az Ember és természet műveltségterület alapntervéről a megalkotása előtt komoly vita zajlott a NAT-ot készítő szakértői csoport, és túlzás nélkül mondható, a természettudományt és a műszaki tudományokat képviselő tanárok, szakemberek és kutatók többsége között. Utóbbiak véleményét a Magyar Tudományos Akadémia is támogatta. A kormányrendeletben megjelenő alapnterv azonban, egyetlen kompromisszumos megoldástól eltekintve, a NAT kidolgozására felkért szakértők koncepcióját tükrözi.

Úgy véljük, ennek a kevés nyilvánoságot kapott vitának utóregzéseként jelent meg Tél Tamás „Milyen tudomány a fizika?” című cikke [2] és a vele kapcsolatos reflexiók a Természet Világában. Jelen írás azért született, mert a NAT egyik kidolgozója, Csorba László [3] is válaszol Tél Tamás írására, s úgy érezzük, ennek a válasznak több megállapítása olyan kételeyeket ébreszt, amelyek mellett, különösen annak fényében, hogy a szerző gondolatai a NAT-ban is felismerhetőek, nem mehetünk el.

Bár Csorba László a NAT több részletét is idézi, azt írja „Nyilván nincs mód e helyt a NAT szerkezetének – akárcsak részleges megvitására sem.” Úgy gondoljuk azonban, hogy a most kibontakozó polémiában kulcsfontosságú a NAT Ember és természet fejezetének szerkezete, mert éppen ebben a tekintetben volt gyökeresen más a NAT-ot kidolgozó szakértői csoport és a velük vitatók (Pl. ELTE TTK Oktatásmódszertani Centrum, Eötvös Loránd Fizikai Társulat, Magyar Kémikusok Egyesülete, MTA Fizikai Tudományok Osztály stb.) véleménye. Ezért elkerülhetetlen a NAT szerkezetének rövid ismertetése.

A NAT Ember és természet fejezetének felépítése

A fejezet, a NAT többi fejezetéhez hasonlóan, három alfejezetből áll: I. Alapelvek, célok, II. Fejlesztési feladatok, III. Közműveltségi tartalmak. Az Alapelvek, célok leszögezi „...a tanulóknak meg kell ismernie a világot leíró alapvető természettudományos modelleket és elméleteket, azok történeti fejlődését, érvényességi határait, a hozzájuk vezető megismerési módszereket. Mivel a paradigmák, kutatási programok ma is változnak, a természettudományok tanítása során azt is be kell mutatnunk, hogy azok századok kollektív munkájával születtek meg, folyamatosan

alakulnak, és sok esetben nem kizárják, hanem kiegészítik egymást.” Ez a felfogás a természettudományra vonatkozóan mindvégig uralkodik. A NAT folyamatosan modellekről, paradigmákról, kutatási programokról, elméletekről és szabályokról beszél, a törvény szót, amelyet a természettudomány megkérdőjelezhetetlen kijegecesedett ismereteire használunk, tudatosan kerüli. A törvény szó mindössze kétszer szerepel a NAT Ember és természet fejezetében, egyszer zárójelben, egyszer pedig a kémiában az Avogadro-törvény említésekor. Nincsenek Newton- és Faraday-törvények, nincs gravitációs törvény, energia- és impulzusmegmaradási törvény stb. Helyette az említett, sokszor bizonytalan értelmezésű fogalmak szerepelnek. (Kérjük az olvasót, gondolja át, mi jutott eszébe az idézetben szereplő „kutatási programról”! Ha OTKA-pályázatok, vagy egyéb kutatási tervek, akkor tévedett, itt az igen kétes politikai szerepet játszó matematikus-filozófus Lakatos Imre fogalomalkotásáról van szó, aki tudományos kutatási programon pl. a Newton-féle és szerinte már „kimerült” klasszikus mechanikát és az azt „felváltó” Einstein-féle relativisztikus mechanikát érti.)

De lépünk tovább! A NAT megfogalmazása szerint: „A műveltségterület fejlesztési feladatai tudásterületekre tagolódnak. A kialakított szerkezet egyrészt tudományágak szerint szerveződik, másrészt támogatja az egységes természettudományos szemléletet, és egyben hangsúlyozza a kiemelt fejlesztési célokat. Szerepe a pedagógiai rendszer elvi, logikai hátterének megalkotása.” Ez a logikai háttér a következő struktúrában valósul meg:

1. Tudomány, technika, kultúra
2. Anyag, energia, információ
3. Rendszerek
4. A felépítés és a működés kapcsolata
5. Állandóság és változás
6. Az ember megismerése és egészsége
7. Környezet és fenntarthatóság

Bár ez az inkább filozófiai kategorizálásra emlékeztető struktúra maga is szokatlan, az igazi meglepetést az okozza, hogy a szakértői csoport a tantárgyak szerint rendezett közműveltségi tartalmakat minden tantárgyon belül a fenti szerkezetbe kívánja szorítani. Emiatt egyrészt olyan szempontok is megjelennek, melyek az adott tárgytól idegenek, mint pl. az élettelen természettel foglalkozó fizika és kémia esetében a 4. vagy 6. pont, másrészt az egyes tárgyak saját logikája szerint összetartozó és egymásra épülő területek feldarabolódnak és egymástól értelmezhetetlenül távol

kerülnek. Néhány példa: a középiskolai fizika anyagban az elektromosságban fogalmi és jelenségei több különböző helyen (kölsönhatások, energia, hálózatok, technikai rendszerek, Föld, környezettudatos magatartás fizikai alapjai) szerepelnek, anélkül, hogy szisztematikusan felépítésükre gondot fordítanának, de nem jobb a helyzet a termodinamikával sem, mely legalább öt helyre szóródik szét (anyag, rendszerek, folyamatok, fizikai folyamatok a szervezetben, környezeti rendszerek).

Ezek a példák meggyőzően mutatják, hogy ember legyen a talpán, aki megtalálja a tantárgy által megjelenített tudományág kötelező tananyagát, és a tudományterület saját logikájára épített tantervben el tudja helyezni. Itt óhatatlanul eszünkbe jut a 2008-ban csúcscsúszó korábbi vita is; tanítunk-e integrált természettudományt a hagyományos természettudományos tantárgyak helyett. A vita akkor a természettudományokkal és a műszaki tudományokkal foglalkozó tanárok és szakemberek elsősorú véleménye alapján a hagyományos tantárgyak megtartásának irányában dőlt el. A NAT felépítését látva, most több tantárgyat kell saját logikája helyett integrált keretbe szorítva tanítanunk.

Végül rámutatunk egy, a NAT-ot feszítő további problémára is. A tananyagban rengeteg eddig nem tanított, vagy nem a fizikában tanított ismeret (légkörzések és tengeráramlások fizikája, lemeztektonika stb.) jelent meg. Felmerül a kérdés, mit jelentenek a NAT-ban felsorolt közművelődési tartalmak. Ha az eredeti szándék szerint a minimális megtanítandó tananyagot, akkor a tartalom már olyan nagyra duzzadt, hogy többsége már csak az említés szintjén tanítható. Ha válogatásra is van lehetőség, nos, akkor, kicsit sommásan azt mondhatjuk, minden iskola azt tanít, amit akar. A NAT-nak ezzel szemben a természettudomány legfontosabb értékeit kellene közvetítenie.

Aggályok a válasz kapcsán

Csorba László „A tapasztalat és az értelmezés” című alfejezetben megkérdőjelezi a természettudományok legfontosabb tulajdonságát az „evidence-based” alapot, amit Tél Tamás cikke hangsúlyozottan kifejti. A NAT-idezetekkel azonban a szerző mégis azt igyekszik alátámasztani, hogy a NAT gondolatiságát ez az elv áthatja. Érdekes módon idézi azt az egyetlen mondatot is, amelyben az alapvetések között a „törvény” szó szerepel. Ugyanakkor elhallgatja a NAT fentebb kifejtett, a tudományágak saját logikáját elvető felépítését.

Szeretnénk leszögezni, hogy a tantervi szerkezetet azért kifogásoljuk, mert a NAT kormányrendeleti erejével országos méretű oktatási kísérletbe sodorja közoktatásunkat, a válaszciikk azonban úgy utasítja el a NAT-ot ért kritikát, hogy a leginkább kritikus kérdésről hallgat.

Nem egyszerűen terminológiai kérdést jelent a törvény szóval kapcsolatos vita sem, amelyre a cikk „Minek nevezzük?” alfejezete részletesen kitér. Csorba László szerint „Nyilván senki sem vonja kétségbe ezen törvények létét és fontosságát, ám korántsem triviális például az elmélet, a modell(család), a szabály, az összefüggés, a törvény, az axióma és a paradigma definíciója, a közöttük való választóvonalak meghúzása és még inkább ezek megjelenése és megnevezése a közoktatás dokumentumaiban.” Nos, ez igaz, de úgy gondoljuk, hogy a felsorolt fogalmak nagy részének tisztáza a jelentése, ahol pedig a NAT szakértői maguk bizonytalanok, ott semmi akadályja sem lett volna, hogy jogi minta alapján (a NAT kormányrendelet) definiálják, hogy az adott közoktatási dokumentumban a fogalmat milyen értelemben használják. Erre meglátásunk szerint a paradigma és a NAT-ban előszeretettel használt modellfogalom esetén lett volna szükség. Az érvényes NAT-ból nem tudható meg, mi ezeknek a fogalmaknak a tartalma.

Elfogadjuk a szerző személyes elbizonytalanodását saját tudományterületének áttekintésében, illetve abban, hogy a gyorsan gazdagodó területek mely részeit kell a középiskolában tanítani. Bizonytalansága azonban nem sugárzódhat át a Nemzeti alaptantervre, illetve az összes természettudományos tantárgyra.

A paradigma kérdéskör: nem számít, hogy igaz vagy sem?

Élesen vitatjuk a szerző fizikára vonatkozó állításait. Véleményünk szerint a fizikában az arisztotelészi világképről a newtoni világképre történő váltás óta csak olyan változások következtek be, amelyek a törvények érvényességi körét finomították, határesetben azonban mindig tartalmazzák a korábbiakat. (A fény hullámelméletéből, a Maxwell-egyenletekből levezethető a Fermat-elv, ami visszaadja a geometriai optika törvényeit, a relativitáselmélet kis sebességekre vonatkozó esete visszaadja a klasszikus mechanikát, a kvantummechanika Ehrenfest-tétele megadja a makroszkopikus mozgás magyarázatát stb.) Szó sincsen „kimerülő kutatási programokról” és „ütköző paradigmákról”, a Newton-törvényeket, a relativitáselmélet megalkotása után is ugyanúgy alkalmazzuk a mérnöki gyakorlatban és a kutatásban, mint eddig. A meteorológiai kutatásokra pedig semmilyen hatással sincsen az új einsteini „kutatási program”.

Elképzeltem állunk a válaszciikknek a „Véleményem szerint Tél Tamás félreérti Kuhnt.....” mondattal kezdődő megállapításai előtt. Megtudjuk belőle, hogy „az arisztotelészi és kopernikus-newtoni világkép „mind-

egyike használható marad a mindennapokban és a tanítás gyakorlatában is.” Csorba Lászlót nem zavarja, hogy csak az egyik elmélet mögött áll megfigyelések, kísérletek tömegével alátámasztott természeti alaptörvény, a másik ennek fényében kényszeredett és nehézkes leírás. Ilyen értelemben a kettő közül csak az egyik elmélet igaz, és az igazság kérdése objektív módon eldönthető.

Kimarad a paradigmákról szóló gondolatmenetektől az is, hogy a kikristályosodott fizikai törvények legfőbb értéke a prediktív erő. A fizika törvényei alapján megjósolható a testek mozgása, gépkocsik, elektronmikroszkópok stb. alkotók. Igen, úgy véljük, hogy a biztosan hamis elméletek és a biztosan igaz törvények egyenrangú „paradigmaként” történő tárgyalása a középiskolában káros. Az értékéknél említett „sokszempontúság” csak az ellenőrizhető elméletek keretei között lehet hatékony. Egyébként maga a NAT nem is szereti a „sokszempontúságot”, hiszen hét pontba foglalt szerkezete egyaránt kötelező minden tantárgyban!

Nem mehetünk el Csorba Lászlónak Lakatos Imre és Feyerabend tudományképére vonatkozó megállapítása mellett sem. A szerző azt a látszatot kelti, mintha a posztmodern filozófiában lennének köklerek, akiket Sokal és Bricmont parodizál, de Lakatos és Feyerabend „vitathatatlan tárgyi tudáson alapuló tudományképe” azoknak nem mosható össze. Ezzel szemben Sokal és Bricmont [4] könyve részletesen foglalkozik Feyerabenddel, azt írják: „Feyerabend olvasásakor számunkra az okozza a legnagyobb problémát, hogy eldöntsük, mikor kell őt komolyan venni.” Emellett több olyan, Feyerabendről származó idézetet is közölnek, amelyek kifejezetten aláássák a tudomány tekintélyét, és összemossák a tudományos elméleteket a „mitoszokkal”. Semmiképpen sem kívánunk tudományfilozófiai vitába keveredni, annyi azonban biztosan állítható: Feyerabend és Lakatos tudományképe ma is vitatott. Sajátos, hogy válaszciikkében Csorba László nem említi a lakatosi kutatási program jellemzőjeként azt, amit más írásában megtesz, nevezetesen, hogy „Mégiscsak választhatunk a programok (vagy paradigmák) közül: az előnyösebbet vagy termékenyebbet, de nem az „igazabbat.” [5] Pedig ez az a pont, ahol világossá válik, hogy a kutatási program megnyílik, – amúgy talán vonzó – fogalma éppúgy önkényes és szubjektív, mint a posztmodernnek és Feyerabend konstrukciói. Ezek mindegyike elveti azt a lehetőséget, hogy az állítások igazsága eldönthető éppen a tapasztalatnak, a kísérletnek való megfelelés (az „evidence based” tulajdonság) alapján. Érthetetlen, hogy miért kellett ennek az elmúlt századok és napjaink kutatási gyakorlatának is ellentmondó lakatosi képnek a csírát a NAT természettudományi fejezetébe beemelni.

Haldoklik a természettudomány?

A válaszciikk utolsó fejezete az OFI által kiadott „Átmenet a tantárgyak között” című tanulmánykötet Előszaváról szól. A könyv egyik szerkesztője, s egyben az Előszó írója is Csorba László. Az Előszó a szerző súlyos pesszimizmusáról és a természettudományos igazságokba vetett hitének megingásáról tanúskodik.

A szerző ma is aktuálisnak tartja Hamvas Béla 1934-es írását, melyben Hamvas (Feyerabendet évtizedekkel megelőzve!) a tudományt mítosznak tekinti, és közelgő pusztulásáról beszél. Érdekes módon a szerző elhallgatja, hogy Németh László még ugyanabban az évben így válaszolt: „Megküldött tanulmányod, azt hiszem, kitűnő példája ennek a mesterséges térben folyó gondolati kísérletezésnek, melyet elég találó módon esz-széizmusként neveztek el. Igazságot fejez ki, s egészében mégsem igaz.” [6]. Azonosulva Hamvassal, Csorba László így kommentál:

„Elegendő, ha arra gondolunk, hogy a széületes fejlődés ellenére (vagy éppen annak következtében) mennyire kértelművé-bizonytalanná váltak például az olyan alapfogalmak, mint élet, gén, információ, cél, evolúció vagy univerzum.”

A tudomány értékebe, a tudományos módszer hitelességébe vetett bizalom elvesztését tükrözik a válaszciikk utolsó mondatai is:

„A természet – vagy teremtett világ – végtelenül gazdag. Minél következetesebben kérdezzük, annál pontosabb választ kapunk.”

Dehogy kapunk! Az is fontos, hogy jól kérdezzünk, s ehhez biztosan kell tudnunk, amit eleink már tisztáztak.

Tiszteletre méltóak egy művelt ember töprengései és kételyei saját szakmájában, a tudomány jövőjében, s elfogadjuk, hogy számára talán a posztmodern filozófia jelenti a válaszokat is, hiszen tagadja a letisztult, biztos ismeretek létezését.

A bizonytalanságra mint egyetlen biztosra azonban nem épülhet a jövő közoktatása. Ezért ezeknek a gondolatoknak – a sajnálatos módon már megtörtént – törvényi erőre emelését, és országos tantervre foglalását veszélyesnek tartjuk!

Hivatkozások:

- [1] Tél Tamás: Milyen tudomány a fizika? Természet Világa, 2012. december (melléklet)
- [2] NAT. Magyar Közlöny, 2012. június 4. p. 10635
- [3] Csorba László, Természet Világa
- [4] A. Sokal és J. Bricmont: Intellektuális imposztorok. Typotex, Budapest, 2000, p. 104
- [5] Csorba László: Előszó; in Átmenet a természettudományos tantárgyak között. szerk. Bánkúti Zs. és Csorba L. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, 2011. p. 7.
- [6] Németh László: Természettudomány és mitológia. Vita Hamvas Bélával, in Németh László, A minőség forradalma. 1992, Püski, Budapest, p. 372

XXII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Szellemi Tulajdon
Nemzeti Hivatala

Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

Ökológiailag stabil kerti tó Az ötlet megszületik

TAMÁS BENCE

Boronkay György Szakközépiskola és Gimnázium, Vác

Az utóbbi időben megváltozott a kert-kultúra. A gazdálkodó kertek helyett, illetve azok mellett egyre több a díszkert. A zöldségek és gyümölcsök helyét különleges dísznövények vették át, és közöttük megjelentek a kisebb-nagyobb méretű tavak. A probléma ezekkel a mesterséges tavakkal az, hogy csak akkor tartható fenn bennük az ökológiai egyensúly, ha szivattyúkkal, levegőztetőkkel és vegyszerekkel kezeljük a vizet. Ezek, mivel gépekről beszélünk, elektromos energiát pazarolnak, a vegyszerek környezetszennyező hatása pedig ismert. Ezért terveztem és készítettem egy mesterséges tavat, amelyben az előbb említettek nélkül fenntartható az ökológiai egyensúly.

A tervezett tónak az a lényege, hogy az élőlények egymás

között biztosítsák az anyagok folyamatos áramlását. Ennek érdekében egy megfelelő ökológiai rendszert kell kialakítanunk. Kizárólag így érhetjük el, hogy mi, embe-

rek az élet sokszínűségét csodálhassuk, és ne kelljen vegyi anyagokkal, gépekkel biztosítani a tó fennmaradását.

Az ökológiai hálózat fontos és kihagyhatatlan szereplői a *termelő*k, a növények. Ezek azért kiemelten fontosak, mert anyagcseréjük során a környezetből felvett szervesanyagot szervessé alakítják. Az ilyen élőlényeket autotrof élőlényeknek nevezzük. Fotoszintetizálnak és oxigént állítanak elő, amely a tavakban úgy hasznosul, hogy az oxigén a vízi élőlényeknek létszükséglet. Másrészt, amikor egy szerves anyag bomlásnak indul, a kémiai folyamat során oxigént vesz fel a környezetből. Így a vízben az oxigénszint csökken, amit a növényeknek kell pótolniuk.

Azokat az élőlényeket, amelyek csak szerves anyagokat



A tó tavasszal

képesek magukba építeni, heterotrof szervezeteknek nevezzük, ilyenek a *fogyasztók*, amelyekből több csoportot különböztetünk meg. Az elsődleges fogyasztók a

lia alá geotextilt használtam, amely védi a vízzáró réteget kialakító tófóliát a talajban fejlődő növényi gyökerek okozta mechanikai sérülésektől.



Szikakötő

növényevő állatok. Megakadályozzák az adott ökológiai rendszerben a növények túlszaporodását, egyben táplálékot jelentenek. A fogyasztók sora elméletben végtelen is lehetne, de minden esetben a csúcsragadozó áll a hálózat csúcán. A minden-evő állatok lehetnek bármely fogyasztó szerepében.

Az utolsó nagy csoport a *lebontók*. Ezek az előbbi rendszerben keletkezett szerves, élettelen anyagot alakítják át szervetlenné, amelyet a termelők újra hasznosíthatnak.

A tó megépítése

Elsősorban a tó kialakítására *legalkalmasabb helyet* kellett megkeresnem. Igyekeztem a legvízszintesebb pontját kiválasztani a területnek. Figyelembe vettem a környező növényeket, például, hogy a fáról lehulló levelek festékanyagai ne színezzék el a vizet. Ez ellen védekezhetünk ugyan a pusztuló növényi maradványok rendszeres eltávolításával vagy lebontó szervezetek telepítésével, de jobb megelőzni ezt a problémát. A tó helyét úgy választottam meg, hogy partjánál ne legyen magas fa vagy sűrű cserjés, mert árnyékuk a hosszúnappalos növények életét kedvezőtlenül befolyásolta volna.

Amikor megtaláltam az ideális elhelyezést, elkezdtem a tó medrének kialakítását. A mesterséges tavakat gyárilag megformázott kemény műanyag kád lefektetésével vagy tófólia alkalmazásával készítik. Én a tófóliát választottam, mert a mederkialakítás fontos volt a terveimben. Ezt ezzel az anyaggal lehetett megvalósítani, mert ez szabadságot ad rugalmasságával. A f-

A tómeder megtervezésénél figyelni kellett a megfelelő zónák kialakítására. Ezt még a tervezőasztalnál gondoltam végig.

A zónák a következők: mocsárszóna 5–10 cm vízmagasság, sekély zóna 10–15 cm, mélyvízi zóna 15–50 cm, telelő zóna 50 cm-től. A zónákat a növények és a vízmélység jellemzi.

Most következhetett az ásás. A geotextil és a tófólia elhelyezését a déli órára kellett

időzítenem, mert ilyenkor a fekete fólia szinte képlékennyé válik, jól alakítható, a meder finom vonalára jól követhetően rásimítható.

Növények a tóban

A tómedret vízzel feltöltöttem, és a növényeket elhelyeztem. Az agyagos talajra homokréteget tettem, és ebbe ültettem a növényeket. A tóépítésnél ültetőkosarakat használnak, én a szabadföldi ültetést választottam, mert így a növények gyökere szabadon fejlődhetett, és ezáltal biztosítottam az ivartalan szaporodásukat is. Ez a növények azon különleges képességén alapszik, hogy bizonyos szerveikből újraképezhetik (regenerálják) egész szervezetüket. Egy módosult funkciójú szár indul el a talaj felszíne mentén, és helyenként gyökereket, leveleket képez. Még nem nevezhetjük két külön növénynek, mert ez egy szervezet, de a módosult funkciójú szár sérülésekor független, önálló növényekké válnak. Az ültetőkosár tehát azért nem volt megfelelő számomra, mert ezt a folyamatot gátolná.

A zavaros víz letisztulására néhány napot várni kellett.

A legkönnyebben betelepíthetőek és egyben a legegyszerűbb növények a tóban lebegő zöldmoszatok. Hazánkban legelterjedtebb képviselőjük a fonalas *zöldmoszat*. Ez az élőlény tavunk számára fontos, mert növény, így oxigént termel, és az itt élő növényevő és mindenevő állatok számára táplálék, a zsákmányállatok számára pedig búvóhely. Rendkívüli veszélyt rejt magában, ha túlszaporodik, ezért szükséges volt növényevő fajok (például csigák, halak stb.) betelepítése. Egy másik hasznos növény a *borzhinár*. Ez gyökerező hínár, ezért beültettem a tóba.

Táplálékot és búvóhelyet jelent az itt élő lényeknek. Különleges virágokat fejleszt, amelyek kiemelkednek a tó víztükrre fölé csodálatunkra.

A tó öntisztulásában fontos szerepet játszanak a *nád*- és *gyékényfélék*. Közönséges nádat ültetni nem szabad, mert kolóniai hatalmas területet foglalnak el. Helyette jobb választás a gyékény. Jellegzetes buzogánya már messziről felismerhető. A víz felszínére hajló levelei remek petézőhelyet kínálnak a szikakötőknek. Ültetése a sekély zónába ajánlott.

A tó ékes dísznövénye a *közönséges rence*. Hazánkban elterjedt rovaremsztó növény segítségével kordában tarthatóak a tóban élő apróbb élőlények populációi, pl. a vízibolhák.

Ezekon kívül még számos növényfaj lehet tavunk csodás lakója, és helyettesítheti az említett növényeket. De figyelembe kell



A legszínompásabb növény a tóban a tavi rózsza és a tündérrózsza

venni az adott faj természetes otthonának vízminőségét és a talaját.

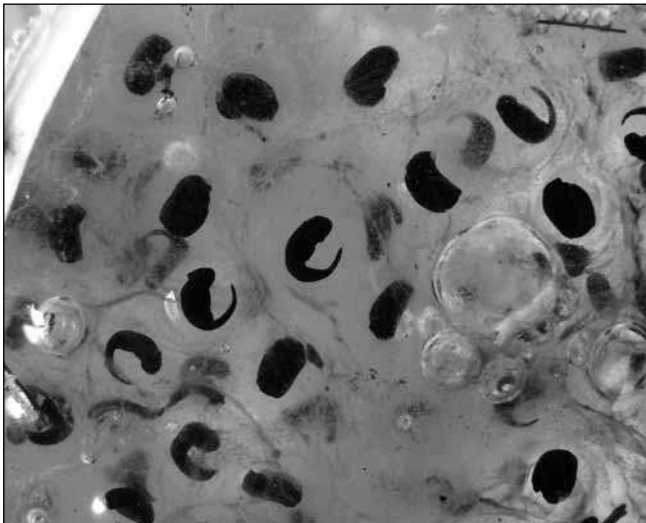
A legszínompásabb növény a *tavirózsza* és a *tündérrózsza*. Levelei pihenőhelyet kínálnak a tavi békáknak, és a halak árnyékukban hűsölnek, virágai a rovarokat csalogatják.

Állatok a tóban

A növények telepítésekor tudunk nélkül néhány állatot is beköltöztettünk a tóba.

A planáriefajok, laposférgek a tó szempontjából hasznosak, mert kedvelt csemegéi közé tartozik a fonalas zöldmoszat és más hínárfélék, amelyek túlszaporodását akadályozzák meg.

Ugyancsak az egyensúly érdekében fontos és a kereskedelembe beszerezhető a *mocsári csiga* és a tányércsiga. A növénye-



Kocsonyás burokban élő embriók

ket „metszik”, és a tetemek lebontását is elvégzik. Ők a lebontók és az elsődleges fogyasztók szerepét is betöltik. Későbbiekben már csak a vízbe hullott szerves törmelék, növényi hulladékot és kisebb elhullott vízi állatok maradványait takarítják el. Könnyen elszaporodnak.

A *csibor* is megjelent tavamban, amikor megfelelőek voltak számára az életkörülmények. A tó életében másodlagos vagy harmadlagos fogyasztóként játszik szerepet, ugyanis ragadozó, így a növényevő fajok elszaporodását tudja kordában tartani, mert kedvelt zsákmányai az ebihalak és különböző ízeltlábúak lárvái.

Beköltözött a *molnárpóloska*. Ez a rovar napját a víz fölött cikázva tölti mint előző társa. Ugyanazt a szerepet tölti be a táplálékláncban, de a vízfelszínen vadászik, így nem nekünk jut az a kellemetlen feladat, hogy a kisebb ízeltlábúak tetemét eltakarítsuk.

A következő vendég a *hátonúszó póloska* volt. Egyéni úszásmódja felismerhetővé teszi, mert szintén ragadozó életmódot folytat, és akár tőre is a tó lakója maradhat.

Mivel tavamat dombos, vízszegény környezetbe telepíttem, így sokáig vártam az első béka megérkezésére. Ez egy *erdei békapár* volt. Ebihalként kezdi életüket, és a tó ökológiájában ide-

iglenes elsődleges fogyasztók. A béka egyedfejlődése során növényevő életmódját feladva áttér a ragadozó életmódra. Megfigyeltem átalakulásukat, amikor akváriumi körülmények között tartottam *kocsonyás burokba élő petéiket*. Ebihal korszakuk túl hosszúra nyúlt, és a várt átalakulás nem történt meg. Fejlődésük segítéséhez felhasználtam *Gerard Durrell* könyvében található javaslatot. Jódot csepegtettem vizükbe, ezután gyorsan kifejlődtek.

Tavamba tavaszszal költözött egy szintén ideiglenes lakó: a *szitakötő* lárvája. Ragadozó életmódot folytat larva korában is, és kifejlett szitakötőként is. Rajtuk megfigyelhetjük a *metamorfózis* folyamatát, és ha szerencsések vagyunk, elkaphatjuk azt a pillanatot is, amikor a lárv kibújik bőréből, és szitakötőként szárogatja szárnyait a napsütésben.

Három szitakötőfaj átalakulását láttam: a laposhasú acsáét, a nádi acsáét és a vörös légivadászt. Mivel ez a tó nélküli a különböző berendezéseket, ezért meg kellett oldanom a víz szűrésének problémáját, ezt a természet már évmilliókkal ezelőtt kitalálta. Hazánkban erre a két legalkalmasabb élőlény a tavi kagyló és a közönséges édesvízi szivacs.

A legegyszerűbben beszerezhető a tavi kagyló, de tartása bonyolultabb, mint a szivacsé. A tó zónáinak kialakításánál figyeltem arra, hogy a mélyvízi zóna határán legyen perem, mert a kagyló vándorol a talajon, így megakadályozhatjuk leesését a telelő zónába. Ez az állat a mélyvízi zóna lakója.

Hazánkban legegyszerűbben a Balaton mólójánál találhatunk sziva-

csot. Tartása egyszerűbb helyhez kötött életmódja miatt.

A tónak legszebb lakói a *halak*. Bizonyos vélemények szerint ürülekük erősen szennyezi a tó vizét, veszélyeztetve a biológiai egyensúlyt. Ökológiai egyensúly mellett azonban ezek is a víz lakói lehetnek.

A halak mindenevők, ezért komoly károkat tehetnek a tó hínár- és moszatállományában. A vízben oldott tápanyagok és a napfény elegendő mennyisége elősegíti a fotoszintézist, így a növények regenerálódó képességét segíti. Egyszerűbben fogalmazva: amit a hal elfogyaszt, azt a növény könnyen újránöveszti.

A halak ürüleke bomlása során elszínezi a tó vizét. Ennek ellenszere a tavi szivacs és a tavi kagyló, ezek az élőlények folyamatosan szűrik a vizet. Kísérleti tavamba aranyhalat és koi-pontyot telepítettem. Nagy kihívás volt számomra a halak jelenléte, mert felboríthaták volna a tó már kialakult egyensúlyát, de végül sikeresen megtalálták helyüket ezek az állatok is a táplálékláncban.

Folyamatosan vízmintát vettem a tóból, és mikroszkóppal figyeltem az *egysejtű élőlényeket*. Rövid idő elteltével rendkívüli fajgazdagságot tapasztaltam. Ennek magyarázata, hogy a levegőben lebegő baktériumok és egysejtűek könnyen betelepülhettek. Mivel a szerves anyag és a bomlástermékek aránya optimális volt, így találtak táplálékot, valamint önmaguk eledelnek szolgáltak a kisebb lárvák, rákok számára. Például a vízi bolha, a kandicsrák, az álkérészlárva vagy a fiatal szitakötőlárva számára. Majd ezek is tápláléklánc szolgálnak más állatoknak, hogy azok tápláléklánc szolgálhassanak, és ez így megy tovább... Így alakul ki az ökológiai egyensúly a tavamban.

Az írás szerzője diákpályázatunk Önálló kutatások, elméleti összefoglalók kategóriájában első díjat kapott.



Metamorfózis mellékterméke

Herczel Manó és a feregnyúlványlob

MATKOVITS ANNA

Veres Péter Mezőgazdasági Szakképző Iskola, Győr

A középiskola 11. osztályában tanulunk az ember táplálkozási szervrendszerének felépítéséről, működéséről és betegségeiről. Figyelmemet egy apró, mindössze néhány cm-es nyirokszerv ragadta meg. Meglepett az a tény, hogy az én „szótáramban” szereplő vakbélgyulladás elnevezés helytelen, hiszen nem a vakbél, hanem feregnyúlványának (*appendix*) megbetegedéséről van szó. A feregnyúlvány a vékonybél és vastagbél találkozásánál lévő kiöblösödésből kiágazó 5–10 cm hosszú, közel 1 cm átmérőjű, vakon végződő tasak. E nyirokszerv embereknél betöltött feladata az, hogy megvédje a hasüreget a fertőzések ellen. Növényevő állatoknál a cellulóztartalmú táplálék feldolgozásában van szerepe.

A feregnyúlvány-gyulladás „históriája” dióhéjban

A feregnyúlvány megbetegedése még 100 évvel ezelőtt is halálos volt, mert nem tudták operálni, eltávolítani. A Hippokratész megfigyeléseit tartalmazó, Kr. e. 300 körül feljegyzett *Corpus Hippocraticum Prognosisok* szerint „a has jobb oldali alsó részének fájdalma, illetve az ott tapintható resistentia sokkal rosszabb indulatú, mint a bal oldali, ha pedig hányás, láz, csuklás társul hozzá, akkor halálos kimenetelű”. A leírásban könnyen felismerhetjük az *acut appendicitis* jellegzetes tüneteit. A XIX. század végéig az orvosok a tüneteket hashajtókkal és ópiummal próbálták csillapítani. A régi gyógy mód egyáltalán nem volt hatékony, hiszen a székelésnél a fájdalom csak fokozódott, a mákgubó kivonata pedig teljesen elfedte azt. Az operációra a korábbi századokban nem is gondoltak, nem is gondolhattak. Azt, hogy az elmúlt évszázadokban az átlagéletkor viszonylag alacsony volt, ennek a betegségnek tudhatjuk be.

A feregnyúlvány-gyulladást *Lorenz Heister* híres sebész 1711-ben diagnosztizálta

először egy akasztott emberen. Sebészeti beavatkozással élő emberen először *Mestivier* próbálkozott. Ez már előrehaladott, perforált, tályosodott állapot volt, s a vakmerő beavatkozás ellenére a beteg elhunyt.

1812-ben *James Parkinson* mutatott rá az átfürödött feregnyúlvány és az azt követő hashártyagyulladás okaira. Az első sikeres operációt 1848-ban egy londoni sebész, *Henry Hancock* végezte egy fiatal hölgyön, kloroformos érzéstelenítésben. Vesztienivalója nem volt, mintegy utolsó lehetőségként megnyitotta a genyenes tályogot. A műtét sikerült, s a beteg túlélte a beavatkozást.

A XIX. században Amerika átvette az irányítást a feregnyúlvány gyulladásának kutatásában, gyógykezelésében. *Reginald H. Fritz*, a Harvard Egyetem orvosa – boncolásai során végzett megfigyelései és következtetései alapján – már 1886-ban szorgalmazta a feregnyúlvány mielőbbi műtéti eltávolítását. A legismertebb sebész a New Yorkban élő *Charles McBurney*



Herczel Manó

pötövis és a köldök között húzott egyenes vonal külső és középső harmadának háttárában van. Megfelel a feregnyúlvány vakbélbe való beszájadásának. Több orvos (*Thomas Morton, Fenger* és *Ochsner*, a *Mayo-fivérek*) szakított a konzervatív eszmével, és operálni kezdte a betegeket. Az USA-ban 1889-től hihetetlen mértékben javult a túlélési és gyógyulási arány.

Az orvostársadalom nehezen fogadta el az új, merész gyógy módot. Európában az első, sikeres operátor a londoni *Frederick Trevers* volt. Hazánkban a beavatkozás úttörőjének *Herczel Manót* tekintjük, aki első sikeres esetét 1894-ben operálta, de jó néhány évnek kellett eltelnie, míg az életmentő műtét általánossá vált.

Herczel Manó

Herczel Manó, az első világháborút megelőző idők egyik legjobb magyar sebésze, 1862. július 1-jén született Szegeden. Édesanyja *Pollák Anna*, egy szegedi kereskedőcsalád csinos, művelt lánya. Édesapja *dr. Herczel Fülöp* kiváló orvos, diagnosztika, Szeged városának tiszti főorvosa. Mozgalmas társasági életet éltek, Szeged ismert és elismert polgárai voltak. A kivételes tehetségű Herczel Fülöp a városi orvosi kar élén állt, szüléssel, sebészettel és szemészetrel foglalkozott. Gyermekeit mindig a legjobb nevelésben részesítette. Amikor fia végleg elhatározta, hogy sebész lesz, az az orvos édesapja a szakember szenvedélyével irányította tanulmányait. Egy alkalommal, amikor Manó külföldre utazott, hogy sebész főnökét, *Czernyt* helyettesítse, az apa utána kocsizott Heidelbergbe, hogy megfigyelje fia tevékenységét, tanulmányozza műtéteit. Majd hazament, és így szólott feleségéhez: „Köszönöm neked, hogy ilyen fiúval ajándékoztál meg, minden áldozatot meg kell hoznunk, hogy célját elérje”.

Herczel Manó a szegedi piarista gimnáziumba, majd a szegedi árvíz (1879) után



Rókus Kórház a kápolnával

volt, aki 1889-ben jelentette be, hogy a has jobb alsó részében olyan pontot talált, amelynek tapintásával a bizonytalan kórisme biztosan megállapítható. Ez a csí-

az újvidéki királyi katolikus főgimnáziumba járt. Már akkor megmutatkozott tehetsége, szorgalmas volt, és mindig a jóra törekedett. 1879-ben érettségizett, és még abban az évben jelentkezett az orvosi egyetemre, Bécsbe, ahová azonnal felvették. 1882–83-ban Párizsban és Strasbourg-ban hallgatta a kor vezető sebészeit, Verneuil, von Recklinghausen, Fournier, Charcot, Péan előadásait. 1885. február 5-én szerezte meg Bécsben orvosi diplomáját. A világhírű belgyógyász Nothagel professzor gyakornok-tanítványa lett, akinek ismert alapelve volt, hogy „nem betegségeket, hanem betegeket gyógyítunk”. Ezt az alapelveket Herczel is magáévá tette. Egyéves belgyógyászati előképzettség után, 1886-ban a heidelbergi Czerny-Klinikán kezdte pályafutását. Hamarosan kitűnt nemcsak belgyógyászati tudásával, hanem ügyességével és kimagasló szorgalmával. Professzora távollétében átvállalta betegei kezelését, sikerrel. A francia és német klinikák oldottabb légköre, a professorok és hallgatóik, segítők közötti közvetlenebb kommunikáció is nagy hatással voltak rá. Akkoriban egyik-másik hazai orvosprofesszor olyan tekintélynek örvendett, hogy vele szakmai vitába bocsátkozni, érvelni, netán ellentmondani neki lehetetlen volt. Herczel szakított ezzel a magatartással, attitűddel.

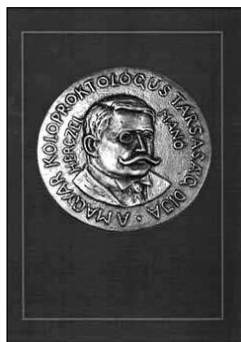
1891-ben telepedett le Budapesten. Az, hogy itthon is híres és köztiszteletben álló orvossá vált, édesapjának is köszönhető, aki hű maradt ígéretéhez (miszerint mindenben támogatja fiát). Vásárolt neki egy házat a Felsőerdősoron, és berendezte a legkorszerűbb orvosi műszerekkel. Herczel Manó itt alakította ki sebészeti magánklinikáját. Egyre híresebb lett, már külföldről is jártak hozzá betegek. 1892 októberében a Szent István Kórházban kapott rendelőorvosi állást, ahol kicsi, de igen színvonalas szakosztályt vezetett. Sebészeti beavatkozásait konzervatív kortársai „germán barbarizmusnak” titulálták, de látva eredményeit, elismerték úttörő beavatkozásait.

1891-ben beadott habilitációs kérelmét igen lassan fogadták el, végül az orvosi kar az 1895–96. tanévben nevezte ki magántanárrá, 1901-pedig rendkívüli tanárrá.

Időközben a Felsőerdősoron működő magánklinikája kinőtte magát, így Herczel 1897-ben megépítette a Városligeti fasorban szanatóriumát, amelynek tökéletes berendezése, káprázatos tisztasága, a betegek orvosi és egyéb ellátottsága szempontjából felülmúlhatatlan volt. Az érdem azonban nemcsak Herczelé, hanem feleségéé, *Latzkó Kláráé* is, aki mindig azon munkálkodott gyermekeik nevelése és egyéb teen-

dői mellett, hogy egyetlen kritikus szem se találjon ott semmi kivetnivalót.

1902-ben *Dollinger Gyula* sebészeti klinikájáról a tehetséges sebészt, *Pólya Jenő* vette maga mellé segédnek. Pólya 5 évig dolgozott Herczel mellett. 1905-ben kinevezték a Szent Margit Kórház főorvosává. Herczel *Navratil Imre* utódként került a Rókus Kórház sebészeti osztálya főorvosi állásába. Nemcsak gyógyított, hanem modernizálta is osztályát. A műtő új, olajpumpás műtőasztalt, árnyékmentes műtőlámpát, korszerű Schaeerer-féle kötszer-, műszer-, víz- és konyhasó-sterilizálókat kapott, a fapadlókat kicsérélték azbesztpadlóra(!), új főorvosi szobát, előkészítő helyiséget rendeztek be, mosdókat szereltek fel, s bevezették a villanyvilágítást(!). Az ő osztályán volt (1913-ban) a legtöbb (117) betegágy. *Müller* igazgató 1908-ban rámutatott arra, hogy „kizárólag és csak is a kórházakban működő orvosoknak érdeme, ha a betegeknek orvosi ellátása és kezelése az elképzelhetetlen mostoha körülmények dacára is tényleg kimutatható eredménnyel jár.”



Herczel Manó-díj

Orvosi tevékenysége mellett aktívan követte a tudomány haladását. A hazai és külföldi orvostársulatok intézőbizottságában sok évig elnökölt. 1908-ban magyar királyi udvari tanácsosi címet kapott. 1910-ben orvosi működésének 25. fordulóján betegei ünnepélyt rendeztek tiszteletére. 1912-ben bárói címmel tisztelték meg.

Családi élete mindvégig boldog és kiegyensúlyozott volt. A következő évek azonban elkésérítették. Herczelnek nem vált előnyére zsidó származása, fekete bárány volt a tudomány „papi fejedelmeinek” szemében a szinte védedhetetlen sebész-belgyógyász. Ellenségei – noha szimpátiát nem is mutattak felé – elismerték helyes irányát, a sebészet módszereinek forradalmasítását.

Biztos kezű, briliáns technikájú sebész volt. A betegek már nem Bécsbe kocsikáztak ellátásért, hanem Budapesten Herczelt keresték. Híres volt biztos diagnózisairól. Félelmetes ráérzéssel, intuícióval sejtette meg a tünetekből a betegségét, még a leghomályosabb kóreseteket is biztossággal megoldotta. A betegekkel és hozzátartozóikkal kedvesen, megnyerően tudott bánni, a fölényességet, nagyképűséget megvetette. Kissé bohém természetét, közvetlenségét, természetességét páciensei nagyra értékelték.

Herczel közvetlen kapcsolatokat ápolt tanítványaiival. Sokszor találkoztak lakásán, vendégül látta őket, s társadalmi, történelmi, művészeti kérdésekről beszélgettek, vitakoztak. Műgyűjtőként kikérte

tanítványai véleményét szerzeményeiről, festményekről, bútorokról, keleti szőnyegekéről.

Tanítványai szinte kivétel nélkül ismert orvosok lettek, akik tovább vitték Herczel örökét. *Kiss Gyula* szerológus, az agydgaganatot elsőként operáló komáromi *Lipscher* doktor, az orthopédus *Fischer Ernő*, vagy *Pólya Jenő* „sebészvirtuóz”. Nagy szerepe volt ebben Herczel irántuk tanúsított szigorú szeretetének. Elvei között hangoztatta, és egyik tanítványára rá is szökött: „minden sebésznek egyszer van életében joga úgy tévedni, hogy sérvműtét közben belevágjon a hólyagba. Őn visszaél ezzel a joggal, mert másodszor követte el ezt a hibát. Harmadszor nem fogja nálam elkövetni.” Ebben a szellemben ment fel hozzá egyik segítők, miután első gyomorrákműtétje után a beteg elhunyt, s közölte, lelkiismereti okokból meg akar válni a sebész-pályától. Herczel így válaszolt: „Ne beszéljen ilyen számárságokat, mit képzelt voltaképpen: csak halhatatlanokat fog operálni?”

Az első pillanattól kezdve céltalannak tartotta a háborút, és pesszimizmussal várta a végét. Eladta magánkórházát, és ideje nagy részét a Rókus Kórházban töltötte. 1914–1918 között a Mária Terézia téri kórházat vezette. 1918 őszén nemcsak a háború elvesztésének fájdalma dúlt Magyarországon, hanem a gyakran halálos kimenetelű spanyol influenza is. Herczel egyik betege elkapta ezt a kórt, s magához hívatta orvosát. A spanyolnátha senkit sem kímélt: a beteg sem élte túl a fertőzést, meghalt a beteg ápolója, szobaasszonya, és maga Herczel és egész családja is megfertőződött. 1918. november 28-án, 56 éves korában szervezete alulmaradt a vírussal szemben folytatott küzdelemben.

Hogy mit jelentett Herczel a magyar sebészetnek? Korának legelismertebb, legkeresettebb sebészorvososa volt. Pályája elején megküzdött a nyugati sebészeti eredmények hazai bevezetésével, a többségben lévő, konzervatív orvostársadalom ellenállásával szemben. Saját technikáinak elismertetése, tudományos eredményeinek elfogadtatása sem volt számára könnyű. Sokoldalúsága mellett a gyomor- és a hasúri sebészet kimagasló specialistájaként emlékezünk rá. Dr. Pólya Jenő, aki a legjobban ismerte, s aki a nyilasterror áldozata lett 1945-ben, így írt róla az Orvosi Hetilap 1918. évi 49. számában: „Ő az életnek igazi művésze volt, aki a jól teljesített kötelesség tudatában, a philosophus nyugodt fölényével nézte a sors kis játékait s a saját sikereit és balsikereit is. És szívből lelkesedve mindenért, ami szép és jó, szívből is tudta élvezni mindazt a sok szépet és jót, amit az élet teli kézzel nyújtott neki. Kiváló volt, derék volt, ember volt – élete szép és hasznos volt.”

A feregnyúlvány-gyulladás okai

A feregnyúlvány-gyulladás létrejöttéért leggyakrabban az enterogén fertőzések tehetőek felelőssé. A fertőzés nyálkahártyaöblök mélyén alakul ki. A fertőzés fajtájától függően a folyamat a nyálkahártyában gennyes jellegűt ölt, helyenként a nyálkahártya elhal, kifeléyesedik. A feregnyúlvány gyulladása ödémája, falának gennyes beszűrődése a szerv vérellátását károsítja, és a feregnyúlvány fala kisebb-nagyobb területen elhal. Az elhalt falrészeken át bekövetkezik a feregnyúlvány perforációja. Ebben a folyamatban szerepet játszanak a feregnyúlvány ürterét betöltő tényezők is. A feregnyúlvány-nyálkahártya ödémája elzárhatja annak nyílását. Ennek eredményeként pangás alakul ki a feregnyúlvány ürterében, a pangó tartalom baktériumai felszaporodnak, a nyúlvány feszül, falának vérellátása tovább romlik, és bekövetkezik a perforáció. Máskor az elzárt szájadék mögött, a feregnyúlvány lumenében jelentős tömegű genny gyűlik össze, ami szintén perforációhoz vezet. Különösen súlyos lefolyású, ha a feregnyúlvány nyílását széklettrög zárja el. A feregnyúlvány ürterében tartózkodó bélérgék hasonló folyamatot indíthatnak be.

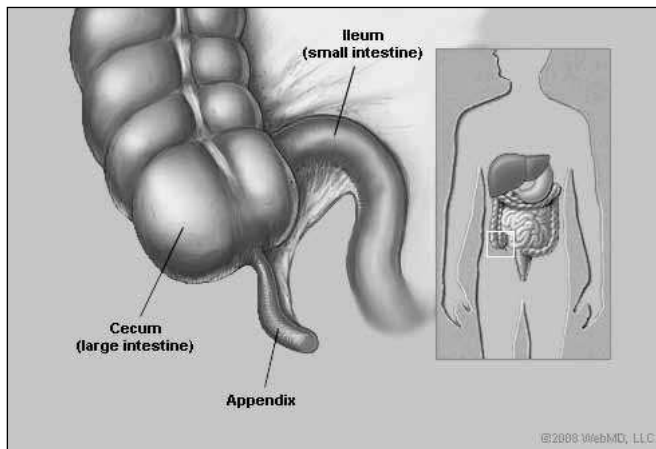
A betegség csecsemőkorban nagyon ritka. Előfordulása gyermekkorban növekszik, és a tizen-, huszonéveseknél a leggyakoribb. Ezt követően a kor előrehaladtával egyre ritkább. Herczel szerint ennek oka, hogy az emberek fiatal korukban többször vannak kitéve traumáknak. Nemre vonatkozólag Herczel Manó korában az volt általános tapasztalat, hogy a férfiaknál gyakoribb a betegség, mert a feregnyúlvány vérellátottsága bővebb, illetve a nők kevésbé vannak kitéve traumáknak és mértékletesebbek, mint a férfiak. A nemzetiségnek is szerepe van a betegség létrejöttében. Például a feketéknél a megbetegedés igen ritka. Megfigyelték a tudósok, hogy azok a népek, ahol nagyon magas a húsfogyasztók száma (Amerika, Anglia, Németország), magas a megbetegedések száma is, viszont azok a népek, ahol magasabb a rosttartalmú élelmiszerek fogyasztása, kevesebb a megbetegedések száma. Az öröklékenységnak is tulajdonítanak a tudósok szerepet, mégpedig a feregnyúlvány kedvezőtlen alkatának öröklődésével hozzák összefüggésbe.

Manapság természetesen már mosolygunk néhány megállapításon, de jelentős részük ma is megállja a helyét. Valójában az appendicitis fő okaként tehát a feregnyúlvány üregének az elzáródását tartjuk,

amit okozhat a táplálékból származó, nem megemésztett idegen test, bélsárkö, lenővések, hegesevések, daganat, nyirokszövet-túltengés. Emellett nagy százalékban különböző fertőzések során a vér által, vagy a nyirokrendszeren át ide szállított kórokozók hatására, esetleg a szomszédos szerveket érintő gyulladással járó folyamatok során alakulhat ki a betegség.

A feregnyúlvány-gyulladás tünetei

A feregnyúlvány-gyulladás tünetei legtöbbször nagyon jellegzetesek, de vannak olyan esetek, amikor a tünetek, sőt még



A feregnyúlvány elhelyezkedése

a vizsgálatok is igen félrevezetőek lehetnek. Normális esetben a beteg jól érzi magát, majd hirtelen fellépő hasi görcsöket érez, ezután a fájdalom gyakran a köldök körüli részre lokalizálódik, azért, mert a feregnyúlvány feszülése a zsigeri idegek ingerületét okozza. A beteg hányingerre, émelygésre panaszkodhat. Jellemző tünetek még a gyengeségérzet, rosszullet, hasi puffadás, étvágytalanság, a beteg nyelve bevont. A fájdalom görcsös jellegűt állandó fájdalom váltja fel a jobb alsó hasfélben, izomvédekezés alakul ki a csípőbél-vakbél-tájékon tapintásakor. A beteg járkálaskor nagy fájdalmat érez, így meggörnyedve jár. A fájdalom helye attól függ, hogy a feregnyúlvány hol helyezkedik el a hasüregben. Vakbél mögötti elhelyezkedésnél a fájdalom az ágyék felé sugározhat, és hasonlíthat a vese eredetű fájdalmakhoz, ezekben az esetekben a csípőbél-vakbél-tájékon csak később jelentkezik az izomvédekezés. Kismencedébe nyúló feregnyúlványnál a fájdalom enyhe, de a hólyagfal irritációja miatt gyakori vizelet inger kényszeríti a beteget. Ugyancsak a kismencedébe nyúló gyulladt feregnyúlvány a végbélfal irritációja miatt székelési ingert okozhat. A feregnyúlvány-gyulladásnál a láz kezdetben nem magas, 37,5–38 °C között változik. A pulzus kissé szaporos.

A diagnózis

Mivel a feregnyúlvány-gyulladás laboratóriumi vizsgálati adatai kevésbé jellegzetesek, döntő a fizikális vizsgálat. A legjellemzőbb tüneteket tapintással lehet érzékelni. Többféle vizsgálat létezik, én csak a legismertebbeket és leghasználatosabbakat sorolom fel:

A *Blumberg-tünet* észlelésekor lassú, mély nyomást gyakorolunk a bal alhasra, majd a nyomás hirtelen felengedése erős fájdalmat okoz a jobb alhasban. A *Rovsing-tünet* során a bal hasfélre gyakorolt alulról felfelé haladó rányomásra a fájdalom a jobb alhasban jelentkezik. A *Hedri-tünet*: bárhol kopogatjuk a hasfalát, a vakbél-tájékon jelez a beteg fájdalmat. A *Lexer-tünet* észlelése során a bal oldali fekvéskor az ágyéki régióját tapintva fájdalmat vált ki. A betegség jele lehet még a végbél és hólyag hőmérséklete közti 1–2 °C különbség. A laboratóriumi vizsgálatok közül jellemző a fehérvérsejtszám emelkedése 10–15000 közötti értékre, ez idősebb embereknél gyakran nem jelentkezik. Fokozódik a vörösvértest süllyedése, a gyulladást jelző CRP (C relatív protein) vérben mérhető szintje megemelkedik. Amennyiben nincs egyértelmű operációs indikáció, szóba jöhet a CT vagy a spirál CT. A

nőgyógyászati gyulladással járó folyamatok gyanújának a kizárása laparoszkóppal történik.

Számos betegség utánozhatja a feregnyúlvány-gyulladás tüneteit. A sebész feladata az, hogy elkülönítse azoktól a betegségtől, amelyeket nem kell operálni. A legnagyobb felelősséget a műtét elhagyása jelenti. Diagnosztikai bizonytalanság esetén fontos szem előtt tartani, hogy az összes hasi katasztrófa okai között a leggyakoribb a feregnyúlvány gyulladása.

A feregnyúlvány-gyulladás kezelése

Feregnyúlvány-gyulladás esetében a kezelés az *appendectomy*, vagyis az azonnali, gyors és teljes feregnyúlvány-kiirtás. A gyulladás kezdete után 48 órán belül a műtét mindenképpen javasolt. Az *appendectomy* a leggyakrabban végzett hasüregi műtét. A behatolás legtöbbször a McBurney-pont magasságában történik, ami a jobb felső csípőövist és a köldököt összekötő vonal külső és középső határán helyezkedik el. Itt a sebészek 4–10 cm-es bemetszést végeznek, de a hasfal izomzatot nem vágják el, hanem csak szétválasztják – ez az úgynevezett kulisszamentés. A hashártya megnyitása után, ha a hasüregben izzadmány található, mintát vesznek a mikrobiológiai tenyésztéshez.

Ezt követően előhúzzák a vakbelet, majd a vékonybél utolsó szakaszának előemelését követően a feregnyúlványt az eredésénél lekötve és átvágva, csonkját két ún. dohányzacskó-varrattal buktatják a vakbél ürege felé. Leragadt feregnyúlvány esetében: a sebészek először a csonkot buktatják át, és a feregnyúlvány kifejtését a csonk felől a feregnyúlvány csúcsa felé haladva végzik. A feregnyúlványon keletkezett nyílást egy rétegben elvarrják. Ha a feregnyúlvány körül genny található, ajánlatos a hasüreg átmosása. A műtét végén a hashártyát, az izomzatos, bőr alatti kötőszövetes hártát öltésszel, a bőr sebeit kapcsolják zárják be. Létezik még egy eljárás, az úgynevezett laparoskopos eljárás, de ez még nem teljesen elfogadott. Az eljárás során egy speciális üreges tüvel a hasüregt szén-dioxidral töltik fel. Felkeresik, felszabadítják, és a vérellátottságtól megfosztják a feregnyúlványt, majd tövével fém-, illetve műanyag kap-

A konzervatív kezelés ágynyugalomból, antibiotikus kezeléssel, az első napokban infúziós, később folyadék étrendből áll. Az első napokban mindenféle hashajtás, beöntés tilos. Kerülni kell a puffasztó, szénsavas, túlságosan rostos anyagok bevitelét a szervezetbe. A nem időben operált feregnyúlvány-gyulladás súlyos, életveszélyes szövődeményeket okozhat.

Befejezésként: Herczel Manó egy esete a sok közül

A beteg: G. Berta, 28 éves hajadon. 1903 áprilisában hirtelen heves fájdalmak léptek fel hasának jobb oldalában, láza és makacs székrekedése volt, folyton hányt. Egy heti fekvés után jól érezte magát. Három hét múlva a második roham, súlyosabb tünetekkel járt. Négy hét múlva jött a harmadik roham. 1903. szeptember 11-én ismét beteg lett: egész hasa felpuffadt, abszolút szék- és szélrekedése volt, folyton hányt. Ilyen állapotban vették fel Korányi Sándor osztályára, ahol súlyos epityphlitis és peritonitis körisméjét állították fel, és sürgős műtét végett Herczel osztályára tették át. Ekkor, 1903. szeptember 18-án az asszony arca kipirul, láza 38,2 Celsius-fok, pulzusa 140, kicsi, könnyen elnyomható. A has rendkívül puffadt, feszes tapintatú, kopogtatás hangja éles dobos, kivéve az ileocecalis tájon, hol tenyérnyi helyen tompa. Májtompulatnak mellső belső része a bimbó vonalig eltűnt, helyén dobos kopogási hang. Máj nem tapintható. Has nyomásra mindenütt igen érzékeny, legjobban az ileocecalis tájon, hol egy homályos rezisztenciát is éreztek.

ingadozott. Sebből bő váladék folyt. A 3. hétben szelkelés közben a betegre heves fájdalom tört, ami a szelkelés befejeztével megszűnt. Ezen a fájdalmak miatt Herczel ajánlotta a betegnek a feregnyúlvány eltávolítását. A beteg nem egyezett bele, így hazatávozott. Otthon sebe begyógyult, de állandó vakbél-táji fájdalmi voltak. December 23-án hányás és láz kíséretében újra kórházba vonult. A beteg nem hányt, de állandó hányingere volt. A tünetek csillapodása után, 1904. január 4-én altatásban Herczel megoperálta. Az 5 cm hosszú, megvastagodott falú, gyökerén perforált feregnyúlványt, mely erős alszalagos összenövések közt le és befelé vonult, szokott módon amputálták. A beteg teljesen lázmentes lett, és január 26-án teljesen egészségesen távozott a kórházból.

Köszönetemet fejezem ki a győri Petz Aladár Megyei Oktató Kórház Orvosi Könyvtárának, a Pécsi Orvostudományi Egyetem Könyvtárának és az Országos Széchényi Könyvtárnak a ritka dokumentumok hozzáférhetőségének biztosításáért, másolásáért és felhasználásukhoz nyújtott segítségükért.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

- Herczel Manó: A feregnyúlványlob kór- és gyógytana. Bp. 1906
 Gaál Csaba: Sebészet. Medicina Könyvkiadó, Bp. 2002
 Hedri Endre: Részletes sebészet. Tankönyvkiadó, Bp. 1951
 Gerd Herold: Belgyógyászat. Medicina Könyvkiadó, Bp. 2009
 Stefanics János: Sebészet 2 – részletes sebészet. Medicina Könyvkiadó, Bp. 1977
 Makai Endre: Gyógyászat: Herczel Manó. Bp. 1918
 Makai Endre: Archivum Chirurgicum. Bp. 1948
 Pólya Jenő: Orvosi Hetilap: Báró Herczel Manó. Bp. 1918
 Adatok és szemelvények a Szent Rókus Közkórház és Fiókjai alapításának s fejlődésének történetéből – Dr. Hollán Henrik – Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1967
 Dr. Emed Alexander: Emlékezés Herczel Manóra – Magyar Sebészet, 2008; 62(1) 39–40. old.
<http://www.ekor-lap.hu/egeszsegugy/2009/az-appendectomia-historiaja> (Dr. Szállási Árpád)
<http://hu.scribd.com/doc/48410446/Sebészet-1-felev>

Az írás szerzője diákpályázatunkon az Erns Grote professzor által alapított Orvostudomány kategóriában második díjat kapott.

Vanman a bei peritonitis-tajon a mäsodik napjan a mäsodik rohammal a hasüregben igen fájdalmas resistencia mutatható ki. Hőmérséklet 37,9, p. 100. Két nap múlva a tünetek visszajelölődnek. A 17-dik napon a drain eltávolítatik. Okt. 21-én gyógyultan hagyta el a kórházat!

B) Heveny feregnyúlványlob általános hashártyagyulladásal.

19–28.

Diffus peritonitissal complicált esetet összesen 10-et operáltam. Az esetek áttekintésénél mindenek előtt szembe kell, hogy 7 esetben (19., 20., 21., 22., 23., 26., 27. sz.) a beavatkozásra okot szolgáltatott roham első roham volt, azaz a megbetegedés legelsőben mindegyik általános hashártyagyuladással complicálódott. Ezen hét eset közül meghalt öt eset, meggyógyult kettő (20. és 26. sz.). A fennmaradó három esetben az anamnesis régebbi rohamokról tesz tanúságot; mindamellett csak egyet (28. sz.) lehetett közülük megmenteni.

Érdekes és fontos ennél a csoportnál kikutatni azt, vajjon a betegség rögtön diffus peritonitis tüneteivel tört-e ki, vagy ezek csak később társultak a körképhez? És ebből a szempontból vizsgálva a műtét anyagot azt találjuk, hogy azok az esetek, melyeknél a tünetek szerint a folyamat kezdetétől fogva foudroyans peritonitis diffusa alakjában lépett fel, mind halálal végződtek (19., 21., 22., 24., 25. sz.). A többi öt esetben (20., 23., 26., 27. sz.) a folyamat az anamnestikus adatok és a klinikai körkép szerint eleinte el volt tokolva, s csak egy későbbi secundaer perforatio hozta létre az általános hashártyagyuladást. Ezek közül három (20., 26. és 28. sz.) gyógyult, a mi a mellett bizonyít, hogy ezen secundaer perforatiók műtéves kedvezőbb sikert ígér.

A mi az időpontot illeti, a melyben a betegek műtétre kerültek, a viszonyok a következők:

A megbetegedés 3-dik napján operáltakat	1 (20. sz.).	Gyógyult
4-dik	"	1 (28. sz.).
6-dik	"	2 (19. és 22. sz.).
8-dik	"	2 (21. és 27. sz.).
9-dik	"	1 (24. sz.).
10-dik	"	1 (25. sz.).
11-dik	"	1 (26. sz.).
21-dik	"	1 (28. sz.).

¹ Bemutatott a budapesti kir. orvosegyesület 1899. okt. 21-dikén tartott ülésén.

aaa

csokkal vagy speciális csomóval (roeder csomó) zárják el. A műtét során lehetőség nyílik a hasüreg átmosására. Ezek az eljárásokon az esetek döntő részében elegendő csak a bőr sebet zárni.

A műtét feltétele a személyi és technikai felkészültség. Szövődeményes esetekben általában nem ajánlják.

A beteget a műtét után általában 3–5 napig a sebészeti osztályon helyezik el.

s tekintettel a beteg állapotára, keresésétől elálltak. Ezután elzárták a sebet, bő kötéssel ellátták. A beteg a műtét után 5 napig lázalan volt, de sokat hányt, hasa puffadt, nyomásra igen érzékeny volt. Széklet csak beöntés után volt, a sebből bő, gennyes váladék ürült. Pulzus 104–120 közt volt. A hatodik napon a hányás, csuklás megszűnt, valamint a has érzékenysége is, székletürítés spontán volt, pulzusa 100–110 közt

A XXIII. Természet-Tudomány Diákpályázat pályázati felhívása

Útmutató a diákpályázat benyújtásához

Természtudományi 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 bétűhely** (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 tartalma készítője nevét, lakcímét, e-mail címét, telefonszámát, iskolája és felkészítő tanára nevét, a borítékra írják rá: Diákpályázat, valamint azt is, hogy melyik kategóriában kívánnak indulni. A dolgozatok benyújtásának (postai feladásának) határideje mindegyik kategóriában **2013. október 31.** Felhívjuk pályázóink figyelmét, hogy dolgozataikat **csak a fenti formában tudjuk elfogadni.** A pályázat beadható személyesen (Budapest, VIII. Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444 Budapest, 8. Pf. 256.)

Természtudományos múltunk felkutatása (I)

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

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

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

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

Önálló kutatások, elméleti összegzések (II)

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

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

A pályázat feltételei

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

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

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

- 1–1 db I. díj 25 000–25 000 Ft
- 2–2 db II. díj 15 000–15 000 Ft
- 3–3 db III. díj 8000–8000 Ft,

valamint számos különdíj.

A pályázat díjait 2014 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban közzétesszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2014-ben lapunkban folyamatosan 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 diákjaikat bátorítsák a pályázatunkon való részvételre, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget az egyes témakörök kiválasztásához.

Kultúra egysége különdíj

A Simonyi Károly akadémikus által alapított különdíjra a 2014-ben középfokú intézményekben tanuló magyarországi és határainkon túli diákok pályázhatnak. Ez a különdíj a kiíró szándékai szerint a humán és a 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: 20 000 Ft, II. díj: 15 000 Ft, III. díj: 8000 Ft.

Szkeptikus különdíj

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

A különdíjra az alábbi szabályokat írta elő:

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

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

3. A különdíjat a pályázati bírálóbizottság hivatott odaítélni.

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

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

6. A bírálóbizottság döntését nem befolyásolom.

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

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

Küldődíjammal szeretnék hozzájárulni a magyar diákok kritikai gondolkodásának fejlődéséhez.

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

nyertes, valamint még néhány arra érdemes pályaművet lefordítottam és megjelentettem egy színvonalas amerikai folyóiratban.

Matematikai különdíj

Martin Gardner, a kiváló amerikai matematikus és tudománynépszerűsítő matematikai különdíjat tűzött ki diák pályázatunkon. Különdíjára az alábbi irányelvek vonatkoznak.

A középiskolás pályázhatnak bármilyen, a matematikával kapcsolatos önálló vizsgálódással. Itt nem valamilyen új tudományos eredményt várunk, hanem olyan egyéni módon kigondolt 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, verse nyen, olvasmányaimban, előadáson stb.).

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

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

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

Biofizikai-biokibernetikai különdíj

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

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

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

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

4. A különdíj nyertese a diák pályázat általános kategóriáinak valamelyik nyertese is lehet.

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

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

Metropolis különdíj

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

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

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

A Természet Világa szerkesztősége és szerkesztőbizottsága

Orvostudományi különdíj

Dr. Ernst Grote, a Tübingeni Egyetem agysebészeti tanszékének professzora az orvostudomány témakörében különdíjat tűz ki a Természet Világa Diákpályázatán a következő irányelvek alapján.

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló, másutt még nem publikált tanulmányokkal, melyek az orvostudomány múltját és jelenét, nagyjainak életét és

életművét, az orvostudománynak egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését vagy bármely más idevágó, az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését (szépirodalom, festészet, film, tv-film és sorozatok) és annak elemzését, szabadon választott témakört dolgoznak fel, akár hazai, akár külföldi vonatkozásban.

2. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az egyéni megközelítésű, elmélyült

búvárkodásra utaló, olvasmányosan megírt pályaművek.

3. A cikk feldolgozásának módját és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

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

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

JÓ TANÁCSOK IFJÚ CIKKÍRÓINKNAK

Azoknak a fiataloknak szeretnénk tanácsokat adni, akik folyóiratunk diákpályázatán elindulni szándékoznak, akikből folyóiratunk szerzői kikerülhetnek. Érdemes elolvasniuk a többszörös díjnyertes szerzőpáros, *Bacsárdi László és Friedl Zita* írását: *Varázsló útikalauz pályázóknak. Hogyan készítsünk pályázatot a Természet Világa Diákpályázatára?* (Természet Világa, 2001. júniusi szám, interneten: <http://www.termeszettvilaga.hu/tv2001/tv0106/uti.html>)

Az ifjú cikkíróink számára követendő tanácsokkal szolgálunk *Csaba György* orvosprofesszor és *Gazda István* tudománytörténész írásai lapunk 2007. februári számában (honlapunkról elérhetőek). Ezekből idézünk két gondolatot. „...A félreértések és a plágium gyanújának, illetve tényleges megvalósításának elkerülése minden szerzőnek becsületbeli ügye... Idézőjelbe kell tennünk, ha valamit szó szerint idézünk és vagy leírjuk hogy X szerint, vagy zárójelbe tett számmal (és a dolgozat végén a számhoz tartozó idézéssel) jelöljük a forrást. Ha nem szó szerint idézünk, „csak” a gondolatot, vagy fogalmat, akkor is ezt a módszert kell használnunk, de idézőjel nélkül...”

„...Az internetes korszak a kötelező dolgozatot, pályamunkákat írók számára egyfajta könnyebbséget jelent, amit viszont többen úgy értelmeznek, hogy dolgozatuk megírásához elegendő néhány billentyű és az egér használata. Könnyen találnak a feladatukhoz illő dolgozatokat, cikkeket, könyvrészleteket, lexikon-szócikkeket s azok egyszerű átmásolása, majd egymás után illesztése a feladat megoldását jelenti számukra. Legtöbbjüknek nem magyarzták el, hogy az internet csak pontos vagy pontatlan források, szövegek, adathalmazok, hiteles vagy nem hiteles írományok gyűjteménye, és nagyon figyelnie kell annak, aki on-

nan bármit átment a saját neve alatt megjelenő, beadásra kerülő írásmű számára...”

Hűséges szerzőnk, *Szili István* főiskolai tanár pontokba szedett intelmeit pedig itt újra közreadjuk.

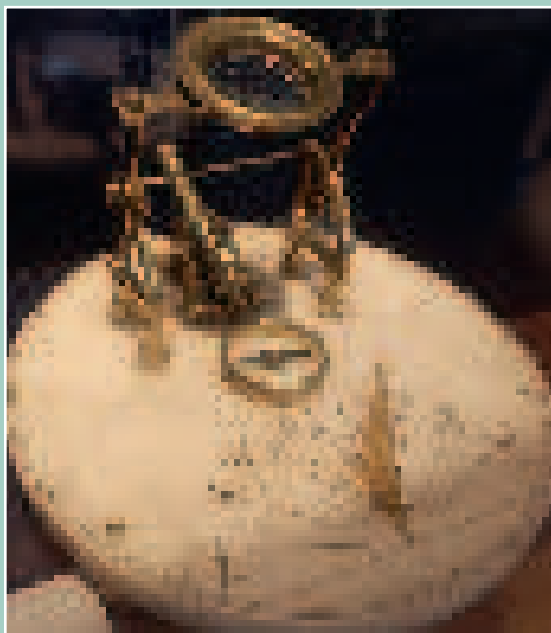
Az etikus ismeretterjesztő cikkírás arany szabályai

1. Mások szellemi termékét soha ne tüntesd fel magadénak, még részleteiben sem!
2. Ha szó szerint idézel, ne feledkezz meg az „idézőjel” használatáról!
3. Minden (nem közismert) forrás felhasználásakor hivatkozz a kölcsönvett, vagy idézett mű(vek), vagy részlete(i) eredetére, mégpedig a szerző nevének, a mű (és a műrészlet) címének, oldalszámának, a kiadás évének és a kiadó nevének megjelölésével.
4. Ugyanezt cselekedd a ritka, nem közismert számszerű adatok felhasználása esetén is!
5. Ne közölj olyan szöveget, képet, adatot stb., amit alkotója kizárólagos jogvédelem alá (Copyright - ©) helyezett, vagyis amit csak az ő tudtával és beleegyezésével vehetünk át!
6. Mások munkáinak felidézésén túl törekedj saját gondolataid, felismeréseid megfogalmazására, hiszen gyakran csak így közvetítesz újat.
7. Ne feledd, e szabályok megszegésével nemcsak etikai kihágást követsz el, hanem plágium miatt a büntetőjog szerint is felelősségre vonható vagy!

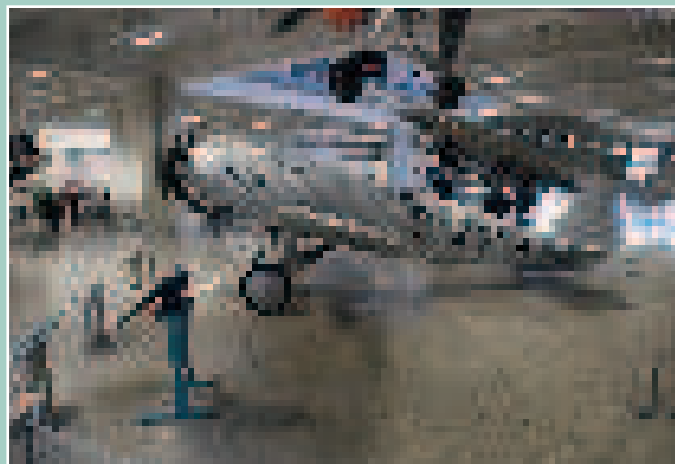
Nyomatékosan kérjük szerzőinket és felkészítőiket, hogy a pályázatokat a kiírásban szereplő formátumban (szöveg – word, képek – JPEG) küldjék be CD-n vagy DVD-n.

A szabad égbolttól a sejt belsejéig

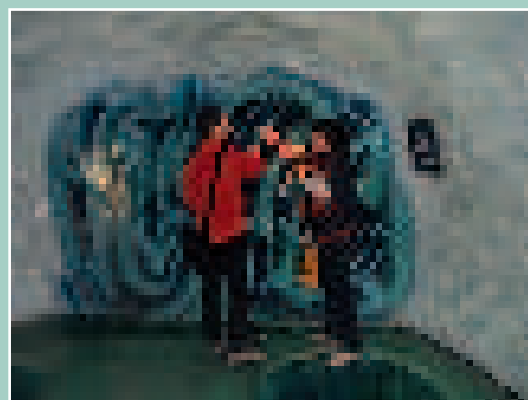
Képek a müncheni Deutsches Museumból



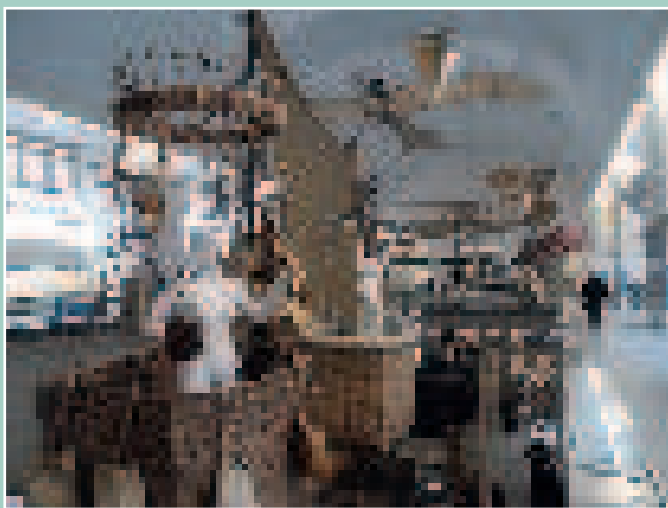
Különös napóra. A lencse délben a Nap sugarait az elsütő szerkezetre gyűjti, s ekkor a parányi ágyú lő egyet



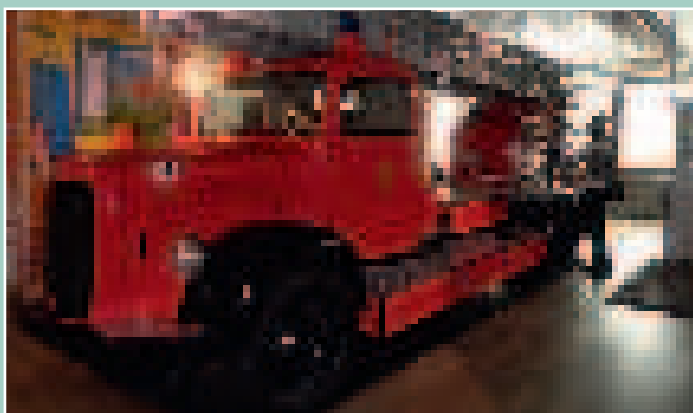
A nyolc évtizeddel ezelőtt épített Junkers Junior repülőgép



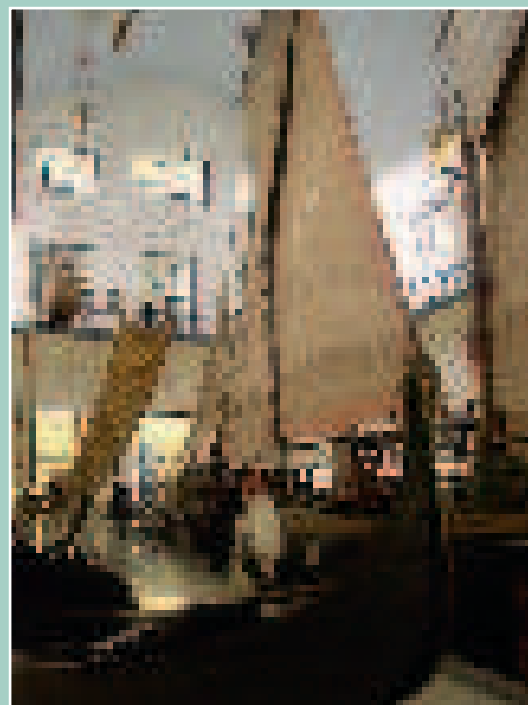
Látogatók egy hatalmasra nagyított sejt belsejében



Léghajó gondola



A gyermekek boldogsága: birtokba vehetik a tűzoltóautót

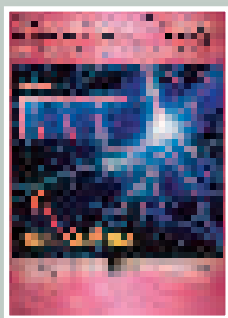


A hajózás történetének szép szereplői fogadják a főbejáraton keresztül érkezőket

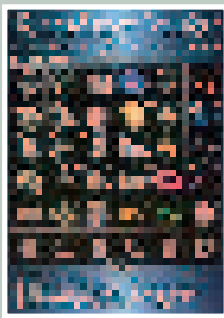
Vásárhelyi Tamás, Marosi Ágnes és Szabó Géza felvételei

A Természet Világa különszámai

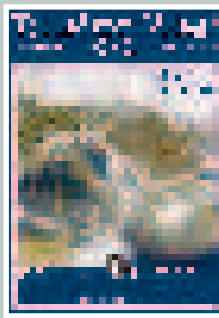
(melyek még megvásárolhatók)



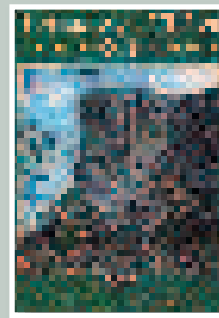
Idegtudomány
Vizi E. Szilveszter
köszöntése
(2006) Ára: 400 Ft



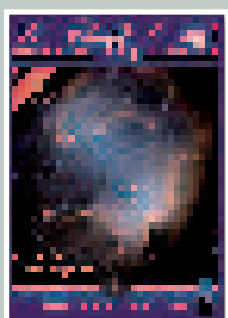
Napjaink kémiája
(2007) Ára: 700 Ft



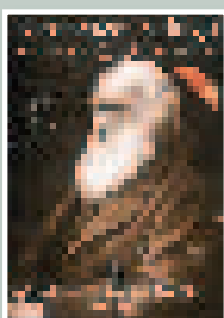
**Földközelen
a világűr**
(2008) Ára: 400 Ft



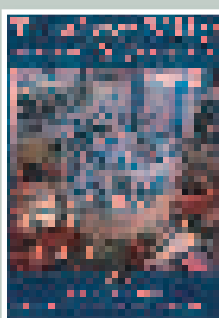
A Föld hollygó éve
(2008) Ára: 400 Ft



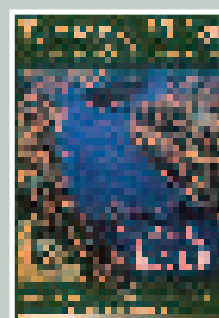
Feltárul a Világegyetem
(2010) Ára: 700 Ft



Nemzetközi Darwin-év
(2010) Ára: 500 Ft



Emberközelen a fizika
KFKI-60
(2011) Ára: 690 Ft



Vízben, borban kémia
(2011) Ára: 890 Ft

A különszámok korlátozott számban megrendelhetők Kiadónknál, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál (1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16. Telefon: 327 89 65, fax: 327 89 69, e-mail: titlap@telc.hu), illetve kedvezményesen megvásárolhatók a TIT Planetáriumban (1105 Budapest, Könyves Kálmán körút 39. – Népliget).

DIÁK-CIKKPÁLYÁZATUNK (2007–2011) KÖNYVE



Ismeretterjesztő folyóiratunknak már két évtizede szerves része egy 16 oldalas természettudományos diáklap. A folyóirat belső mellékleteként megjelenő diáklap cikkeit tehetséges középiskolások írják. Az ifjú szerzők a hazai és a határainkon túli magyar tannyelvű közép- és felsőfokú 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 huszonegy 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).

