

# Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

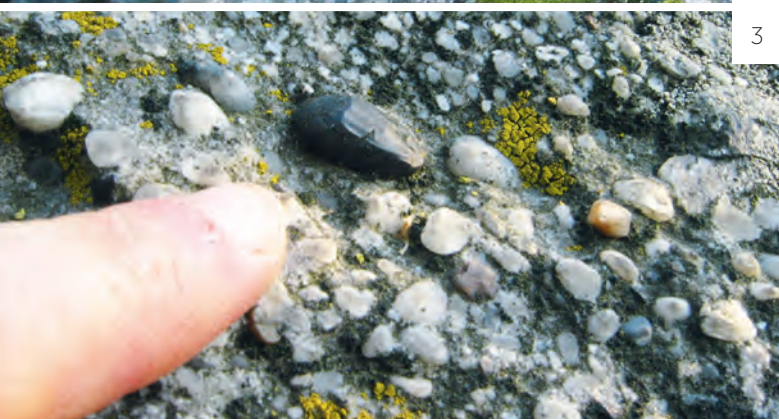
150. évf. 9. sz.

2019. SZEPTEMBER ÁRA: 800 Ft

Előfizetőknek: 670 Ft



AZ IFJÚSÁG EGÉSZSÉGE  
FELFEDEZNI VALÓ TÁJAK  
GENERALISTÁK ÉS SPECIALISTÁK  
CSÍKOS VÉDELEM VÉRSZÍVÓK ELLEN



## Szélcsiszolta kövek a Balaton-felvidéken

1. A Kőmagas (Papsapka) kőtengere
2. A kővágőörsi kőtenger
3. Szélfútta kavics a szentbékállai kőtengeren
4. A kővágőörsi homokbányában feltárul a laza pannóniai homok és benne néhány kisebb homokkőlenyce (bal oldalt)
5. Nem csak a Káli- és Tapolcai-medencékben fúj a szél: szélkarcok a perm homokkő sziklák oldalán az Őrsi-hegyen



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ  
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben  
SZILY KÁLMÁN  
KIRÁLYI MAGYAR  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY  
150. ÉVFOLYAMA

2019. 9. sz. SZEPTEMBER  
Magyar Örökség-díjas és  
Millenniumi Díjas folyóirat



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

Főszerkesztő: GÓZON ÁKOS

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

Felelős kiadó:  
PIRÓTH ESZTER  
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomás:  
PAUKER Nyomda

Felelős vezető:  
Vértes Gábor

INDEX25 807  
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

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

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

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

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

<b>RUSZKICZAY-RÜDIGER ZSÓFIA-FODOR LÁSZLÓ:</b> Elfújta a szél?– Széleróziós felszínek kormeghatározása a Balaton-felvidéken.....	386
<b>HORVÁTH GÁBOR-PERESZLÉNYI ÁDÁM– SUSANNE ÁKESSON-KRISKA GYÖRGY:</b> Csíkos védelem a vérszívók ellen – Bennszülöttek testfestésének áldásos parazitaellenes hatása .....	390
<b>BOTH ELŐD:</b> Látványos és/vagy fontos – 150 sor a XXI. századi tudományról – 150 éves lapunkban .....	397
<b>HÉRINCZ DÁVID:</b> Száraz, meleg kezdés, csapadékos és hűvös zárás – 2019 tavaszának időjárása .....	400
<b>BARTHA JÚLIA:</b> Felfedezni való tájak Kelet -Anatóliában – Úturaló .....	403
<b>NAGY JENŐ:</b> Régi kérdés, új lehetőségek – A magyar madártan 150 éve.....	409
<b>BALOGH SÁNDOR:</b> Az ifjúság egészsége – A múlt öröksége és a jövő záloga.....	416
<b>LUKÁCS BALÁZS ANDRÁS-LOVAS-KISS ÁDÁM-WEIPERTH ANDRÁS:</b> Inváziós fajok a vizeinkben .....	422
<b>FARKAS CSABA:</b> Generalisták és specialisták – Az immunrendszer válasza a kórokozóknak .....	428
<b>FOLYÓIRATSZEMLE (Landy-Gyebnár Mónika) .....</b>	431
<b>HÍREK (Dulai Alfréd, Landy-Gyebnár Mónika) .....</b>	432

**Címlapképünk:** Vörös mocsarrák (Inváziós fajok a vizeinkben című cikkhez)

**Borítólapunk második oldalán:** Szélcsiszolta kövek a Balaton-Felvidéken

**Borítólapunk harmadik oldalán:** Szakrális épületek Kelet-Anatóliában

**Mellékletünk:** A XXVIII. Természet-Tudomány Diák pályázat cikke  
(Szász-Cseh Etele – Bíró Mátyás-Péter: Égig érő értékek)

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ, BOTH ELŐD, CSABA GYÖRGY,  
HORVÁTH GÁBOR, KECSKEMÉTI TIBOR, KORDOS LÁSZLÓ, LOVÁSZ LÁSZLÓ, NYIKOS LAJOS,  
PAP LÁSZLÓ, PATKÓS ANDRÁS, RESZLER ÁKOS, SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI,  
SÓTONYI PÉTER, SZATHMÁRY EÖRS, SZERÉNYI GÁBOR, VIDA GÁBOR, WESZELY TIBOR

Főszerkesztő-helyettes:

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

Szerkesztők:

TEGZES MÁRIA (tegzes.maria@ termvil.hu; 06-1-327-8954)

LŐRINCZ HENRIK (lorincz.henrik@ termvil.hu; 06-1-327-8961)

NYERGES GYULA (nyerges.gyula@ termvil.hu; 06-1-327-8960)

SZOUCEK ÁDÁM (szoucek.adam@ termvil.hu; 06-1-327-8951)

Tervezőszerkesztő: LÉVÁRT TAMÁS

Szerkesztőségi irodavezető:

DEME LÍVIA (info@termvil.hu; 06-1-327-8950)



SZÉLERÓZIÓS FELSZÍNEK KORMEGHATÁROZÁSA A BALATON-FELVIDÉKEN

## Elfújta a szél?

A Dunántúl domborzatának és földtani felépítésének számos eleme árulkodik a szél felszínalakító erejéről. Ezek közül a legfontosabbak a szél által lerakott üledékek, a szél által megcsiszolt kőzetfelszínek, az éleskavicsok gyakori előfordulása valamint a laza üledékeken kialakult dombvidékek szél által kifújtt völgyrendszere. Ebben az írásban arra a kérdésre próbálunk meg választ kapni, hogy mikor keletkezhettek ezek a szél által faragott felszínformák valamint, hogy milyen mértékű és ütemű lehetett a szél általi lepusztulás.

A szél felszínformáló tevékenységének, a deflációnak a szerepe a Dunántúl formakincsének kialakításában a hazai földtudomány régóta vitatott kérdése [1,2,3]. A Balaton-felvidék bazalt-hegyeit már a korai kutatók is olyan tanúhegyeknek értelmezték, melynek környezetéből a szél szállította el a bazaltnál sokkal könnyebben pusztuló homokot. Más felszíni formakincsek is utalnak a deflációra: ilyenek a szélcsiszolta kőzetfelszínek és éleskavicsok, utóbbiak igen sok helyen borítják a felszínt az egész Dunántúlon, míg szélcsiszolta sziklafelszínek a Balaton-felvidéken gyakoriak (**1. ábra, A-B**). Ezen éleskavics-előfordulások alapján a száraz, hideg (glaciális) időszakokat tartják a defláció általi felszínformálás periódusainak. Hogyan jöhettek létre a felsorolt jelenségek? Ennek magyarázatához vissza kell lépünk jó pár millió, egész pontosan 8-9 millió évet, amikor a Tapolcai- és Káli-medencék térségében, a Pannon-tó partjának közelében homok és kavics rakódott le. A későbbi földtani folyamatok során a homok és kavics kovás oldatok hatására helyenként erősen cementálódott. Az ezt követő kiemelkedés során patakok vágódtak be, melyek

megkezdtek az üledékek lepusztítását. A negyedidőszak során (2,6 millió év és 11,7 ezer év között) a laza üledéket a szél és a víz szinte teljesen eltakarította a területről, napjainkra a teljes területet befedő üledékek csak a bazalt-takaróval, illetve az ellenállóbb, cementált kőzettestek által védett helyzetben maradtak meg.

A keményebb kőzettestek a felszíni folyamatok hatására kipreparálódtak a környezetük laza, könnyebben pusztuló anyagából. Így jöttek létre a Tapolcai- és Káli-medencékben gyakori „kőtengekerek” (**1. ábra, C-D**). A sziklákon megfigyelt szélerózióra utaló bélyegek (szélcsiszolta felszínek és élek, szélvályúk, rovátkák és a terület morfológiája arra enged következtetni, hogy a felszín alacsonyodása jelentős részben nem folyóvízi, hanem a negyedidőszaki eljegesedések során a Kárpát-medencében fel erősödő szélerózió útján történhetett. Ugyanakkor a szélerózió mértékéről és pontos idejéről mindeztáig igen kevés számszerű adat állt rendelkezésre, csakúgy, mint a ma megfigyelhető felszínformák koráról, stabilitásáról és lepusztulási sebességéről. Munkánkban e kutatásokat mutatjuk be.

## A helyben keletkező kozmogén izotópos kitétségi kor meghatározási módszer

A Földet folyamatosan érő kozmikus sugárzás egy része, mely képes áthatolni a Föld mágneses terén, a légkörön áthaladva másodlagos sugárzássá alakul, csökken az intenzitása és egy része (térben és időben változó intenzitással) eléri a Föld felszínét. A kozmikus sugárzás a légkörben és a felszíni kőzetrétegekbe behatolva ritka izotópokat hoz létre. A kőzetekben keletkező ilyen izotópokat *helyben keletkező kozmogén izotópoknak* nevezzük. A Balaton-felvidék kvarc anyagú kőzetein kialakult felszínformák kormeghatározására a helyben keletkező kozmogén berillium-10 izotópot használtuk (a továbbiakban  $^{10}\text{Be}$ ).

Egy kőzet kozmogén izotópos kitétségi kora az az időtartam, amióta a kozmikus sugárzásnak kitett helyzetben van, vagyis a felszínen, fedetlen helyzetben található. A Balaton-felvidéken a szélerózió által formált felszínformák kitétségi kora a fedő üledékek lepusztulása óta eltelt idő.

Ugyanakkor hazánk jelenlegi klímája nem kedvez az erózióknak, mivel a mai csapadékosabb, enyhe éghajlaton kialakuló zárt növényborítás megköti a szél által elszállítható homokszemcséket, így ilyenkor a szél felszínformáló képessége nagymértékben csökken. A mintavétel

kizárólag szél által csiszolt, barázdált felszínekről, illetve szélcsiszolta kötömbökből történt (1. és 2. ábra). Tehát a vizsgálat tárgyát kizárólag olyan felszínek képezték, melyek az utolsó széleróziós periódus óta nem szenvedtek számottevő lepusztulást és híven őrzik az utolsó deflációs időszak hatását.

A felszíni minták mellett négy helyszínen mélységprofilok menti mintavételt végeztünk. Ez annyit jelent, hogy a kőzet hasadékaik mentén nem csak a csiszolt felszínről, hanem több felszín alatti mélységből is történt mintavétel, vagyis egy felszínformáról akár 5-6 különböző felszín alatti mélységre jellemző  $^{10}\text{Be}$  adatot nyerhettünk. Ez azért fontos és érdekes, mert a kozmikus sugárzás nem csak a közvetlen felszínen, hanem az alatt pár (4-10) méter mélyséig még létrehoz kozmogén izotópokat, bár a felszínhez képest igen kis, és a mélységgel egyre csökkenő mértékben. A felszín alatti  $^{10}\text{Be}$  keletkezés mechanizmusainak ismeretében ezen adathalmaz lehetőséget ad a felszín kitétségi korának és lepusztulási sebességének egyidejű modellezésére, amire kizárólag felszíni minták alapján nincs lehetőség. A mintavétel véső és kalapács használatával és a Balaton-felvidéki Nemzeti Park által engedélyezett helyeken történt.

1.ábra. Szélcsiszolta kőzetfelszínek és Kötengerek a Balaton-felvidéken. A, B: Szélcsiszolta kőzetfelszín (Kőmagas és Majális-völgy, Tapolcától északra), C: Kőmagas vagy Papsapka (háttérben a Csobánc), D: Megmintázott kőzetfelszín, (Kővágóórs, kötenger)



Mélységprofil menti mintavétel három eltérő tengerszint feletti magasságú helyszínen (Kelemenkő – 200 méter, Kőmagas vagy Papsapka – 170 méter, Salföld – 140 méter) a cementált kőzetek függőleges oldalán vagy hasadékaiban történt. E mintavétel célja az ellenálló felszínek kitétségi korának meghatározása mellett a helyi lepusztulás ütemének számszerűsítése volt (3. ábra, A és B). Egy mélységprofil pedig a területet egykor lefedő laza homok egy megmaradt feltárásába mélyítettünk (Kővágóórs), melynek célja a laza homok lepusztulási rátájának közvetlen meghatározása volt (3. ábra, C).

### A kormeghatározás eredményei

A kozmogén  $^{10}\text{Be}$  izotópos kitétségi kormeghatározás eredményeként a „kötengerek” kialakulási ideje és lepusztulásának



2. ábra. A Balaton-felvidék digitális domborzatmodellje. A piros háromszögek a kozmogén <sup>10</sup>Be izotópos felszíni minták helyét, a piros karikák a mélységprofilok helyét mutatják.  
 1. Bányafő, 2. Majális-völgy, 3. Kelemenkő, 4. Mindszentpuszta 5. Kőmagas, 6. Kővágóörs, kőtenger, 7. Kővágóörs, homokbánya, 8. Viszló, 9. Salföld.

sebessége több eltérő tengerszint feletti magasságú helyszínen meghatározható volt. Az eredmények alapján elmondható, hogy a legmagasabban fekvő kőtengek legalább 1,6 millió éve a felszínen lehetnek (Kelemenkő), míg az egyre alacsonyabban fekvő területek (Kőmagas és Salföld) kőtengei csak később, 870 ezer, ill. 290 ezer évvel ezelőtt preparálódhattak ki az őket körülvevő laza üledékrétegek alól.

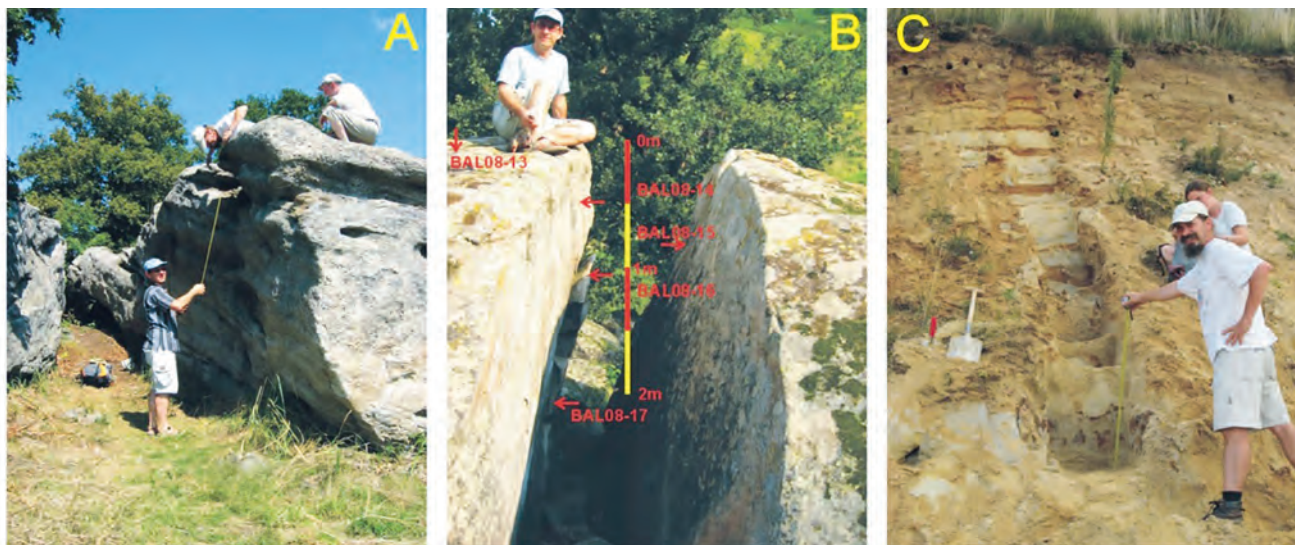
A <sup>10</sup>Be izotópos mérések alapján kiszámítható volt a megmintázott ellenálló kőzetfelszínnek helyi alacsonyodása. Ez a helyi lepusztulás igen lassúnak (átlagosan 3-4 méter/millió év) bizonyult, szemben a környező laza homokból álló térszín 40-50 méter/millió éves lepusztulási rátájával.

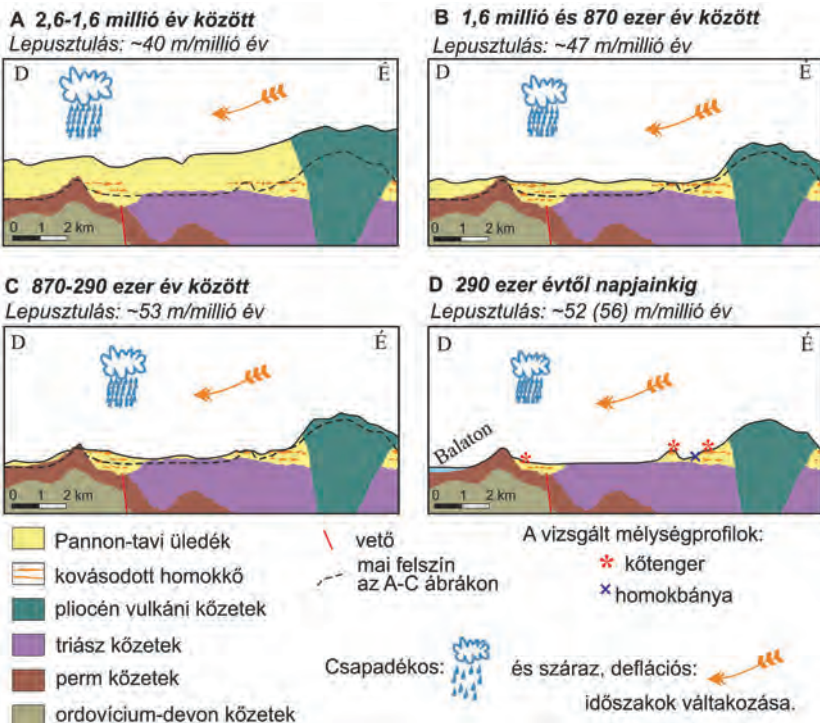
### A terület fejlődéstörténete

A kozmogén <sup>10</sup>Be izotópos kormeghatározások segítségével vázolható volt a Tapolcai- és Káli-medencék negyedidőszaki fejlődéstörténete melyet a 4. ábrán mutatunk be [4]. A Pannon-tó feltöltődését követően a mai Dunántúl jelentős részét egy nagyobb szintkülönbségek nélküli, sok vizenyős területtel jellemezhető folyóvízi síkság foglalta el. A tájképet ma is uráló bazaltvulkánok működésének fő fázisa a pliocén közepére tehető (3-4 millió éve). Ekkor a felszín átlagmagassága a mai 260-300 méter tengerszint feletti magasság körül lehetett, mélyen bevágott völgyek nélkül. A negyedidőszaki klímaváltozás előhírnökésként nedves és száraz periódusok váltakoztak, a folyóvízi és eolikus folyamatok együttesen alakíthatták a felszínt.

A negyedidőszak elején még nagy vastagságban fedték a területet a késő-miocén Pannon-tó és a tavat feltöltő folyók üledékei (4. ábra, A). A korábban megkezdődött klímaingadozások erősebbé váltak: váltakozva szárazabb-nedvesebb, hűvösebb-melegebb periódusok is előfordultak. Így a mindenkori éghajlati viszonyoknak megfelelően a pannóniai üledékek és a bazaltvulkánok lepusztításában a folyóvízi- és a szélrozió váltakozva vehetett részt. A kora-pleisztocén második felében (kb. 1,6 millió és 870 ezer év között, 4. ábra, B) a klíma egyre szárazabbá és hidegebbé vált. Ennek következtében a szélroziós folyamatok szerepe a felszínformálásban megnövekedett, míg a folyóvízi folyamatok egyre alárendeltebbé válhattak. Ez a pleisztocén végéig jellemző maradt a térségre (4. ábra C-D). A deflációs-szélmarásos

3. ábra. Mintavétel a Balaton-felvidéken, mélységprofilok.  
 A: Kelemenkő, B: Kőmagas, a mintavételi pontokkal, C: Kővágóörs, homokbánya.





4. ábra. A Káli-medence felszínfejlődési modellje (Ruszkiczay-Rüdiger és társai, 2011 után)

felszínalakulás eredményeként elsőként a legmagasabb helyzetű ellenálló homokkő és konglomerátum rétegek kerülhettek a felszínre, melynek ideje a Kelemenkőnél (200 méter tengerszint feletti magasságban) kb. 1,56 millió évvel ez előttre tehető, vagyis a kora-pleisztocén közepén történhetett (4. ábra, B).

Ezt követően a Tapolcai- és a Káli-medencék felszíne a pannóniai üledékek fokozatos deflációja nyomán alacsonyodott, az ellenállóbb vulkanitok és a cementált üledékrétegek fokozatosan kipreparálódtak. A lepusztulás a Kőmagas 170 méteres szintjét 870 ezer éve, míg Salföld környékét (140 méter) 290 ezer éve érte el (4. ábra, C-D). A lepusztulás uralkodóan deflációs jellegére a medencék jelenlegi teljesen sík, bevágódott patakok és folyóvízi üledékek nélküli domborzata (4. ábra, D), valamint a szél által formált sarkos kavicsok és szélcsiszolta sziklafelszínek gyakorisága utal (1. ábra, A-B).

A medencék szél általi alacsonyodása az éghajlat ingadozásainak megfelelően szakaszosan következhetett be. A pleisztocén eljegesedéseket meg-megszakító, melegebb-nedvesebb periódusok (interglaciálisok) éghajlata a maihoz hasonló lehetett. Ilyenkor a szél erőssége csökkent, emellett a melegebb és csapadékosabb klíma eredményeként megnövekedett a növényborítás. Ekkor szélerózió

helyett a hóolvadáskor vagy esőzések után lefolyó vizek pusztíthatták a felszínt. Majd az újabb eljegesedések ismét a folyóvízi felszínalakulás háttérbe szorulását és a szél általi felszínformálás jelentőségének növekedését okozhatták.

Ugyanakkor az egyre alacsonyabban található felszínek kormeghatározási eredményei arra is utalnak, hogy a felszín alacsonyodásának átlagos üteme a teljes negyedidőszak során hasonló, 40-60 méter/millió éves ütemben zajlott. Ez annyit jelent, hogy az utolsó 1,6 millió év alatt körülbelül 65-95 méter laza homok pusztult le a területről, ami alapján a teljes negyedidőszak (2,6 millió év) során körülbelül 105-155 méter lepusztulás becsülhető.

Ha figyelembe vesszük, hogy a szél csak a száraz homok elszállítására képes, akkor megállapítható, hogy csak a mindenkori talajvízszint magassága felett számolhatunk jelentős deflációval. Ennek értelmében a regionális 40-60 méter/millió éves lepusztulási ráta jó közelítéssel megadja a Dunántúli-középhegység délnyugati részének negyedidőszaki kiemelkedési sebességét. Ez ugyan eléggé lassú folyamatnak tűnik, de ha visszszámolunk a bazaltvulkánok működésének idejére, akkor kiderül, ezek a vulkánok egy eléggé lapos folyóvízi térszínen törhettek ki, mely talán a mai Balaton tengerszint feletti magasságán lehetett. A mégoly lassú emelkedés, a folyóvizek és főleg a szél lepusztító hatása eredményezte a szemet gyönyörködtető, méltán híres Balaton-felvidéki tanúhegyek létrejöttét csakúgy, mint a szélcsiszolta felszínű kőtengereket is.

Valóban, elfújta a szél a homokot és ma már tudjuk is, körülbelül mennyi idő alatt!

RUSZKICZAY-RÜDIGER ZSÓFIA-FODOR LÁSZLÓ

IRODALOM

[1] Lóczy, I. 1913. A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése in: A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei I/I/I, 617 p.  
 [2] Cholnoky, J. 1918. A Balaton hidrografiája, A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei I/II, 318 p.  
 [3] Csillag, G., Fodor, L., Sebe, K., Müller, P., Ruszkiczay-Rüdiger, Zs., Thamóné Bozsó, E., Bada, G. 2010. A defláció szerepe a Dunántúl hegységi és dombvidéki területeinek felszínfejlődésében. Földtani Közlöny. 140, 463-481  
 [4] Ruszkiczay-Rüdiger, Zs., Braucher, R., Csillag, G., Fodor, L., Dunai, T.J., Bada, G., Bourlés, D., Müller, P. 2011 Dating Pleistocene aeolian landforms in Hungary, Central Europe, using in situ produced cosmogenic <sup>10</sup>Be. Quaternary Geochronology, 6, pp. 515-529.

# Csíkos védelem a vérszívók ellen

A testfestés igen elterjedt az afrikai, ausztrál, pápua új guineai és észak-amerikai bennszülött közösségekben. A barna bőrre föl vitt festésdíszítés zömére jellemző a fehér, sárga, szürke vagy drapp csíkokból álló mintázat. Ahol a testfestést alkalmazó emberek többsége él, ott bőségesen fordulnak elő bögölyök is, amelyek vérszívó céljából gyakran támadják meg az emberek fedetlen barna bőrét, miáltal súlyos betegségek kórokozóit terjeszthetik. Egy terepkíséretben megmutattuk, hogy egy barna embermodell bögölyvonzó-képessége jelentősen lecsökken fehér csíkos testfestés hatására. Barna embermodellünk tízszer olyan vonzó volt a bögölyök számára, mint egy fehér csíkos barna modell, és egy drapp modell kétszer több bögölyt vonzott, mint a csíkos. Így a csíkos testfestés drasztikusan csökkenti a bögölyvonzást, ami e testdíszítési mód egyik áldásos mellékhatása, minimalizálva ezen élősködő legyek általi zaklatást és a közvetítésükkel terjesztett kórokozók miatti fertőzéseket.

Afrika, Ausztrália, Pápua Új Guinea és Észak-Amerika bennszülött törzsei között gyakori a testfestés, aminek során a barna bőrre fehér, sárga, szürke vagy drapp csíkokat festenek. A főleg csíkos, pöttyös, hullámos vagy kocás testfestés (1. és 2. ábra, 1. táblázat) célja lehet például dekoráció, érzelemkifejezés, a személyazonosság vagy egy adott csoportba tartozás jelzése. [1] E testfestés csíkos mintázatai a zebraék és okapik csíkjaira emlékeztetnek. A festett mintázat elsősorban hagyományok útján alakul ki, de egyéb szerepe, haszna is lehet, például hőszabályozás vagy rejtőzködés. [2]

Azon földrajzi területeken, ahol ilyen testfestések fordulnak elő, általában nagy egyedszámban élnek a bögölyök (*Tabanidae*). Mivel a festett test nagy része fedetlen, ezen emberek ki vannak téve a vérszívó bögölyök és egyéb élősködő rovarok – például cecelegyek (*Glossinidae*) és púposzúnyogok (*Simuliidae*) – folytonos támadásának. A bögölyök gyakrabban szívják a homogén, sötét testfelületű emlősök vérért, mint a világosakét [3]. Minél sötétebb a gazdaállat, annál vonzóbb a bögölyöknek, de e vonzás csökken, amint a testfelület mintázatának összetettsége nő. Így a több

1. ábra. Afrikában élő bennszülött törzsek jellemző testfestési mintázatai. E törzsek földrajzi élőhelyét és a testfestések képeinek sorszámát az 1. táblázat tartalmazza.







2. ábra. Ausztráliában (21-37), Pápua Új Guineában (38-40) és Észak Amerikában (41-42) élő bennszülött törzsek tipikus testfestési mintázatai. E törzsek földrajzi élőhelyét és a testfestések képének sorszámát az 1. táblázat tartalmazza.

kontinens/sziget	régió	törzs	sorszám az 1. és 2. ábrán
Afrika	Kenya	Kikuyu	1-6
		Masai	7, 8
		Mursi	9-11
	Etiópia	Omo	12
		Karo	13-15
		Surma (Suri)	16-19
Ausztrália	Sahel régió, Afrika az egész kontinensen	Wodaabe	20
	Közép Ausztrália	Anangu	21-28
		Arrernte	29
	Északi Territórium	Warlpiri	30
		Yolngu	31
	Yanyuwa	32	
	Észak Queensland	Kuku Yalanji	33
	Nyugat Ausztrália	Jarlmadangah	34
		Mowanjum	35
	Dél-közép Ausztrália	Ngarrindjeri	36
Dél-kelet Ausztrália	Wurundjeri	37	
Pápua Új Guinea	sziget	Baruya	38, 39
		Huli	40
Észak Amerika	Kalifornia	Cocopah	41
		Kumeyaay	42



3. ábra. A terepkísérletben használt homogén barna, drapp és fehér csíkos barna embermodellek álló (A), hason fekvő (B) és hanyatt fekvő (C) helyzetben. (D-F) A bábuk ragadós felszíne számos rovert fogott, különösen legyeket, amelyek nagy hányada bögöly volt. (G-I) Csapdába esett bögölyök a fehér csíkos barna (G), drapp (H) és homogén barna (I) modellek ragadós felületén.

és vékonyabb csíkkal bíró gazdaállatokat kevesebb bögöly támadja, mint a kevesebb és vastagabb csíkkal rendelkezőket [4]. Egri és munkatársai [5] kimutatták, hogy a legismertebb csíkos nagyemlős, a zebra szignifikánsan kevesebb bögölyt vonz, mint a homogén sötét vagy világos színű gazdaállatok. A foltos állatok hasonlóan kevésbé vonzóak a bögölyök számára, mint a kevésbé foltosak vagy egyöntetű mintázatúak [6].

Mivel a zebrák és a bennszülött emberi törzsek testfestésének csíkjai hasonlóak, ezért feltételeztük, hogy a testfestés csökkenti a bögölytámadásokat. E hipotézist egy magyarországi terepkísérletben ellenőriztük, amiben eltérő testtartású, valamint különböző színű és mintázatú, ragasztóval bekenet embermodellek (bábuk) bögölyvonzását vizsgáltuk [7]. A szín, fényintenzitás, alak, mozgás és szag mellett a fény lineáris polarizációja is kulcsszerepet játszik a bögölyök vonzásában: A nagy polarizációfokú, akármilyen polarizációirányú fény kizárólag a vérszíváshoz gazdaállatot kereső nőtény bögölyöket vonzza, míg a vízszintesen poláros fény a vizet kereső hímekeket és nőtényeket egyaránt [8, 9].

A testfestés során olyan könnyen hozzáférhető természetes anyagokat használnak, mint például agyagot, porított mészkövet és más világos színű ásványokat, hamut, állati zsírokat vagy növényi olajokat, tehéntrágyát és vizeletet, valamint különféle növényeket [10]. Manapság e hagyományos anyagok közül néhányat mesterséges festékekkel és olajokkal helyettesítenek. A festéket kézzel, ággal vagy fűcsomóval viszik föl a testre [1]. Habár e hozzávalók különböző színűek lehetnek, a mészkő, agyag, hamu és más világos színű ásványok magas arányának köszönhetően a testfestésre leggyakrabban használt színek a fehér, világos sárga, barna vagy szürke. Fehér festéket gyakran használnak például fiúk és lányok beavatási szertartásakor [11]. Ezért a terepkísérletünkben egy sötét barna bábun fehér csíkos festett mintát használtunk.

### Ragadós bábuk

Terepkísérletünket 2015. június 22. és augusztus 16. között végeztük Szokolya mellett egy réten, ahol végig számos bögölyfaj röpködött. A kísérletben homogén sötét barna, fehér csíkos sötét barna és drapp műanyag,

ember alakú és nagyságú bábukat használtunk. A 4 cm széles, 10-50 cm hosszú, egymástól 4-5 cm-re lévő fehér csíkokat fehér olajfestékekkel festettük az egyik sötét barna bábura, mely mintázat jól modellezte az afrikai és ausztrál csíkos testfestést (1. és 2. ábra).

A réten, egy facsoporttól 10 méterre egy hónapig a bábuk álló helyzetben voltak kihelyezve (3A ábra), majd 2-2 hétig a talajon hasonfekve (3B ábra), végül hanyattfekve (3C ábra). Napközben, derült időben a bábukat sok óráig közvetlen napfény érte, míg dél körül néhány órára egy közeli facsoport árnyékot vetett rájuk.

A bábuk felszínét a kísérlet teljes ideje alatt egy vékony, átlátszó, színtelen és szagtalan ragasztó fedte, amit hetente frissítettünk. E ragasztó vízálló, nem tartalmaz hígítót, ragacsosságát speciális makromolekulák biztosítják, amelyek nem párolognak, miáltal gyakorlatilag szagtalan mind az állatok, mind az emberek számára. Ha a ragasztó esetleges szaga kissé mégis hatott volna a vizsgált bögölyökre, az az eredményeinket nem befolyásolta volna, hiszen mindhárom bábu egyformán volt bekenve vele, így a bábuk bögölyvonzóképességének szignifikáns különbségei nem lennének magyarázhatók e szaggal.

Mivel a ragadós bábuk számos más rovarfajt (főként legyeket, 3D-F ábra) is fogtak, ezért minden második nap begyűjtöttük róluk a csapdázot bögölyök teteit (3G-I ábra), majd az 1 mm-nél nem kisebb összes többi rovartetemet eltávolítottuk. A csapdázott bögölyök (*Atylotus loewianus*, *Tabanus tergustinus*, *T. bovinus*, *T. maculicornis*, *T. bromius*, *Haematopota pluvialis*) nemét az alapján határoztuk meg, hogy összeér (hím), vagy nem ér össze (nőstény) a két összetett szem. A helyhatás kiküszöbölése érdekében a bábuk sorrendjét minden második nap véletlenszerűen fölcseréltük. Miután a ragasztó napsütésben megfogta a bögölyöket, a fölmelegedett ragasztó viszkozitáscsökkenése miatt néhány rovartetem lecsúszott a napsütötte, meleg bábukról. Ezért az alattuk a talajon talált bögölytetemek számát is hozzáadtuk a megfelelő bábukon gyűjtöttekéhez.

Mivel a bögölyök polarotaktikus rovarok, vagyis vonzódnak a lineárisan poláros fényhez, ezért képkötő polarimetriával mértük a bábuk polarizációs mintázatait a spektrum vörös (650 nm), zöld (550 nm) és kék (450 nm) tartományában.

### Színek és poláros fény

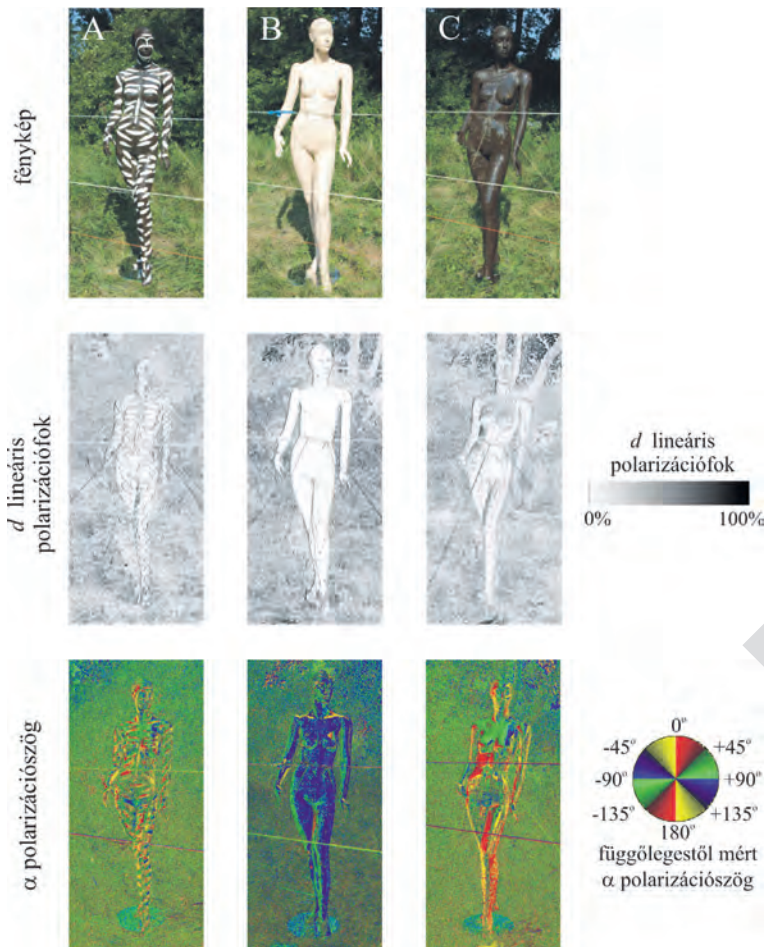
Az 1. és 2. ábra afrikai (1. ábra), ausztrál (2/21-37. ábra), pápua új guineai (2/38-40. ábra) és észak-amerikai (2/41-42. ábra) bennszülött törzsek néhány jellemző testfestési mintázatát mutatja. E törzsek neveit és

földrajzi elhelyezkedésüket az 1. táblázat tartalmazza. Majdnem mindegyik törzs testfestésében megjelennek a világos színű (például fehér, sárga, narancs vagy szürke) csíkok, amelyek szélessége és hossza jelentősen változhat.

Képkötő polarimetriai méréseinkkel (4. és 5. ábra) megállapítottuk, hogy a barna bábu és a fehér csíkos bábu barna felületrészei voltak a legpolárosabbak (polarizációfok:  $d < 90\%$ ). A drapp bábúról visszavert fény kevéssé volt poláros ( $d < 20\%$ ), míg a fehér csíkokról visszaverődő fény lényegében polarizálatlan volt ( $d < 5\%$ ). A visszavert fény  $d$  polarizációfoka a spektrum kék (450 nm) tartományában volt legnagyobb, legkisebb pedig a vörösben (650 nm). A visszavert fény polarizációiránya folyamatosan változott a bábuk felületének görbületével, mindig merőleges volt a megfigyelő, a fényvisszaverő pont és a legnagyobb intenzitású fényforrás (nap, ég) által alkotott visszaverődési síkra. A polarizációfok mintázatával ellentétben a polarizációirányé a fény hullámhosszával alig változott (4. és 5. ábra).

A ragadós embermodellek által csapdázott nőstény és hím bögölyök számát a 6. ábra mutatja. Amikor a bábuk álltak, kizárólag nőstény bögölyöket fogtak. E pózban a barna bábu csapdázta a legtöbb bögölyt, a teljes fogásszám 72%-át, a drapp bábu 18,5%-ot fogott, és a legkevésbé vonzó a fehér csíkos barna bábu volt, ami a bögölyöknek csak 9,5%-át csapdázta. A barna bábu 8-szor volt szignifikánsan vonzóbb a bögölyök számára, mint a fehér csíkos. A drapp bábu 2-szer volt vonzóbb a fehér csíkos barna bábunál (ami nem szignifikáns különbség), míg a barna bábu 4-szer volt vonzóbb a drappnál (szignifikáns különbség).

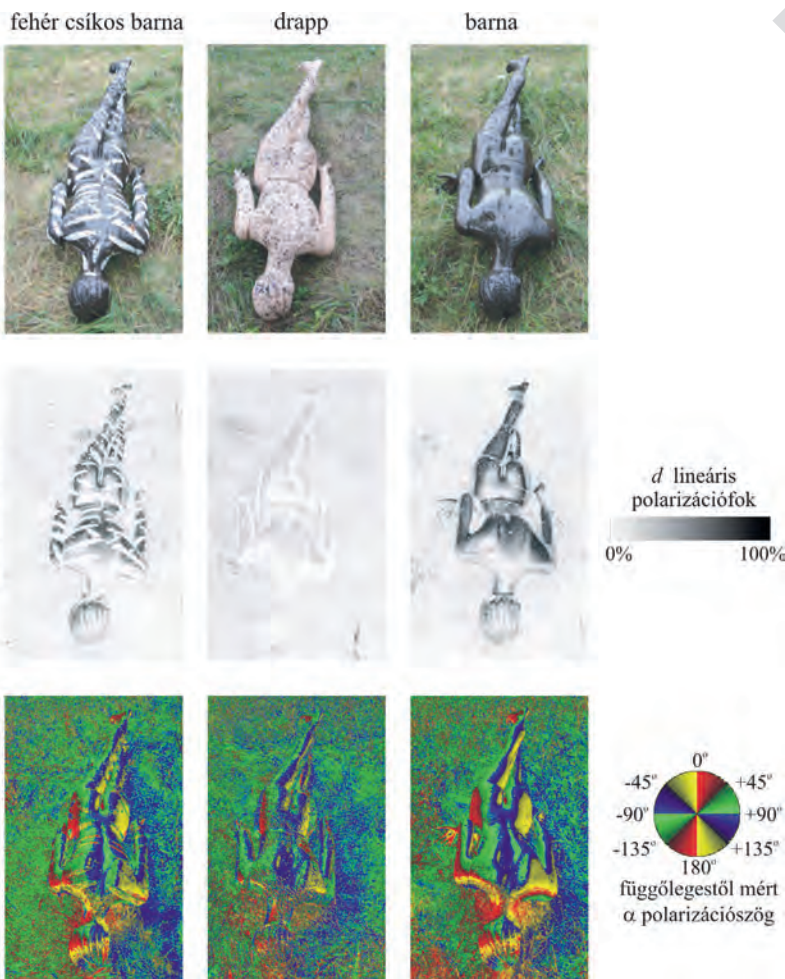
Amikor a bábuk a földön hason vagy hanyatt feküdtek, hím és nőstény bögölyöket egyaránt fogtak. Fekvő pózban szintén a barna bábu volt a legvonzóbb: a teljes fogás 83%-át (hasonfekve), illetve 90,4%-át (hanyatt fekve) csapdázta. A legkevésbé vonzó a fehér csíkos bábu volt (2,6, illetve 5,8%), míg a drapp a kettő között, 7, illetve 11,2%-ot fogott. A barna bábu 14-szer (hason fekve) és 35-ször (hanyatt fekve) több bögölyt fogott, mint a csíkos (szignifikáns különbség). A drapp bábu 2-szer (hasonfekve) és 3-szor (hanyatt fekve) fogott több bögölyt a csíkosnál (nem szignifikáns). A barna bábu 7-szer (hasonfekve) és 13-szor (hanyatt fekve) volt vonzóbb a drappnál (szignifikáns különbség). A nőstény:hím arány a hason/hanyatt fekvő barna bábu esetén 1,8/2,1 volt, míg ugyanezen arányok a drappnál 2,5/3,5 és a fehér csíkosnál 2,5/3,5 voltak.



Az egyes bábuk által fogott bögölyök számának összegét tekintve, a homogén barna, drapp és fehér csíkos barna bábu 77,1, 15,2 és 7,7%-át fogta a bögölyöknek, míg a nőstény:hím arány 6, 14 és 15 volt. Mindent összevéve, a barna bábu 10-szer vonzóbb volt a bögölyök számára, mint a fehér csíkos (szignifikáns különbség). A drapp bábu 2-szer olyan vonzó volt, mint a fehér csíkos (nem szignifikáns), míg a barna modell 5-ször több bögölyt vonzott, mint a drapp (szignifikáns).

Ezen eredményekből megállapítható, hogy a barna emberi bőr fehér csíkos festésének egyik pozitív hatása, hogy jelentős vizuális védelmet nyújt a vérszívó bögölyök

4. ábra. A terepkísérletben használt álló embermodelleknek a spektrum kék (450 nm) tartományában képalkotó polarimetriával mért polarizációs mintázatai. A napsütötte ragadós fehér csíkos barna (A), drapp (B) és barna (C) álló bábuk fényképe, valamint  $d$  polarizációfokának és a függőlegestől az óramutató járásával megegyező irányban mért  $\alpha$  polarizációs szögének mintázatai, amikor a polariméter optikai tengelye vízszintes volt.



5. ábra. A fekvő embermodellek polarizációs mintázatai. Mint a 4. ábra, de most a füves földön hason fekvő ragadós árnyékos bábuk esetén, amikor a polariméter optikai tengelyének vízszintessel bezárt szöge  $-35^\circ$  volt és párhuzamos a modellek hossz tengelyével.

ellen, mivel szignifikánsan kevesebb bögöly támadja meg az ilyen testfestésű barna bőrű embereket, mint a homogén sötét barnákat. A barna emberek fehér csíkos testfestése feleannyi bögölyt vonz, mint a homogén drapp test.

### Festett népek

Kísérleti bizonyítékok szerint (i) a vízszintesen poláros fényt tükröző felületek egyaránt vonzzák a vizet kereső hím és a nőstény bögölyöket, (ii) az erősen poláros (sötét színű) gazdaállatok (főleg a patások) magukhoz csalják a peteérlelésükhöz vért szívni akaró nőstény bögölyöket, (iii) a csíkos és

foltos felületek nem vonzóak a bögölyök számára. (iv) Afrikai, ausztrál és pápua új guineai sötét barna bőrű emberközösségek tagjai csíkosra festik a testüket. Mindezen tények vezettek bennünket a következő hipotézisek felállításához és terepi teszteléséhez: (1) A csíkos testfestéssel bíró sötétbőrű emberek kevésbé vonzóak a bögölyök számára, mint az egyöntetűen sötét vagy világos bőrűek. (2) Az emberi test bögölyvonzóképesége függ a testhelyzettől (álló vagy fekvő).

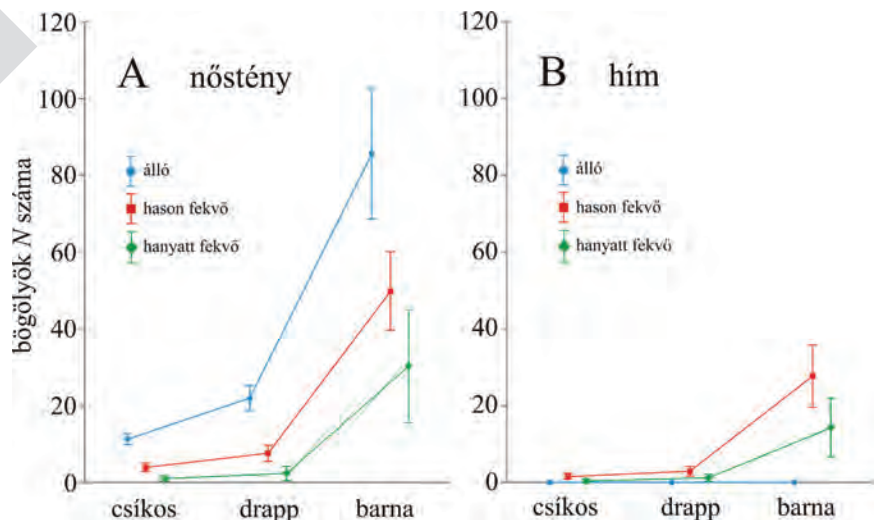
A testfestés hagyománya széles körben elterjedt a bennszülött afrikai, ausztrál, pápua új-guineai és észak amerikai törzseknél (1. és 2. ábra). A testre felhordott festés, mint ideiglenes vizuális jel, csak néhány napig vagy hétig tart, ha nem frissítik. A törzsi testfestés színeit és mintáit szigorú társadalmi és vallási irányelvek határozzák meg [1]. Sokféle testdekorációs motívum létezik Afrikában, Ausztráliában és máshol is. Mindezek közül az egyik leggyakoribb a világos csíkos mintázat. Kísérlettel bizonyítottuk, hogy a csíkos testfestés erős vizuális védelmet nyújt a vérszívó bögölyök ellen. Mivel a bögölyök egész évben nagy tömegben vannak jelen Afrika trópusi területein, Ausztráliában és Pápua Új Guinea-ban, ezért a testfestés bögölyvédő hatása gyakorlatilag egész évben működik e régiókban. Nem elképzelhetetlen, hogy bizonyos testfestések összefüggésben állhatnak a barna bőr veszélyes élősködő rovarok elleni védelmével. Kezdetben társadalmi és kulturális szempontok vezettek a közösségeket és egyéneket azonosító szimbólumok, mint például a személyes dísz tárgyak és testfestések alkalmazásához [12], nem pedig a bőr parazita rovaroktól való védelmének szándéka. De az is bizonyos, hogy a csíkos testfestést alkalmazók hamar megtapasztalták e díszítés paraziták ellen védő áldásos hatását.

A namíbiai Himba törzs pásztorkodással foglalkozó női a testükre kent, vajban elkevert porított okkerrel és gyógynövényekkel védekeznek a nap-sütés, a levegő kiszárító hatása és a vérszívó rovarok ellen [13]. Mindez alátámasztja, hogy az afrikai bennszülöttek tudatában lehetnek testfestésük parazitataszításának.

A vérszívó nőtény bögölyöket a gazdaállataik különböző szag [14] és vizuális jelei vonzzák. Ez utóbbiak közé tartozik a gazdaállat alakja, mozgása, fényessége/sötétsége és színe [15], valamint a gazdaállatról visszaverődő fény lineáris polarizációja [3,5]. Korábban kimutattuk, hogy a csíkos vagy foltos tárgyak szignifikánsan kevésbé vonzóak a gazdakereső nőtény bögölyöknek, mint az egyöntetűen fehér vagy fekete tárgyak [5,16], még akkor is, ha ezek a gazda jellegzetes szaganyagait, mint például a bögölyöket erősen vonzó szén-dioxidot és ammóniát, árasztják magukból [5]. Mostani terepkísérletünkben azt kaptuk, hogy korábbi tapasztalatainkkal összhangban a barna [5,6] embermodell tízszer vonzóbb volt a bögölyök számára, mint a fehér csíkos barna modell.

A csíkos testfestés bögölyűző hatása nagyon hasznos, mert a gazdakereső nőtény bögölyök a csipésekkel elviselhetetlen módon zaklatják az embereket, vérszívásukkal pedig számos veszélyes, esetenként halálos betegség kórokozói és különböző parazitákat (például tularémia, sertés kolera, filária, lépfene, Lyme-kór) juttathatnak az emberbe [17]. A bögölyök vérszívás céljából előszeretettel támadnak meg sötét színű emlősöket [3,5,16]. Következésképpen, a sötét barna bőrű embereket is erőteljesen támadják. Ugyanakkor a bögölyök e vonzódását csökkenteni lehet fehér csíkos testfestéssel. Ugyanez a bögölyellenes csíkozás kiválóan működik

6. ábra. A ragadós embermodellek által csapdázott nőtény (A) és hím (B) bögölyök száma. A fehér csíkos barna, drapp és barna bábuk által fogott nőtény és hím bögölyök számának súlyozott átlagai. A függőleges I-alakú pálcikák a 95% konfidencia-intervallumot jelölik, amin belülre esik az adatok 95 százaléka.



a zebrák esetében is [5, 6], és ebből adódóan a lótu-lajdonosok a sötétszőrű lovaikat zebracsíkos lókö-pennel védhetik a bögölyöktől (<http://www.saddlekraft.com/horse-fly-rugs.html>).

Horváth és munkatársai [18] kimutatták, hogy a bögölyök gazdaazonosításához szükséges a polarizációérzékelés, mert a poláros fény segíti megkülönböztetni a napsütötte sötét gazdaállatokat a vizuális környezet sötét foltjaitól. Mindemellett Caro [19] rávilágított, hogy a gazdaállatról visszavert fény polarizációja nem az egyetlen tényező, ami hatással van a bögölyök viselkedésére a gazda-  
fölismerés során.

A bögölyök vízhez kötődnek, mert lárváik vízben vagy iszapban fejlődnek. Eképpen tömegesen fordulhatnak elő azon területeken, amelyek néhány 10 kilométeres körzetében vizes élőhelyek vannak, mert a bögölyök képesek egyhuzamban több mint 100 kilométert is repülni [17]. A testfestést használó afrikai bennszülöttek élettere és a bögölyök eloszlása között pozitív korreláció áll fenn, mert e paraziták mindenhol megjelennek, ahol kisebb nagyobb víztesteket találnak a közelben. Ugyanakkor Közép-Ausztrália sivatagos, bennszülöttekkel lakott legtöbb részén a bögölyök viszonylag ritkák. Számos nem sivatagos régióban viszont, ahol az ausztrál és afrikai emberek testfestést használnak, a bögölyök tömegesen fordulnak elő. A csíkos testfelszíni mintázat véd a vérszívó cecelegyek ellen is [4], amelyek Afrika számos területén honosak. Ezen élősködők (a nőstény és a hím is vérszívó, míg a bögölyöknél csak a nőstény szív vért) fejlődésükben nem kötődnek vízhez, ezért a sivatagos területeken is megjelennek. Ezért tehát a fehér csíkos testfestés nemcsak a bögölyöket, hanem a cecelegyeket is távoltartja, ami Afrikában egy további előnye e testdíszítésnek.

HORVÁTH GÁBOR – PERESZLÉNYI ÁDÁM –  
SUSANNE ÅKESSON – KRISKA GYÖRGY



Köszönetnyilvánítás: Hálásak vagyunk Viski Csabának, amiért megengedte a kísérletünk végzését a szokolyai lovastanyáján. Köszönjük Héberger Károly (MTA TTK, Budapest) statisztikai elemzésben nyújtott segítségét. Kutatómunkánkat Horváth Gábor NKFIH K-123930 számú pályázata, valamint Susanne Åkessonnak a Svéd Kutatási Tanácstól és a Lundi Egyetemtől kapott 2016-05342 és CAnMove-Linnaeus-349-2007-8690 pályázatai támogatták.

- [1] Silvester H (2009) *Natural Fashion: Tribal Decoration from Africa*. Thames and Hudson: London
- [2] Morphy H (1992) *Ancestral Connections. Art and an Aboriginal System of Knowledge*. University of Chicago Press: Chicago
- [3] Horváth G, Blahó M, Kriska G, Hegedüs R, Geric B, Farkas R, Åkesson S (2010) An unexpected advantage of whiteness in horses: the most horsefly-proof horse has a depolarizing white coat. *Proceedings of the Royal Society B* 277: 1643-1650
- [4] Waage J K (1981) How the zebra got its stripes - biting flies as selective agents in the evolution of zebra coloration. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa* 44: 351-358
- [5] Egri Á, Blahó M, Kriska G, Farkas R, Gyurkovszky M, Åkesson S, Horváth G (2012a) Polarotactic tabanids find striped patterns with brightness and/or polarization modulation least attractive: an advantage of zebra stripes. *Journal of Experimental Biology* 215: 736-745
- [6] Blahó M, Egri Á, Száz D, Kriska G, Åkesson S, Horváth G (2013) Stripes disrupt odour attractiveness to biting horseflies: Battle between ammonia, CO<sub>2</sub> and colour pattern for dominance in the sensory systems of host-seeking tabanids. *Physiology and Behavior* 119: 168-174
- [7] Horváth G, Pereszlényi Á, Åkesson S, Kriska G. (2019) Striped body-painting protects against horseflies. *Royal Society Open Science* 6 (1): 181325 (doi: 10.1098/rsos.181325)
- [8] Horváth G, Majer J, Horváth L, Szivák I, Kriska G (2008) Ventral polarization vision in tabanids: horseflies and deerflies (Diptera: Tabanidae) are attracted to horizontally polarized light. *Naturwissenschaften* 95: 1093-1100
- [9] Egri Á, Blahó M, Sándor A, Kriska G, Gyurkovszky M, Farkas R, Horváth G (2012b) New kind of polarotaxis governed by degree of polarization: attraction of tabanid flies to differently polarizing host animals and water surfaces. *Naturwissenschaften* 99: 407-416
- [10] Gröning K (1998) *Body decoration: a world survey of body art*. Vendome Press: New York
- [11] Visona M B, Poynor R Cole H M, Biler P (2008) *History of Art in Africa*. Pearson: New York
- [12] Roeroeks W, Sier M J, Nielsen T K, De Loecker D, Paris J M, Arps C E S, Mecher H J (2012) Use of red ochre by early Neandertals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 1889-1894
- [13] Medina-Alcaide M A, Maidagan D G, Torti J L S (2017) Painted in red: In search of alternative explanations for European Palaeolithic cave art. *Quaternary International* <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.08.043>
- [14] Krcmar S, Hribar L J, Kopi M (2005) Response of Tabanidae (Diptera) to natural and synthetic olfactory attractants. *Journal of Vector Ecology* 30: 133-136
- [15] Allan S A, Stoffolano J G (1986) The effects of hue and intensity on visual attraction of adult *Tabanus nigrovittatus* (Diptera: Tabanidae). *Journal of Medical Entomology* 23: 83-91
- [16] Blahó M, Egri Á, Báhidszki L, Kriska G, Hegedüs R, Åkesson S, Horváth G (2012) Spottier targets are less attractive to tabanid flies: on the tabanid-repulsion of spotty fur patterns. *PLoS ONE* 7 (8), e41138 (doi: 10.1371/journal.pone.0041138)
- [17] Lehane M J (2005) *The Biology of Blood-Sucking in Insects*. 2nd ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK
- [18] Horváth G, Szörényi T, Pereszlényi Á, Geric B, Hegedüs R, Barta A, Åkesson S (2017) Why do horseflies need polarization vision for host detection? Polarization helps tabanid flies to select sunlit dark host animals from the dark patches of the visual environment. *Royal Society Open Science* 4: 170735 (doi: 10.1098/rsos.170735)
- [19] Caro T (2016) *Zebra Stripes*. University of Chicago Press: Chicago
- Horváth G (ed) (2014) *Polarized Light and Polarization Vision in Animal Sciences*. Springer: Heidelberg, Berlin, New York

# Látványos és/ vagy fontos

Lapunk alapításakor már olvasható volt Verne Gyula *Utazás a Holdba* című regénye, bár a folytatása még csak készült, az *Utazás a Hold körül* 1870-ben jelent meg (a magyar fordításokra még évtizedeket kellett várni). Mire lapunk 100 éves lett, a fél évszázaddal korábbi álom valóra vált: az ember nemcsak körbeutazta a Holdat, hanem tizenketten a felszínére is léptek.

A *Természet Világa* – amely akkor már egy éve ezzel a címmel jelent meg – 100. évfolyamának februári számában jelent meg Sinka József *Hold-kerülők* című cikke az *Apollo-8* küldetéséről. Az űrhajósokról, akik éppúgy hárman voltak, mint Verne hősei, és ugyancsak Floridából indultak, hogy 1968 decemberében első emberekként eljussanak a Hold körüli pályára és tízszer körberepüljék égi kísérőnket. Az érdeklődés fokozódását mutatja, hogy lapunk júliusi számában Dési Illés *Ezer veszély között...* címmel részletesen áttekintette egy újonnan született tudományterület, az űrorvostan problémáit, jóllehet akkoriban még az igazán hosszú időtartamú űrrepülések tapasztalatai nem álltak rendelkezésre. A szerző mégis bemutatja azokat a máig sem teljesen megoldott problémákat, amelyekkel az űrhajósoknak szembe kell nézniük, a súlytalanság hatásától kezdve a sugárveszélyen át a pszichés változásokig.

Szintén a centenáriumi évfolyamban számolhattak be lapunk szerzői az *Apollo-11* küldetésétől, amikor elsőként léptek emberek egy idegen égitest felszínére. A júniusi számban Nagy István György *A holdraszállás főpróbája* címmel az *Apollo-10* küldetéséről ír, és ismerteti az *Apollo-11* tervezett menetrendjét. Az első holdraszállás (magyar idő szerint) július 21-én történt, lapunk elismerésre méltó gyorsasággal már augusztusi számában részletesen tudósít az eseményről, szintén Nagy István György tollából, más szerzők kapcsolódó, kisebb cikkeivel együtt. Az egyik cikk szerzője, Borisz Petrov akadémikus, az Interkozmosz Társaság elnöke így zárja sorait: „A szovjet tudósok és a szovjet emberek köszöntik az Apollo-programot megteremtő amerikai tudósokat, tervezőket és munkásokat és az egész emberiség újabb nagy tettet végrehajtó űrhajósokat”. A vereség elegáns elismerése ez, akkor, amikor javában tartott a hidegháború.

Most, újabb fél évszázad elteltével talán nem érdektelen a Hold meghódításától kiindulva áttekinteni az űrtevékenység társadalmi hatásainak két fő területét, a hétköznapi embereket bámulatba ejtő látványos eredményeket, valamint a mindennapjainkat átszövő, kevésbé látványos, de sokkal fontosabb alkalmazásokat.

Az Apollo-program elérte legfontosabb célját, megelőzték a szovjeteket a Holdon, meghozta teljesítve az 1961-ben Kennedy elnök kitűzte határidőt: „az évtized vége előtt”. Ha már ott jártak, elhoztak csaknem 400 kg



holdi anyagot, évtizedekre munkát adva a tudósoknak és alapvető jelentőségű felfedezésekkel gazdagítva a tudományt. Legalább ilyen jelentős volt azonban az Apollo-program társadalomra gyakorolt hatása. A korábbi űrhajózási események, eredmények után újdonság volt, hogy az *Apollo-8* küldetése során először adtak az űrhajósok élő tévéközvetítést a fedélzetről, többek közt megmutatták az ablakon keresztül a Földet, így a nézők először láthatták élő adásban valóban gömb alakúnak bolygónkat. Mégsem ez a felvétel, hanem a sokkal jobb minőségű, *Földkelte* címen ikonikussá vált fénykép lett közismert, amelyen a Hold körül keringő űrhajó ablakából örökítették meg a holdkorong pereme mögül előbukkanó Földet. Legalább ekkora volt az érzelmi hatása a szenteste adott közvetítésnek, amikor a Hold körül keringő űrhajó utasai a Bibliából a Teremtés könyve első mondataival kívántak áldott karácsonyt a Föld lakóinak. A későbbi küldetések során a Hold felszínéről adott közvetítések és az ott készült fényképek tovább fokozták a hatást, nem is beszélve Neil Armstrong legendássá vált „Kis lépés egy embernek, de óriási ugrás az emberiség számára!” mondatáról.

1. ábra. A Fertő-tó és környéke a SPOT-4 távérzékelő műhold felvételén (Forrás: SPOT Image, CNES)



Amikor pedig az *Apollo-13* küldetése hajsza híján tragédiába torkollott, az egész világ aggódott az űrhajósokért, ahogyan azt a történetet feldolgozó játékfilmből a fiatalabb generációk is megismerhették.

Nem az Apollo-program és általában az emberes űrrepülés az űrtevékenység egyetlen területe, ahol a laikusok fantáziáját is megmozgató, látványos eredmények születnek, bár kétségtelen, hogy a Nemzetközi Űrállomáson folyó élet is megragadja az emberek fantáziáját, különösen, ha egy-egy űrhajós ösztönös tehetségénél fogva magas szinten műveli ezt a műfajt. Az űrállomáson folyó tudományos munka eredményei a tudósok közül is csak az adott szakterület művelőit hozzák lázba, a hétköznapi élet eseményei azonban a laikusok számára is érdekesek.

A másik nagy terület, ahol a laikus érdeklődőket bámulatba ejtő képek készülnek, a csillagászat. Számos távcső dolgozott és dolgozik a világűrben, a közvélemény érdeklődésének középpontjába mégis a Hubble-űrtávcső került. Az immár közel három évtizede a Föld körül keringő műszer ontja a fontos tudományos eredményeket, de eközben elsősorban a galaxisokról vagy a különféle gázködökről látványos képek is készülnek. Nem véletlen, hogy a NASA létrehozta a Hubble Örökség Projektet, amelynek archívumában az érdeklődők megcsodálhatják az űrtávcső legszebb képeit.

Az űrtevékenység harmadik látványos területe a bolygó kutatás. Akárcsak az emberes űrrepülésnél és az űrtávcsöveknél, a tudományos munka és a látvány ezen a területen is elkülönül. Lenyűgöző az idegen tájak látványa, legyen szó akár a Mars felszínéről vagy éppen a Plútóról. Aligha van komolyabb tudományos haszna annak, amikor a Curiosity szelfit készíti a Mars felszínén, mégis a nagyközönség fantáziáját – érthető módon – ez ragadja meg, nem a kőzetminták összetételének ezrelék pontosságú elemzése. A NASA ezt a műfajt olyan tökélyre fejlesztette, hogy egyik legújabb, jelenleg is a Jupiter körül keringő űrszondája, a Juno fedélzetére a nyolc tudományos műszer mellé felkerült egy kilencedik, a JunoCam nevű kamera, amelynek nincs más feladata, mint az, hogy a lehető leglátványosabb képekkel szolgálja ki a közönség érdeklődését.

Szükség is van az efféle társadalmi hatásra, hiszen az űrprogramok nem olcsók. Finanszírozásukhoz állami támogatásra van szükség, márpedig a döntéshozók többsége is laikus, akiket a lenyűgöző szépségű képek jobban meg hatnak, mint a száraz tudományos tények, így adakozóbbak, amikor az űrprogram anyagi igényeit kell kielégíteni.

Az említett három területen születő eredmények elsősorban az alapkutatást vagy a technológiai fejlődést szolgálják, így kevésbé, vagy csak közvetve érintik



mindennapi életünket. Van azonban az űrtevékenységnek sok más olyan területe, amelyek kevésbé látványosak ugyan, ezért a sajtóban is kevesebb helyet kapnak, az átlagemberben pedig kevésbé tudatosulnak, mindennapjaink mégis elképzelhetetlenek nélkülük. Érdekes módon ezeknek a csírái is az Apollo-korszakban bukkannak fel, és miközben az emberiség az 1960-es években a Hold meghódítására figyel, szép csendben elindultak az első távérzékelő, meteorológiai és távközlési, majd később a navigációs műholdak. Lapunk gyorsan reagált, mert 1970. januári számunkban Tünczer Tibor tollából cikk jelent meg a műhold-meteorológiáról, sőt a címlapon is a Föld meglepően jó minőségű, színes képe látható, amelyet az ATS–3 műhold készített. A sajtó egészére azonban nem ez volt a jellemző, sem akkor, sem azóta.

Természetesnek vesszük, hogy az időjárás-előrejelzés sokkal pontosabb, mint néhány évtizede, de hajlamosak vagyunk megfeledkezni arról, hogy ez a fejlődés jórészt annak köszönhető, hogy műholdas adatok is a meteorológusok rendelkezésére állnak. Más műholdak más céllal figyelik a Föld felszínét, segítik a mezőgazdasági termés becslését éppúgy, mint a környezeti károk felmérését. Nem véletlen, hogy Európa két legnagyobb űrprogramjának egyike a Copernicus földmegfigyelő rendszer kiépítése. A távközlési műholdak évtizedek

2. ábra. Az Ariane–5 rakéta 2018 júliusában egyszerre négy Galileo műholdat állított pályára, ezzel befejeződött Európa saját műholdas navigációs rendszerének kiépítése (Forrás: ESA)



3. ábra. A Sentinel–1A műhold radarméréseiből összeállított űrfelvétel-mozaik Magyarországról (Forrás: Copernicus data/ESA (2014))

óta mindennapjaink elválaszthatatlan részét képezik. Az utóbbi években a legviharosabb fejlődés a műholdas navigáció területén ment végbe, az amerikai GPS rendszer mellett megjelent az európai Galileo, de Oroszország, Kína és India is saját navigációs műholdflottát üzemeltet. Kevesen tudják például, hogy a navigációs műholdak ezredmásodperc pontosságú időjelei ma már a tőzsdei ügyletek lebonyolításában éppúgy nélkülözhetetlenek, mint a távvezeték-hálózatok terhelésének szabályozásánál.

Cikkünket fél évszázados ugrásokkal kezdtük, befejezésül talán érdemes fél évszázaddal előre tekinteni. Az optimisták (fantaszták?) szerint 50 év múlva bányákat működtetünk a kisbolygókon, városokat (falvakat) építünk a Holdon, sőt űrhajósok járnak a Marson. E sorok írója szerint a jövőben még inkább a fontos alkalmazási területekre helyeződik a hangsúly. Talán kiderül, hogy a bányászat a kisbolygókon nemcsak illegális, hanem gazdaságtalan is. Bebizonyosodik, hogy robotjaink az embernél hatékonyabban, olcsóbban és főleg kockázatmentesebben kutathatják a távoli égitesteket. Ugyanakkor egyes cégek már a közeljövőben műholdak százaiából, sőt ezreiből álló flottákkal szeretnének minőségi internet-szolgáltatást biztosítani az egész Földön, miközben a hagyományos alkalmazások még jobban átszövik mindennapjainkat. Ma még nem tudjuk, melyik forgatókönyv valósul meg, a látványos vagy a fontos területek kerülnek-e előtérbe.

A kérdés megválaszolására talán térjünk vissza lapunk 200. születésnapján...

BOTH ELŐD



2019 TAVASZÁNAK IDŐJÁRÁSA

## Száraz, meleg kezdés, csapadékos és hűvös zárás

2019 tavaszának időjárását kettősség jellemezte. Az évszak a szokásosnál sokkal szárazabb és melegebb idővel indult, áprilisban ugyanakkor már mérséklődött a pozitív hőmérsékleti- és negatív csapadékanómália. Májusban pedig átesett a légkör a ló túlsó oldalára, ugyanis a szokásosnál jóval hűvösebb és csapadékosabb időjárásban volt részünk.

### Március

A hónap egy gyenge hidegfronttal és átmeneti lehűléssel indult, de csak északon hullott kisebb mennyiségű csapadék, 4-étől pedig visszatértek a február végén is jellemző 15-20 °C közötti, sőt egy-egy napon helyenként kevéssel 20 °C feletti csúcstértékek, és fagymentes éjszakák. 5-ére virradóan egy újabb hidegfront vonult át, melyből délnyugaton jelentősebb eső is esett. A front mögött érkező peremhullámnak köszönhetően 5-én este az év során először volt kiterjedtebb zivatartevékenység hazánkban, az ország északi harmadán. 8-ától több front is érkezett egymás után, de ezek rendre néhány mm csapadékot okoztak csupán, és azt sem országosan. 9-én este északon, északkeleten ismét kialakultak zivatarok is. Egy erősebb hidegfront mögött 11-én hűvösebb és szárazabb levegő érkezett, így éjszakánként ismét megjelentek a fagyok. Különösen az Északi-középhegység és az Alföld mélyebben fekvő területein jelentősen lehűlt a levegő, 12-én és 13-án -5 °C alatti értékeket is mértek, Zabaron pedig az utóbbi napon -9 °C volt. A nappali csúcstértékek 10-12 °C körül alakultak ezekben a napokban. 13-ától ismét változékonyabb, frontátvonulásokkal tarkított idő következett, de ezúttal is csak néhány mm-es napi csapadékösszegekkel. Eleinte még hűvös volt, de egy ciklon előoldalán 17-én egy napra jelentősen megugrott a hőmérséklet, sokfelé átlépte a 20 °C-ot a csúcstérték. Ez lett a hónap legmelegebb napja is, Baja-Csávoly meteorológiai állomáson 24,4 °C-os maximumot mértek. 18-án markáns hidegfront vonult át,

de ennek hatása inkább a lehűlésben nyilvánult meg, csak délnyugaton fordult elő érdemi (5-10 mm) csapadék. Mögötte a hónap végéig már döntően anticiklon helyezkedett el felettünk, napos, száraz időt okozva. Egyedül 25-én érkezett még egy hidegfront, melyből ismét délnyugaton esett. A front előtt fokozatos melegedés volt jellemző, 23-án és 24-én már 20-23 °C körüli maximumokat mérhettünk, és a front mögötti átmeneti erősebb lehűlést követően a hónap utolsó két napjára visszatértek ezek az értékek. Éjszakánként ugyanakkor a többnyire derült, gyengén szeles időnek köszönhetően több napon is fagyott. 21-én és 28-án a fagyzugokban ismét előfordultak erősebb fagyok, és az utóbbi napon mérték a hónap legalacsonyabb értékét, Zabaron -9,4 °C-ig süllyedt a hőmérséklet. Március végül országosan 3 °C körüli pozitív anomáliával zárult, míg a csapadék a délnyugati területeket kivéve jelentősen elmaradt az átlagostól, sok helyen még az 5-10 mm-t sem érte el a havi összeg. A két szélsőérték 0,8 mm (Bácsalmás) és 42,3 mm (Lenti) volt. Érdekeség, hogy mivel az összefüggő hótakaró Kékestetőn éppen 1-jére szűnt meg, és bár egy-két hidegfront a hegyen okozott havazást, abból újabb hóréteg nem alakult ki, így ritka módon márciusban egyáltalán nem volt hótakarós nap az országban.

### Április

A hónap első napjaiban még kitartott a március végi anticiklonális, napos időjárás, majd egyre inkább egy tőlünk nyugatra húzódó frontálzóna hatása alá kerültünk.

Ennek előoldalán 3-án nyugaton helyenként zápor, zivatar is kialakult, de jellemzően csak kevés csapadék hullott. A maximumok 4-éig döntően 20 °C körül alakultak, míg az éjszakák hűvösekek voltak, az Északi-középhegység völgyeiben és az Alföldön néhol fagyok is előfordultak. 5-én elért bennünket a hullámzó frontálzóna, így ekkor nyugaton, majd másnap keleten is visszaesett a hőmérséklet. A front főként a Dunántúlon és északon okozott kiadósabb, 10-20 mm csapadékot. 7-én nyugat felől egy ciklon közelített meg bennünket, mely tőlünk délre vonult el, és áramlási rendszerében kelet felől átmenetileg melegebb, labilis légtömeg áramlott fölénk. Így 8-án, 9-én és 10-én szórványosan fordultak elő záporok, zivatarok, lokálisan jelentős csapadékkal, miközben a hőmérséklet sokfelé 20 °C fölé emelkedett. A ciklon hátoldalán azonban 10-én már hideg levegő érte el a nyugati országrészt, másnap pedig az egész országot. 11-étől 14-éig ismétlődő jelleggel, többfelé volt eső, zápor, a 4 nap alatt több helyen 15-20 mm körüli csapadékösszeget eredményezve. Emellett a Dunántúlon ezekben a napokban előfordultak 10 °C alatti csúcsértékek is. A ciklon elvonultával anticiklon alakította az időjárást, eleinte még hűvös, majd egyre melegebb idővel. 15-étől 22-éig reggelente fagyok is előfordultak, 16-án és 17-én több helyen, a többi napon csak néhol. 16-án mérhettük az áprilisi országos minimumot is, mely -6,3 °C volt Zabarón. A maximum-hőmérséklet eleinte néhány fokkal 20 °C alatt, majd a felett alakult. 22-én egy magasági hidegcsepp érintette az ország északi-északkeleti részét, szórványosan záporral, zivatarral, majd másnap egy mediterrán ciklon melegfrontja hozott országos, de többnyire csak néhány mm-nyi esőt és egy napos hőmérséklet-visszaesést. A front mögött jelentős melegedés érkezett, így 25-én és 26-án 25-30 °C közötti csúcsértékeket mérhettünk. Sőt, Békéssámsonon 26-án 30,9 °C-ot mértek, ami a hónap legmagasabb értéke lett. A rövid melegnek a 26-án délután érkező hidegfront vetett véget, melyet többfelé

2. ábra. Az április végi erős felmelegedéssel jelentős mennyiségű sivatagi por is érkezett fölénk, elszínezve, opálössá téve az égboltot



1. ábra. Márciusban sokszor csak néhány csepp eső öntözte a meleg időben gyorsan meginduló növényeket

kísért zápor, zivatar, helyenként jelentősebb mennyiségű csapadékkal. A hónap utolsó napjait már jóval hűvösebb idő jellemezte, országosan 20 °C alatti, sőt, 28-án a Tiszántúlon, a következő két napon pedig a Dunántúlon 15 °C alatti maximumokkal. 27-én és 28-án keleten, északkeleten több helyen kiadós eső is hullott, illetve egy tőlünk délkeletre elvonuló ciklonból 30-án szintén voltak helyenként nagyobb csapadékösszegek. A havi középhőmérséklet országosan végül 1,5 °C-kal magasabb lett az átlagosnál, de a Dunántúlon előfordultak olyan helyek, ahol csak 0,5 °C körüli volt az anomália, míg északkeleten a 2 °C-ot is meghaladta. Bár a csapadék országosan az átlag körül alakult, a konvektív jelleg miatt nagy volt a különbség az egyes országrészek között. Az Északi-középhegység középső részén, a Tisza és Körös mentén, valamint a Dél-Dunántúlon a szokásosnál jóval több, míg Pest megyében és az Észak-Dunántúlon kevesebb eső esett. A két szélsőérték 12,1 mm (Dunakiliti) és 97,6 mm (Királyegyháza) volt.

## Május

Május mérsékelt meleg idővel indult, de a 3-án érkező hidegfront markáns lehűlést hozott. A front mentén szórványosan fordult elő zápor, zivatar, helyenként jelentős csapadékkal. A front térségünkben hullámot

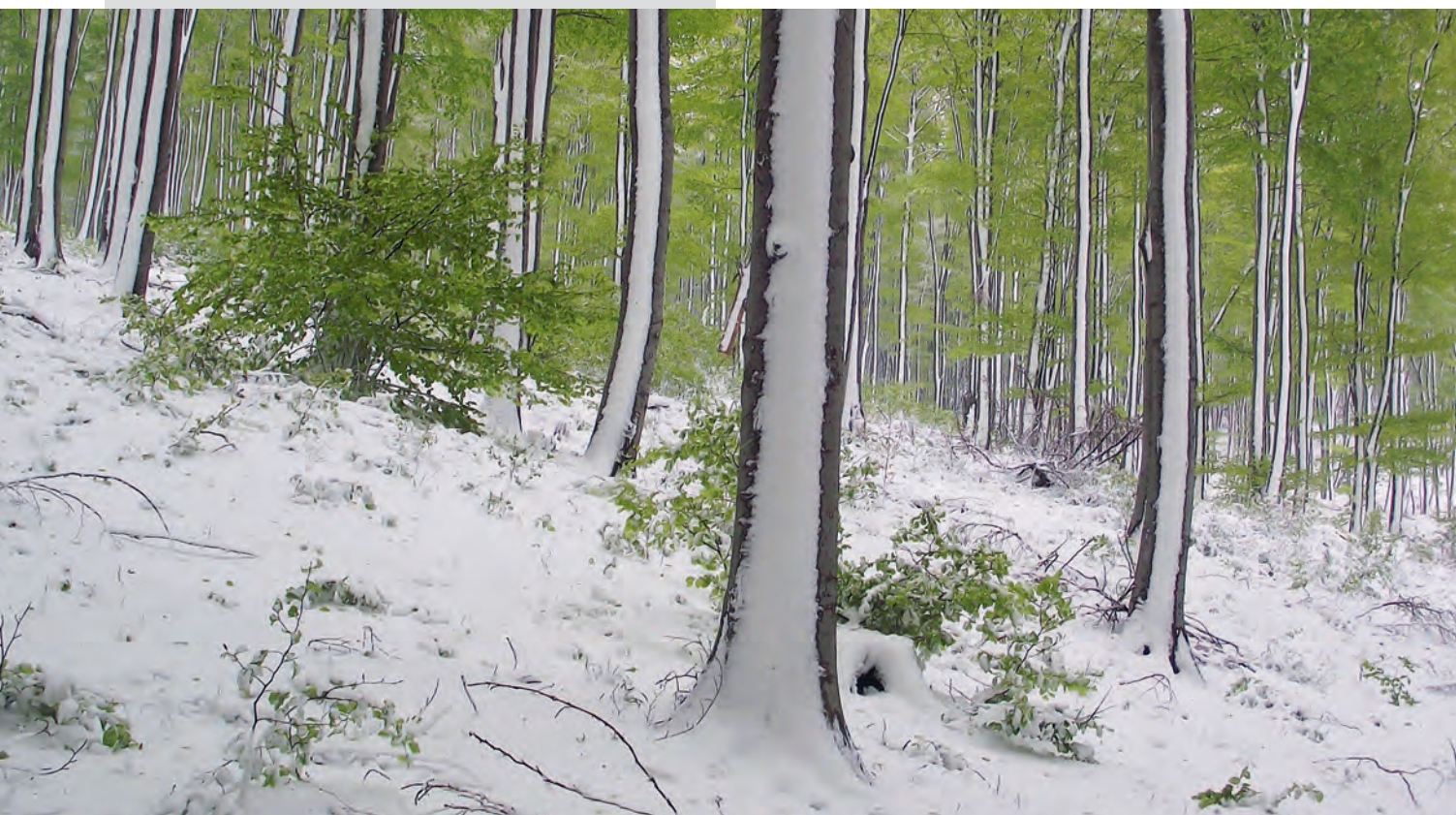


vetett, és rajta egy mediterrán ciklon alakult ki, ami a következő napokban országos, kiadós csapadékot hozott, 7-ig sokfelé elérte a csapadékösszeg a 30-50 mm-t. Eközben sarkvidéki hideg levegő zúdult be az országba erős, a Dunántúlon viharos északi széllel, melynek köszönhetően 5-én a nyugat-dunántúli, majd 6-án már a keletibbi hegyeinken is havazás váltotta fel az esőt. A Kőszegi-hegység, a Bakony és a Bükk magasabb csúcsain 5-10 cm hó is esett, és 7-én reggel a kékestetői meteorológiai állomáson is mértek 2 cm havat, mellyel ez lett ott a tavasz egyetlen hótakarós napja. Síkvidéken is késő téli idő volt, 5-én a Dunántúlon napközben sem volt melegebb 5-8 °C-nál, másnap pedig sokfelé 10 °C alatt marad a csúcshőmérséklet. 7-e és 8-a már száraz, csendes időt hozott, és a hideg nyugalomba jutásával 8-ára virradóan helyenként gyenge fagy is előfordult. A leghűvösebb Kecskemét K-pusztán volt, ahol -1,7 °C-ot mértek, ez egyben a havi minimum is lett. 9-én egy hidegfront vonult át többfelé esővel, záporral, mögötte pedig 10-én szórványosan záporok, zivatarok alakultak ki. Ekkor már melegedés kezdődött, a hőmérséklet sokfelé elérte, a következő két napon pedig meg is haladta a 20 °C-ot. Nem sokáig élvezhettük ugyanakkor a jó időt, hiszen ismét egy mediterrán ciklon hozott kiadós csapadékot és lehűlést. Keleten 12-én és 13-án még kitartott a meleg, 25 °C körüli csúcértékek is előfordultak, a nyugaton viszont 13-án helyenként már csak 10 °C körüli maximumok voltak. 14-én a Dunántúlon és a Duna-Tisza közén, míg 15-én az előbbi tájegységen ismét

több helyen 10 °C alatt maradt a hőmérséklet napközben is. A ciklon összcsapadéka országosan elmaradt az előzőtől, északkeleten voltak helyek, ahol még a 10 mm-t sem érte el, a Dél-Dunántúlon ugyanakkor ezúttal is mértek 40-50 mm-es összegeket. Kékestetőn 14-én reggel havazott is, de megmaradó hó nem hullott. A ciklon 16-ára elhagyta hazánkat, de a következő napok is változékony, mérsékelt meleg időt hoztak. 18-ától az ország legnagyobb részén már 20 °C fölé, keleten néhány napon 25 °C fölé emelkedett a hőmérséklet. 19-étől 22-éig egy fellettünk átvonuló ciklonnak köszönhetően több helyen kialakultak záporok, zivatarok, szórványosan kiadós csapadékkal. 23-án és 24-én már csak északon és keleten okozott csapadékot a ciklon, majd 25-e és 26-a nagyrészt száraz idővel telt. A csúcshőmérséklet 26-án már sokfelé meghaladta a 25 °C-ot, és ez lett május legmelegebb napja is. A legmagasabb, 28,3 °C-os maximumot Buda-kalászon mérték. A hónap végén ismét egy mediterrán ciklon okozott jelentős csapadékot, ezúttal részben már heves záporok, zivatarok által. Ekkor mérték a legnagyobb napi csapadékösszeget is májusban, 29-én ugyanis Dédestapolcsányban 141,2 mm eső esett. A ciklont főként a Dunántúlon kísérte jelentős lehűlés, 30-án több helyen 15 °C alatt maradt a maximum-hőmérséklet. Május végül országosan -2,5 °C-os anomáliával zárt, de a Dunántúlon helyenként több, mint 3 °C-kal hidegebb volt a hónap a szokásosnál. A havi csapadék mindent meghaladta az átlagos értéket, nem egy helyen annak 2-3-szorosa is lehullott. A két szélsőérték 63,8 mm (Mándok) és 246,7 mm (Bakonybél) volt.

HÉRINCS DÁVID

3. ábra. Behavazott zöldellő erdő a Kőszegi-hegységben május 6-án (A szerző felvételei)





UTRAVALÓ

## Felfedezni való tájak Kelet -Anatóliában

A Törökországba utazókat, leginkább a turistákat többnyire a tengerparti tájak ígéznek meg, legfeljebb a kulturális vonzerével elkápráztató Isztambul. Pedig ennek a sokszínű országnak teljesen más arcát látjuk Kelet-Anatóliában. Varázsos ez a táj. Birodalmak jöttek, mentek, s mind otthagya a nyomát valami módon. Sokszínű, soknemzetiségű ez a vidék, mint maga az ország.

Egy magyar néprajztudós, Györffy István 1918-ban, a Lénárd-féle kisázsiai expedíció tagjaként felmérte a Fekete-tenger partvidékének és Kelet-Anatóliának az etnikai összetételét. A tizenhat féle etnikai csoportot (köztük a kaukázusi eredetű *lázokat*, az *örményeket*, *zsidókat*, *grúzokat*, *tatórokat*, *kurdokat*) talált, tartózkodási helyüket megjelölve elkészítette Törökország első etnikai térképét. Csak Györffyt követően 70 évvel később, Peter Alford Andrews gyűjtése során született meg, immár a teljes országra vetített etnikai térkép, amin 47 féle táji, etnikai és vallási csoport szerepel. Miért fontos tudni azt, hogy kik lakják a területet? Mert bármelyik szeletét vizsgáljuk a kultúrának, a kiindulási alap az, hogy kik lakják, honnan jöttek és milyen vallást gyakorolnak azok, akik a területen élnek. Kelet-Anatólia egyik legnépesebb etnikai csoportja a Trabzontól keletre, Rizéig húzódó völgyben élő hozzávetőleg 280 ezer, a grúzhoz közel álló nyelvet beszélő *lázok* csoportja.

Magam közel harminc éve járom Törökországot, amolyan boldog barangolás ez... Ezúttal egy valóságkológiai tanulmányhoz anyagot gyűjtve voltam Kelet-Anatóliában, közel 3000 km-es utat tettünk meg

útítársammal. Célszerű autóval bejárni ezt a vidéket, de más közlekedési eszközzel is el lehet jutni Törökország bármely területére, a nagy távolságok miatt a belső repülőjáratok és a helyközi buszjáratok is nagyon jók, hiszen a kiépített úthálózat ma már a legapróbb településeket is érinti. Azonban ha a helyiektől kérünk tanácsot, jó, ha tudjuk, hogy a törökök tér-és időszemlélete némiképp eltér a mienktől... Hatalmas országról van szó, nyolcszor nagyobb hazánknál, ennél fogva a távolságok is igen jelentősek: ami nekik „közel” van, az számunkra meglehetősen nagy távolság, hiszen már két órája megyünk az autóval és még nem értünk célba.

Ezúttal Ankarából elindulva invitálom a Kedves Olvasót egy jó nagy kanyarral olyan kulturális túrára, amelynek minden állomása páratlan élményeket nyújt majd. Ankara az ország fővárosa, minden jelentősebb intézménnyel és persze országos múzeummal, erről most nem esik szó, mert ez a város megérne egy külön cikket. Az első jelentősebb állomás Çorum, ami nem nagy város, mégis fontos: itt őrzik Hattuşaş (Boğazkale), Alacahöyük, Ortaköy hettita leleteit, már amiket nem vittek be Ankarába, az Anatóliai Kultúrák Múzeumába.



1. kép. Hettita sarlós istenek a csorumi múzeumban

Nagy kultúra volt a hettitaké. **(1. kép)** A lovat szerető magyaroknak talán jó tudni azt, hogy a hettiták fogták hadrendbe először a lovakat, s a lóidomítás szójegyzéke ránk maradt...

Çorum után a következő állomásra, a festői szépségű kisvárosba, Amasyába vezetett az utunk. Aki Kelet-Anatóliába tervez kirándulást, semmiképp se hagyja ki! Lenyűgözően kedves kisváros! **(2. kép)**

A Çani és a Pontus hegység ölelésében elnyúló várost a Yeşilirmak (ókori nevén Irisz) folyó szeli ketté. Vizimalmok telepedtek rá, partjain kétoldalt sétáló utca van, jobbra fent a Pontusi Királyság sziklába vájt királysírjai sorakoznak, bal partján sorban az oszmán szultánok mellszobrai látjuk. A szultán-szobrokon kívül Ferhat és Şirin, a népköltészet két ismert alakjának, valamint a város híres szülöttjének Sztrabónnak, az ókori utazó és földrajztudósnak is állítottak szobrot a folyóparti sétányon. **(3. kép)** A vára és minden kősziklája a történelem egy-egy szeletét idézi, volt a Perzsa Birodalom, a Pontuszi Királyság, Bizánc, a Szeldzsuk Birodalom és az Oszmán Birodalom fennhatósága alatt. Itt töltötték a szultánfik ifjúkoruk jelentős részét. A város első mecsetje a szeldzsuk korban, 1146-ban épült I. Sultan Mesut idejében. A ma is működő gyönyörű dzsámít, Beyazid Szultán dzsámiját 1482-86 között építették. A kor jellegzetes építészeti stílusát képviseli, a négyzetes alaprajzú

2. kép. Amasya látképe. A háttérben a Pontuszi Királyság sziklasírjai



dzsámiban öt hatalmas falóra emlékeztet a múlt időre. Miért lehet olyan fontos az időmutató egy vallási központban? Feltételezem, a böjttörés idejét követik rajta figyelemmel. Köztudomású, hogy az iszlám vallás egyik alappillére a *ramadán*, a 40 napos böjt megtartása. Napfelkeltétől napnyugtáig nem vehet magához ételt és italt a hithű muszlim (ez alól persze lehet kivétel, pl. ha beteg, úton járó, vagy gyermeket vár), de mindenképpen ember- és jellempróbáló dolog a ramadáni böjtot tartani. A napnyugtát percnyi pontossággal követik, ugyanis csak azután lehet ételt és italt fogyasztani. Nyilván ezért kap fontos helyet az óra, a mecsetben. A dzsámihoz egy szép *medresze* is tartozik, amit Mimar Abdullah aga épített s 1873-ig működött. A medreszékben (ma egyetemnek mondanánk) vallásfilozófiát, jogot, matematikát, csillagászatot, kémiát és orvostudományt tanultak a növendékek. Most népkönyvtárként működik az épület, komplex közösségi tér ma is.

A Fekete-tenger felé haladva az út mentén víztározókat látni. Egy gyönyörű völgyben, Ayvacık falu mellett látható az egyik tóvá duzzasztott folyó. Törökország megfogja a vizeket, sok tározót épített a XX. sz. második felében, s szerencsés földrajzi helyzeténél fogva a bővizű folyók és patakok gondoskodnak a természetet eltető vízről. Ez a körülmény önmagában is erősíti az ország geopolitikai helyzetét. A víz tisztelete jellemző a törökökre. Az iszlám kegyesség egyik fő ismérve, hogy szolgálja a közösséget, aki tehetős, közkutakat állítat, többnyire valamelyik elhunyt felmenője tiszteletére.

A tengerpart mellett futó út mentén Çarşamba (szerda), Perşembe (csütörtök), Salıpazarı (keddi vásár) nevű falvakat találjuk, ami egyfelől azt jelenti, hogy valaha kereskedelmi útvonal volt itt, és a település a vásártartás napjáról kapta a nevét. Beszédesek a török földrajzi nevek. A kereskedelem fejlődése összefügg a nemzetközi árucserforgalom bonyolító történelmi útvonallal, a selyemúttal, ahol természetesen nemcsak selymet, hanem mezőgazdasági termékeket, fűszereket, kerámiát szállítottak, s nem csak az árucser-forgalom, hanem az érintett országok kulturális migrációja is ehhez az útvonalhoz kapcsolható.

3. kép. Sztrabón, az ókor földrajztudósának szobra a folyóparti sétányon





4. kép. Freskó a sumlai monostor ablakában

A keleti kereskedelem hagyományos árucseré-formái az utak mentén épített karavánszerájok, amelyekhez raktárak is kapcsolódtak, emiatt a nagybani kereskedelem központjaivá váltak. A szerájokon kívül óriási raktárak épültek, amiket *bedesztennek* neveztek. Amelyik raktár-épületben műhelybolt is volt, *hán* a neve. Ezek a 2-3 emeletes közraktárak, melyek nagy udvarokat zártak közre, nemcsak raktározták az árukat, hanem egymással is árucseré-kapcsolatban álltak, s mint közösségi terek, az iszlám hitélet és a kereskedelem szervezésének központjai voltak már a korai középkortól. Fontosságukat mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy egy időben a tőzsde szerepét is ellátták, árait a mindenkor kereslet-kínálat határozta meg. (Az állam csak háború és éhínség idején avatkozhatott az árakba.) A középkorban épült *hánok* java része (nagyobb városokban száznál is több volt) ma is áll és az eredeti funkcióját is megtartotta.

### Keresztény kegyhelyek

Törökország keleti felében részben a grúzok és az örmények történelmi jelenléte okán számos keresztény kegyhely maradt fenn. Közülük talán a legjelentősebbnek tekinthető Sumela (Sümela) monostora, Krisztus előtt a IV. században épült. A Trabzontól 45 km. távolságra található zarándokhely a görögkeleti rítusú keresztények kegyhelye volt, s egy Mária-jelenésnek

köszönheti létét. A robosztus hegység egyik barlangjában az arra barangoló Szent Barnabás előtt megjelent Szűz Mária. A hagyomány szerint a jelenés kapcsán a barlangban egy ikont talált, amit Szent Lukács evangélista festett, és ennek köszönhető a sziklába kapaszkodó monostor megalapítása. A bizánci uralkodókat az apró Menyhemeneteli templomban koronázták meg, ezért hálából gazdagították a monostort és építettek hozzá. Hatalmas freskók díszítik, melyek többsége a IX. századból való. Az oszmán időben vakolattal fedték el a freskókat, amit utóbb már levertek, ezzel ugyan némelyiket megrongálták, de így is lenyűgöző látványt nyújtanak. **(4-5. kép)** A 40 méter magasból csöpögő Ayazma (szent forrás) vize idevonzza a zarándokokat és a nem keresztény vallású látogatókat is.

Trabzon a vidék egyik legjelentősebb városa, az I. világháborúig jól működő, gazdag görög kereskedőváros volt. Jelentős keresztény kisebbség élt itt, ebből következően számos templom maradt fenn, melyek többsége a XI-XIV. században épült, s bár utóbb majdnem mindet dzsámiként használták, az épületeket nem építették át, minaretet csak kevés mellé emeltek. A keresztény kegyhelyek között is különleges élményt nyújt az 1238-63 között épült trabzoni Aya Sofya, grúz és szeldzsuk templomépítészet egyik gyöngyszeme. **(6. kép)** Építtetőjének, I. Mánuel császárnak az volt a szándéka, hogy szépségben felülmúlja a konstantinápolyi Aya Sofyát... A kőfaragó és freskófestő-művészet kimagaslóan szép, bibliai jeleneteket ábrázoló műalkotásait csodálhatjuk a dongaboltozatok alatt. **(7. kép)** A freskókhoz a rendkívül drága ultramarinkék festéket használták, ami semmit nem veszített a színéből az eltelt évszázadok alatt. A templom 2011-ig múzeumként működött, s az isztambuli pátriárka tiltakozása ellenére a belső felújítás után dzsámiként használják. Azonban az épület architektúrájában semmi változás nem történt, a belső térben lévő felbecsülhetetlen értékű freskókat keretbe foglalt

5. kép. Sumela freskója : Mária a Kisjézussal





6. kép. A trabzoni Aya Sofya

7. kép. A trabzoni Aya Sofya egyik freskója



textilrel takarták le. Az épület külső felújítása még várat magára, de így is lenyűgöző látvány! Amikor ott jártam, a keresztény világ éppen Pünkösdöt ünnepelte... az imám példabeszédében Krisztus tanításait idézte, a fiatalokra leselkedő veszélyekre, az életet mérgező dolgok elhárítására intett. Alapértékeiben semmi különbség a kereszténység és az iszlám vallás között. Amit a vallás nevében „elkövetnek” az vagy a politika, vagy más, hatalmi érdekek okán történik.

Monumentális méretével hívja fel magára a figyelmet a Hamsiköy felé vezető úton az eredetileg a középkorban épült Zárda (Kızlar Manastiri), ami 1858-ban nyerte el mai formáját. Jelenleg felújítás alatt áll.

Az itteni grúzok a középkori, egykor hatalmas grúz királyság leszármazottjai, akik a Kacskar hegység északi és keleti részének ölelésében élnek. Középkori elődeik számtalan templomot építettek az izolált

völgyekben. Az oszmán hódítás térítette őket az iszlám vallásra, lassan a nyelvüket is felcserélték. Ma már kevesen beszélnek grúzul. Az egykori Grúz Királyság a Çoruh folyó völgyét is magába foglalta. Igen termékeny ez a vidék, elsősorban az oliva-ültetvényeket látunk, a



8. kép. A középkori keresztény monostor ma is ellenáll az időnek és a változó világnak

9. kép. A barhali monostor belülről





rizs, szőlő, gyümölcs termesztés ma is jelentős. A klasztrikus értelemben vett „Termékeny Félhold” (Ez a sarló alakú völgy, amelyről azt tartják, hogy a civilizáció bölcsője, egészen a Perzsa-öbölhöz elnyúlik) itt kezdődik.

A grúz templomépítészeti egyik lenyűgöző példája, a Barhalban lévő, IX. században épült monostor. Köveit akkor emelték egymásra, amikor a magyarok a Kárpát-medence átjáróit keresték. A látványa fenséges, s gondolhatnánk, egyedül áll a 2600 méter magasságú hegyen, de szabad szemmel is láthatóan két másik is van, még feljebb a hegygerincen. Nehezen megtalálható, ennél fogva európai érdeklődő ritkán jut el oda. **(8-9. kép)** Helyenként az út is nehezen járható, van, hogy elmossa a patak és némi kubikolással kell járhatóvá tenni az autó számára, máshol meg kömlesztől kell legalább az út egyik sávját megtisztítani, de aki elég elszánt, a látvány mindenért kárpótolja. A monostor dacolva az évszázadokkal, háborúkkal, szilárdan áll, csak a tetőt felfoldozzák a helybeliek, mert beázik. Ma is használják, dzsámiként szolgálja a hitéletet, a szomszéd vadregényes vendéglátónál lehet elkérni a kulcsát. A csípős levegő és a reggeli verőfény még szebbé varázsolja az ódon falakat.

A hemsinekről még nem esett szó, pedig igen érdekes, őrmény eredetű etnikai csoport, amely a Kacskar hegységnek a Fekete-tenger felé néző lejtőjén él eléggé izoláltan. Nyelvüket és szokásaik java részét megőrizték, a XVI-XVII. században tértek iszlám hitre. Lélekszámuk hozzávetőleg 15 ezer fő, ami két település, Çamlıhemşin és Aydın között oszlik meg. Minden év júniusának 2-dik hetében hazatérnek az elszármazottak egy hagyományőrző fesztiválra és erősítik az összetartozás érzését. Törökország-szerte ahol jó cukrászdát találunk, érdemes megkérdezni ki a cukrász? Többségük hemsin...

### Medreszék, dzsámik, középkori egyetemi városok

A Kacskar hegység néhol 3000 méter magas, fenséges sziklái között vezet az utunk Barhalból Kelet-Anatólia másik csodája a medreszéiről és dzsámijairól híres Erzurumba, Sivasba és Divriğibe. A középkori szeldzsuk építészeti minden fortélyát megcsodálhatjuk ezeken a helyeken. Monumentális épületeket emeltek a XIII. században, melyek legjellemzőbb ismérvei a kupolás, hatalmas, csúcsos ívű portálok, geometriai díszítés és a közép-ázsiai sámánizmusból táplálkozó, állatküzdelmeket és kozmogóniai jelképeket felrakoztató gyönyörű kőfaragások. Aki ismeri a szeldzsuk építészeti ikonográfiáinak jelentését, leolvashatja a kor történelmét. Néhol *kúfi* írás is található az

épületeken, többnyire vallásos idézet. A szeldzsukok Irán területén már a XI. században létesítettek *medreszét*, ma úgy mondanánk, egyetemeket, jól lehet, a mecsetek a XV. századig megőrizték elsőbbségüket az oktatásban. A medresze építés legszebb példáit Erzurumban láthatjuk. A közel 6 ezer éves város viharos történelme során sokat megélt, de legszebb épületei a szeldzsuk kortól mostanáig ellenálltak mindennek. A város központjában látható Páros Minarettes Medreszét (Çifte Minareli Medresesi 1253-ban építették. A téglából emelt minareteit kék csempekkel fedték. A négyzetes udvart lakócellák veszik körbe, ahol a növendékek laktak, akik nemcsak



10. kép. Divriği Ulu Dzsámi egyik oldalsó kapuja

vallásfilozófiát, hanem természettudományokat: kémiát, matematikát és orvostudományt is tanultak. Ez utóbbi jellemző az ugyancsak a XIII. század utolsó harmadában épült Sivas városában lévő medreszére is. Sivas valóságos egyetemi város volt! Négy medreszéje szolgálta a középkori tudományt, közülük három 1271-ben épült. Ez a tény is mutatja, hogy ekkor a város nemcsak vallási, hanem kulturális központ is volt, igazi egyetemi város! A Gök Medresze, eredeti nevén Sahibiye Medrese 1271-ben épült, két minaretje és a bejárati kőkapuja nagyon szép. Építetője a nevét a



11. kép. A Világörökség részét képező Ulu Dzsami Paradicsom-kapuja

nyugati kapu feletti írás őrző: Sahip Ata Fahrettin Ali, az építőmester Kaluytan. Az egyik, a szeldzsuk építészet imponáló példája a két emeletes, szimmetrikus elrendezésű, téglalap alaprajzú Bürüciye Medresesi. 1271-ben alapította Muzaffer Bürüce, iráni kereskedő azért, hogy a „pozitív” tudományokat (matematika, kémia) tanítsák benne. Szemben vele a Sifaliye Medresze,

12. kép. Szeldzsuk kori kümbetek (sírboltok) a Divrigibe vezető út mentén (A szerző felvételei)



korábban, a hidzsra (muszlim időszámítás) 614. évében, 1217-ben épült, az orvostudomány oktatására. Az építető türbéje (temetkezési helye) is itt található. Az orvostudomány oktatására szolgáló egyetemhez kórház is tartozott. A Páros Minaretű (Çifte Minareli Medresesi), 1271-ben épült (ugyanabban az évben, amikor a vele szemben lévő Bürüciye, ám ezt Semseddin Cüveyni vezír építtette. Mára csupán a gyönyörűen faragott portálja és a két minaretje áll, de így is fenséges látványt nyújt. Sivas központja a szakrális térhasználat imponáló példája. Egy térben összpontosul a hitélet és a tudomány a testet-lelket frissítő rituális fürdővel, a *hamammal*, aminek ugyan már csak a XVI. században épült alapja áll. A közösségi élet színtere ma is ez a tér, hiszen szépen felújított épületeiben ma kávézók működnek, a hitélet gyakorlására a XVI. században épült működő dzsámi szolgál, a városközpont rendezvény-térként lett felújítva. A tér minden napszakban emberekkel tele. Jó példa arra, hogy Törökország milyen módon élte az építészeti örökségét.

Gondolhatnánk, hogy a Sivasban látott szeldzsuk építészeti emlékek felülmúlhatatlanok. Helytálló ez a tétel, mindaddig míg nem látjuk a Divrigiben Ulu Dzsamit! (10-11. kép) Ez az épület magán hordoz minden csodát, amit Keleten a középkori építészet létrehozhatott. 2000 méter magas hegyek ölelésében él az a kisváros, amelyik a világ egyik építészeti remekművét, az 1228-ban épített templomot és a vele egybeépítve a *Darüssifát*, az elmebeteg gyógyítását szolgáló kórházat tudja magáénak. 1228-43-ig épült, Ahmed Sah és felesége Fatma Turan Melik jóvoltából. Geometrikus díszítésű portáljai, különösképp a főbejárata, a Paradicsom kapuja lenyűgöző. Az épületet dzsámiként használják, a kórház a XVIII. században még medreszeként működött. Kórházában az elmebetegeket zeneterápiával gyógyították! A zenekar helye a terem végében lévő boltíves beugró, ami a medresze idejében az *eyvan*, a tanító helye lehetett. Nyitott kupolája alatt kis méretű, feszített víztükrű medence van, amely valószínűleg csillagászati megfigyelésre szolgál. Hasonló, szeldzsuk-kori nyitott kupolás medreszék számos helyről ismertek. (12. kép)

Igen, Kelet-Anatólia felfedezésre váró táj, minden zeg-zuga a történelemtől mesél. Páratlan élményt nyújt, amit tetéz az emberek kedvessége, segítőkészsége. Seholy nincs annyi jó szándékú, és a magyarokat szerető ember, mint ebben az országban. Igazán mondom, jó ott magyarnak lenni! Aki állt már a szumlai *ayazma* a szent forrás alatt az örök élet reménységével és aki belelegezte az Eufrátesz felől fújó édes illatú levegőjét, bele-szeret ebbe a tájba... Örökre.

BARTHA JÚLIA:



A MAGYAR MADÁRTAN 150 ÉVE

## Régi kérdés, új lehetőségek

### 3. RÉSZ

Hová tűnnek télen a madarak? – ez az egyszerű kérdés már régóta foglalkoztatja az emberiséget. Megannyi elképzelés született ennek megválaszolására, melyek egy része, mai ismereteink birtokában, már csupán egy érdekes mesének tűnik. Arisztotelész, aki a természettudományok megannyi területén tett megfigyeléseket, úgy vélte, hogy egyes madárfajok képesek más fajokká átváltozni. A madárvonulás jelenségét, például a fecskék esetében, a téli álommal magyarázta, mégpedig úgy, hogy arra az időszakra, amikor nem látjuk a madarakat, azok a mocsárba süllyednek. Ahhoz azonban, hogy tudományosan vizsgálhassuk ezt a kérdést, egészen a XIX. századig várni kellett.

#### A madárvonulásról általában

A feltételezéseken és a különböző megfigyeléseken kívül korábban nem volt lehetőség arra, hogy pontos válaszokat adjunk a madarak vonulásáról. Természetesen a terepi megfigyelésekből összegyűlt több éves adatsorok is nagy lehetőségeket rejtenek. Ilyen forrásokból tudjuk például, hogy hazánkban a darvak (*Grus grus*) egyre gyakrabban átteleznek [1]. Azonban a jelölés-visszafogás módszerét, amely az állatpopulációk nagyságának, dinamikájának, sőt az egyedek mozgásának tanulmányozására ad lehetőséget, Hans Christian Mortensen alkalmazta először 1899-ben, seregélyeken. Tíz év sem kellett hozzá, hogy Magyarországon is (1908) bevezessék a madárgyűrűzést. Ettől kezdve rendszeressé vált a vonuló madarak megfogása, jelölő gyűrűk felhelyezése, adatok gyűjtése. A csaknem másfél évszázada tartó folyamat során jelentős ismeretekre tettünk szert.

A tavaly novemberben lencsevégre kapott lazúrcinege (*Cyanistes cyanus*) volt a hazai madárfaunában valaha is megfigyelt 418. faj. Legnyugatibb rendszeres előfordulása Fehéroroszország déli részén található. Mi vehette rá ezt a magányos példányt, hogy ilyen tá-

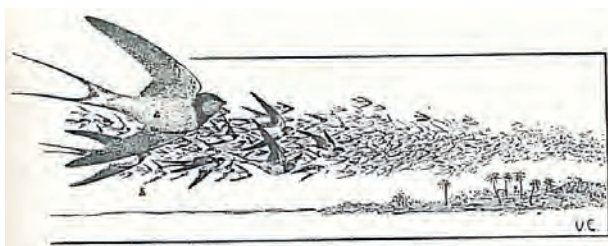
volra repüljön? A hosszú távú gyűrűzési adatok feldolgozása segíthet a kérdés megválaszolásában. Magyarországon, a 100 évet átölelő időszakban, összesen 4-5 millió egyedet jelöltek meg. Az évi 250-300 ezer gyűrűs példány európai viszonylatban is jelentősnek mondható [2]. Ez a nagy mennyiségű adat fajokra lebontva is hasznos információkat szolgáltat. Ugyanakkor a madarak vonulásáról alkotott általános ismereteket is bővíti.

A madárvonulás típusait időben és térben egyaránt csoportosíthatjuk. A legfontosabb pillérek azonban bármilyen felosztásban megtalálhatóak, miszerint a költő és telelő terület közötti, időről-időre ismétlődő, vagyis rendszeres, oda-vissza irányú mozgást értjük vonulás alatt. A felosztáskor figyelembe vehető szempontok igen változatosak, határuk olykor elmosódhat. Más-más fajok eltérő stratégiákat alkalmazhatnak, de olykor egy fajon belül, a földrajzi távolság, a korcsoportok, vagy akár az ivari különbségek is eltérő vonulási mintázatot eredményezhetnek [2]. A nagyfokú képélékenység ellenére a fajokat két alapvető csoportba tudjuk sorolni. Azok a madarak, amelyeknél a vonulási kényszer szigorúan szabályozott, genetikai alapon meghatározott, az obligát vonulók közé sorolhatóak.



Ugyanakkor a fakultatív vonulók esetében a vonulás megindulása lehet például az időjárás változásának következménye. Azonban rögtön újabb altípusokról is beszélhetünk, attól függően, hogy egy faj populációi, vagy populációk egyedei milyen mértékben különböznek a vonulási viselkedés tekintetében. A szakirodalomban ezeket összefoglalóan részleges (parciális) vonulásként találjuk meg. Ez jellemző például a hóbagoly (*Bubo scandiacus*), barázdabillegető (*Motacilla alba*) vagy a sárgafejű királyka (*Regulus regulus*) viselkedésére [2]. Az obligát vonuló fajok esetében nemcsak a vonulás időzítése, hanem az iránya és a távolsága is öröklött tulajdonság. Barátposzátákkal (*Sylvia atricapilla*) végzett keresztezési kísérletekben sikerült kimutatni azt, hogy ezek a genetikai jellegek átöröklődhetnek az utódnemzedékbe [3,4].

Legyen a vonulási viselkedést elindító kényszer akár külső (fakultatív), akár belső (obligát), a vonulás során megtett távolság szintén egy igen jelentős tényező. Megkülönböztetünk rövid távú, néhány száz kilométert megtevő, valamint hosszú távú vonulókat, mely

DARU (*Grus grus*)

A daru a magyar néphagyományban kiemelt jelentőséggel bír, krúgatása az ősz egyik jelképe. A darutollas kalap pedig egyfajta státuszsimbólum volt a magyar nép körében. A Hortobágyi Nemzeti Park címermadara. Egykor hazánkban is nagy számban fészkelte, de több mint 100 év eltelte után, 2015-ben figyeltek meg újra itthon költő darupárt. Ősszel nagy tömegben vonul át Magyarország felett. A Hortobágy az európai daruállomány kiemelt fontosságú gyülekezőhelye. Egyre nagyobb számban telelnek át nálunk, melynek feltétele a megfelelő mennyiségű táplálék. Szántókhoz, tarlókhöz és lecsapolt halastavakhoz kötődik télen. Hazánkban védett faj (eszmei értéke 50 000,- Ft).

Eurázsiai elterjedési területén két alfajt lehet megkülönböztetni. Tőzeglápokon, mocsarakban, nedves réteken, erdei tisztásokon, füves sztyeppeken költ. A párok nagyon látványos tánc közepette foglalják el költőhelyüket. Fészekalja általában két tojásból áll. A fiókák pár nap eltéréssel kelnek ki. Az idősebb fiókat az egyik szülő már tanítja, míg a másik tovább kotlik. A fiókák lassan fejlődnek, a család még vonulás során is összetart. Mindenevő, hajtásokat, magokat, rovarokat, sőt kisebb gerincteleneket is fogyaszt. Testhossza 110-120 cm, szárnyfesztávolsága 220-245 cm. A hímek némiképp nagyobbak, testtömegük 5-7 kg, a nőstényeké 4,5-6 kg.

1951 óta 28 példányt gyűrűztek meg hazánkban, amiből két egyed hazánkban belül került meg újra. Külföldön gyűrűzött madarak közül Magyarországon 555 példányt figyeltek meg. A legtávolabb megkerült egyedet Finnországban gyűrűzték és 3702 km távolságban, Spanyolország területén látták viszont. A legidősebb gyűrűs madár kora meghaladta a 17 évet.

(Forrás: Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (2019) *Magyarország madarai: Daru*. <http://www.mme.hu/magyarorszagmadarai/madaradatbazis-grugru>)

fajok akár több ezer kilométert is vonulhatnak a költő és telelő területeik között. A nagy távolságokat leküzdő madarak között gyakoribbak az obligát vonulók, hiszen hibátlanul szabályozott mechanizmusok szükségesek ahhoz, hogy a megfelelő területre érkezenek az egyedek. A távolság nagysága miatt apró eltérések – például a vonulási irányban – könnyen juttathatnák a madarakat számukra nem megfelelő területek fölé, akár óceánok vagy sivatagok közepére is, ahol nyilvánvalóan nem találnák meg a túléléshez szükséges feltételeket [2].

Attól függően, hogy az egyes fajok képesek-e leküzdeni a földrajzi akadályokat, újabb típusokat tudunk megkülönböztetni. A nagytestű sólymokra, mint a vándorsólyom (*Falco peregrinus*) a széles frontú vonulás jellemző, míg például a fehér gólyák (*Ciconia ciconia*) nem képesek egyhuzamban átrepülni a Földközi-tengert és a Szaharát, ezért olyan útvonalon haladnak, ahol ezeket az akadályokat el tudják kerülni. Ez a típus a keskeny frontú vonulás. Az olyan eseteket, amikor a faj egyedei telelő területüket az egyik, míg a költő területek egy másik útvonalon érik el, hurokvonulásnak nevezzük. Ilyen módon vonulnak többek között a sokak által jól ismer sárgarigók (*Oriolus oriolus*) vagy a füstifecskek (*Hirundo rustica*) is.

Számos vonulási típust lehet még megkülönböztetni az előzőekben felsoroltakon felül, de azokból egyet, a vertikális vonulást mindenképp érdemes megemlíteni. Ez a vonulás, megnevezéséhez hűen, „függőlegesen” történik. Olyan magashegységi fajokra jellemző



viselkedés ez, amelyek a telelési időszakban alacsonyabban fekvő területekre, völgyekbe húzódnak le. A havasi csókánál (*Pyrrhocorax graculus*), hajnalmadárnál (*Tichodroma muraria*) ez rendszeresen megfigyelhető, de más fajok hegységekben fellelhető populációi, egyedei is hasonlóképpen viselkedhetnek.

### A madárvonulás evolúciója

Az előbbi példákból már láttuk, hogy milyen változatos a madárvonulás, de felmerülhet a kérdés, hogy vajon milyen tényezők játszottak szerepet eme érdekes viselkedés kialakításában. A madárvonulás eredetéről és evolúciójáról jó néhány elképzelés született az utóbbi időkben.

Alapvetően három nagy hipotéziscsoportot lehet elkülöníteni. Az egyik a „trópusi eredet” hipotéziskör [5,6], melynek értelmében a trópusokon megnövekedő fajgazdagság, vagy a fajok populációi közötti fokozott versengés hatására jelent meg a rendszeres költözködés. Természetesen hosszabb időnek, akár évmillióknak is el kellett telni, ami után már a maihoz hasonló vonulási viselkedésről beszélhetünk. Cox [7] modellje alapján a vonulás trópusi elterjedésű ősöktől eredhet és valamely köztes állapotban keresztül



stabilizálódhatott. A populációk egymás közötti versengésének következtében újabb területeket kerestek fel. Az eredeti területektől viszonylag távol, az év bizonyos szakaszaiban is sikeresen tudtak költetni, ahonnan azonban a madaraknak időről-időre vissza kellett térniük. Erre több madárcsoportban is találunk példákat. A mérsékelt égövi lilefélék (Charadriinae) ősei valószínűleg trópusi területekről származhattak [8]. Ehhez hasonló folyamat játszódhatott le fülemülerigók (*Catharus*) esetében is [9], hiszen az észak-amerikai, vonuló rigófajok közeli rokonai a nemzetség trópusi elterjedésű fajainak, így közös őseik valószínűleg a trópusi területeken éltek. A rigófélék (Turdidae) esetében azért némiképp összetettebb a vonulás megjelenése és a biogeográfia kérdése [10,11].

Az „északi eredet” hipotéziscsoport a második, amely némiképp az előző fordítottjának tekinthető [6,12]. Ebben az esetben magasabb szélességi körök mentén költő fajok olyan környezeti hatásokkal szembesülhettek, például az éghajlat változása, amelyek arra készítették őket, hogy a költési időszakon kívül, vagyis télen, délebbre húzódjanak. A nagy eljegesedésektől eltekintve ezek a területek, az év meghatározott időszakaiban, továbbra

is alkalmasak voltak a költésre és így a két terület közötti rendszeres ingázás következményeként jelent meg a vonulás. Ennek a feltételezésnek az alátámasztására kevesebb bizonyítékot találni. A ragadozó madarak vonulásának eredete tekintetében, két faj, a békászó sas (*Clanga pomarina*) és a fekete sas (*C. clanga*) esetében inkább valószínűsíthető a vonulás északi eredete [13].

A harmadik elgondolás a „vándorló otthon” elnevezést kaphatná magyar fordításban [14]. Az előző két elképzeléshez képest itt a Föld éghajlati öveinek megváltozása jelenti a kulcsot. A különböző földtörténeti korokban más-más kiterjedése volt az eltérő éghajlati öveknek, így a trópusok kiterjedése is elérte a 45-50. szélességi kört. Azonban a nedves és meleg klímát biztosító területek zsugorodását követve, a korábban magasabb szélességi körökön honos fajok elterjedése ezzel a folyamattal együtt változott. Talán ebben az esetben a legnehezebb példákat találni. Főleg a paleoklimatikus változások tanulmányozása és a jelenkori klíma madarakra gyakorolt hatásának (elterjedés, vonulás) vizsgálata szolgáltathat információkat.

### A madárvonulás kutatása

A madárvonulás típusainak és kialakulásának rövid áttekintése után érdemes megismernedni a vonuláskutatás hagyományos módszereivel és eszközeivel. A madarakat rendszerint valamilyen hálóval fogják be, majd egyedi azonosításra alkalmas gyűrűt tesznek a lábára. Mielőtt újra szabadon engedik őket, rendszerezsen biometriai adatokat is rögzítenek róluk.

A XX. század közepén igen kedvelt volt a pintyfélék (Fringillidae) fogása. A színpompás, változatos énekű madarakat általában csalival hívják közelebb a madarászok. A kalitkában kitett vagy pálcára erősített hívőmadarak a fogóterületen vannak. Mikor melléjük száll egy újabb



egyed, akkor a madármegfigyelő meghúzza egy zsinórt, ami kioldja a földre rejtett szerkezetet és a háló átlíbban a mit sem sejtő madár felett. Így működnek a csapóhálók, mint a kandli vagy a tarlóháló [2]. Napjainkban, talán az egyik legnépszerűbb madárfogási eszköz a függőháló. A növényzetbe (bokrok, nádasok) kifeszített, akár több tíz méter hosszú hálók zsebekkel vannak ellátva. Mikor a madár nekirepül, akkor a zsebek felfogják esését. Gyakran hangszóróból lejátszott madárénekkel csalogatják a megfogni kívánt fajokat a csapda irányába.

Szárazföldön és vízben is alkalmazható az úgynevezett varsa. Ez egy „tölcsér” alakú háló, mely tágas bejáratokkal rendelkezik, de egyre szűkül, ahogy a madarat a vezetők terelik a háló belseje felé. A gyalogosan vagy úszva közeledő madarak a csapdába jutva nem találhatnak ki onnan. A halászatban használatos varsa elvén működik ez az eszköz is. Speciális változatát Helgoland szigetén fejlesztették ki, amelybe a madarak (pl.: baglyok, harkályok) egy 30x15 méteres bejáraton át repülnek be. A másik végén már csak egy 2x2 méteres rész található, ahol megreked a madár [2]. Kevésbé elterjedt, hazánkban a Hortobágyi Vonuláskutató Állomáson találunk ilyen Helgoland-csapdát.

A ragadozó madarak fogására speciális hálót használnak a madarászok. A kockaháló vékonyabb tartópálcákra van erősítve a csali (általában galamb) felett. Amikor a madár megpróbálja elkapni a csalit és a hálónak repül, akkor a tartópálcák eltörnek, és a hálóba akad a kiszemelt egyed. Olyan helyen érdemes ezeket a csapdákat felállítani, ahol a ragadozó madarak rendszeresen vadásznak. A nagyragadozókra és a nagyobb testű madarak fogására gyakorlatilag nincs lehetőség az eddig említett módszerekkel, anélkül, hogy az állat vagy a befogó ne sérülne. Ezért általában fiókakorban, még a fészekben jelölik meg az ilyen fajok példányait.

Az első gyűrűk fémből készültek és lehetőséget adtak arra, hogy a gyűrűzés helyét megállapítsa az a személy, aki visszafogja a madarat. Az utóbbi időben egyre gyakrabban használnak színes jelölőket (lábgyűrűk, nyakgyűrűk, szárnybélyegecsek), melyek előnye az, hogy csak akkor teszik ki a madarakat zavarásnak, amikor először felhelyezik azokat [2]. Mivel a színkombinációk és a gyűrűkön lévő számok egyedi azonosításra alkalmasak, ezért távolról is lehet ezeket olvasni.

### Új lehetőségek

Az ezredforduló után egyre inkább előtérbe kerültek, a hagyományos módszerek mellett, a technikai fejlődés által nyújtott, modern lehetőségek. A hagyományos



jelölések tulajdonképpen a külsőleg alkalmazott eszközök csoportjába tartoznak, a napjainkban egyre gyakrabban használt radar és műholdas nyomkövetőkkel együtt. Azonban a madaraktól vett toll- illetve vérminták (belső indikátorok), a molekuláris módszerek fejlődésével, korábban nem elérhető adatokhoz juttatják a kutatókat [2,15].

Az előzőekben bemutatott passzív módszerek mellett, az aktív módszerek közé tartoznak a kis-méretű, elektromos jeladók. A madárra helyezett készülék, a megfelelő vevőeszköz birtokában, folyamatosan továbbítja az információkat a megjelölt egyed hollétéről, ha az a vevőkészülék meghatározott körzetében tartózkodik. A műholdas nyomkövetők esetében egyáltalán nincs is szükség a madár újbóli megfogására. Korábban elég nagy hátránynak





minősült az eszközök mérete, hiszen egy néhány grammos énekesmadarat nem lehetett túlterhelni, ezért elsősorban csak ragadozó fajokat, gólyákat, hattyúkat és tűzokokat vizsgáltak [2].

A satellitettracking.eu oldalon (MME) 325 közép- és délkelet-európai műholdas nyomkövetővel ellátott madár útvonalát tekinthetjük meg térképen. A cikk írásakor 62 jeladó működött aktívan. A rögzített útvonalakból gyakran meglepő mintázatokat lehet megismerni. Így derült ki például, hogy az Indiában megjelölt amuri vércsék (*Falco amurensis*) az Indiai-óceánt átrepülve, tulajdonképpen nyílegyenesen repülnek Afrikába, vagy a parlagi sasok (*Aquila heliaca*) jó része kóborol, hol a költő terület közelében, hol pedig nagyobb kitérőket téve.

Az első műholdas követő rendszert 1978-ban állították üzembe. Ez az ARGOS, amely nagyobb állatok mozgásának követésére szolgál. 2002-ben elindult az ICARUS program (Nemzetközi Együttműködés Állatok Kutatására az Űrből), melynek keretében tavaly sikeresen felhelyezték a műholdas követő rendszert a Nemzetközi Űrállomásra. Ez a program lehetővé teszi kisebb állatok, akár rovarok egyedi megfigyelését is néhány grammos eszközökkel [15], ezért új távlatokat nyit mind a madarak, mind pedig más állatcsoportok vonulási mintázatainak kutatásában.

Egy néhány évtizedes múlta visszatekintő irány a molekuláris biológia módszereinek felhasználásával törekszik behatárolni a vonuló madarak költési és telelési területeit. Ezek a technikák, amelyek Észak-Amerikában számos faj kutatásában igen gyakorivá váltak, elsősorban a madaraktól vett toll- és vérminták genetikai, valamint stabil izotópos meghatározásán alapulnak [2,15]. Leggyakrabban a szén-, nitrogén- és deutériumizotópok arányát határozzák meg, de oxigén-, kén- és stronciumizotópok is jelentős információkat tartalmaznak. A felsorolt izotópok földrajzilag is elkülöníthető mennyiségben jellemeznek egy területet. Arányukat jól ismert időjárási folyamatok határozzák meg és kulcsfontosságú környezeti tényezőktől függenek (hőmérséklet, tengerszint feletti magasság, nedvesség). A hidrogén- és oxigénizotópok világméretűen is, míg a szén- és nitrogénizotópok elsősorban helyi léptékben alkalmazhatóak [15].

Adott környezetben megforduló madarak a táplálkozásuk során felvett anyagokat építik be tollaikba, ezek vizsgálata adja a kulcsot a módszerhez. Izotópos meghatározással azonosították például a Sierra Nevada de Santa Marta hegység telelő területének jelentős szerepét a vörhenyes fülemülerigó (*Catharus fuscescens*) számára [16]. A *Setophaga caerulescens* fajnál szép mintázat figyelhető meg a költési és telelési terület eltérő régiói között. Kanadából indulva az egyre délebbi területekről vonuló populációk a Karibi-szigetek egyre keletibb részein telelnek [15]. A tollak nyomelem-összetételének vizsgálatával mutattak ki különbségeket az európai partifecske (*Riparia riparia*) populációk afrikai telelőterületei között [2].





Hasonló módon, a madarak szervezetéből kimutatható szennyezőanyagok, paraziták és kórokozók is értékes információt tartalmaznak. Ezek a módszerek egyre inkább előtérbe kerülnek, ahogy nőnek ismereteink az összehasonlítás alapjául felhasználható anyagok, paraziták földrajzi elterjedéséről [15].

Amiről korábban csak feltételezéseik voltak az egykori természettudósoknak, arról mára már hihetetlenül pontos képet kaphatunk a hagyományos módszerek évszázados adatsorai, valamint a modern technikai vívmányok és molekuláris módszerek alkalmazása néhány évtizedes fejlődési eredményeinek felhasználásával, nem is beszélve az informatikai eszközök és módszerek egyre szélesedő tárházáról. Már csak a megfelelő utat kell követnünk napjaink rohamosan gyűlő információáradatában.

NAGY JENŐ

## IRODALOM

- [1] Végvári, Zs. 2015. Autumn crane migration and climate change in the Carpathian Basin, *Ornis Hungarica*, 23: 31–38.
- [2] Csörgő, T. és mtsai. (szerk.) 2009. Magyar madárvonulási atlasz. *Kossuth Kiadó*, Budapest.
- [3] Berthold, P. és Helbig, A. 1992. The genetics of bird migration: stimulus, timing, and direction. *Ibis*, 134: 35–40.
- [4] Helbig, A. 1996. Genetic basis, mode of inheritance and evolutionary changes of migratory directions in palaeartic warblers (Aves: Sylviidae). *Journal of Experimental Biology*, 199: 49–55.
- [5] Rappole, J. és Jones, P. 2002. Evolution of Old and New World migration systems. *Ardea*, 90: 25–537.
- [6] Bruderer, B. és Salewski, V. 2008. Evolution of bird migration in a biogeographical context. *Journal of Biogeography*, 35: 1951–1959.
- [7] Cox, G. 1985. The evolution of avian migration systems between temperate and tropical regions of the New World. *The American Naturalist*, 126: 451–474.
- [8] Joseph, L. és mtsai. 1999. Phylogeny and biogeography in the evolution of migration: shorebirds of the Charadrius complex. *Journal of Biogeography*, 26: 329–342.
- [9] Outlaw, D. és mtsai. 2003. Evolution of long-distance migration in and historical biogeography of Catharus thrushes: a molecular phylogenetic approach. *The Auk*, 120: 299–310.
- [10] Nagy, J. és mtsai. 2019. Phylogeny, migration and life history: filling the gaps in the origin and biogeography of the Turdus thrushes. *Journal of Ornithology*, 160: 529–543.
- [11] Nagy, J. 2019. A klíma, a vonulás és az életmenet-jellegek kölcsönhatása madarak evolúciójában. *Doktori (PhD) értekezés*, Debreceni Egyetem.
- [12] Bell, C. 2005. The origin and development of bird migration: comments on Rappole and Jones, and an alternative evolutionary model. *Ardea*, 93: 115–123.
- [13] Nagy, J. és Tökölly, J. 2014. Phylogeny, historical biogeography and the evolution of migration in accipitrid birds of prey (Aves: Accipitriformes). *Ornis Hungarica*, 22: 15–35.
- [14] Louchart, A. 2008. Emergence of long distance bird migrations: a new model integrating global climate changes. *Naturwissenschaften*, 95: 1109–1119.
- [15] Hobson, K. és Wassenaar, L. 2008. Tracking animal migration with stable isotopes. *Elsevier*.
- [16] González-Prieto, A. és mtsai. 2011. Geographic origins and timing of fall migration of the Veery in northern Colombia. *The Condor*, 113: 860–868.

## KÉPEK

1. Daru (*Grus grus*) Vörös Könyv, Fintha István
2. Füsti fecske (*Hirundo rustica*) A madarak hasznáról és káráról, Vezényi Elemér
3. Gyurgyalag (*Merops apiaster*) Avifauna Neerlandica, Csörgő Títusz
4. Sárga billegető (*Motacilla flava*), Barkóscinege (*Panurus biarmicus*), Kékbecy (*Luscinia svecica*), Barázdabillegető (*Motacilla alba*) A madarak hasznáról és káráról, Vezényi Elemér
5. Széncinege (*Parus major*) A madarak hasznáról és káráról, Csörgő Títusz
6. Bübos cinege (*Parus cristatus*), Fenyvescinege (*Parus ater*) A madarak hasznáról és káráról, Csörgő Títusz
7. Hantmadár (*Oenanthe oenanthe*) A madarak hasznáról és káráról, Csörgő Títusz
8. Örvös légykapó (*Ficedula albicollis*) A madarak hasznáról és káráról, Csörgő Títusz
9. Csonttollú (*Bombicilla garrulus*) A madarak hasznáról és káráról, Csörgő Títusz
10. Daru A madarak hasznáról és káráról, Csörgő Títusz  
A darvak fényképét Borza Sándor készítette

## E SZÁMUNK SZERZŐI

BALOGH SÁNDOR: egyetemi tanár, Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar; BARTHA JÚLIA: orientalista, etnográfus, Damjanich János Múzeum ny. osztályvezető; BOTH ELŐD a Magyar Asztronautikai Társaság elnöke, Budapest; FARKAS CSABA: tudományos újságíró; FODOR LÁSZLÓ: MTA-ELTE Geológiai, Geofizikai és Társadalomtudományi Kutatócsoport; HÉRINCS DÁVID: meteorológus, HungaroControl, Budapest; HORVÁTH GÁBOR: egyetemi tanár, ELTE Biológiai Fizika Tanszék, Környezetoptika Laboratórium; KRISKA GYÖRGY: egyetemi docens, ELTE Biológiai Intézet, Biológiai Szakmódszertani Csoport; LOVASS-KISS ÁDÁM: tudományos munkatárs, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet, Tisza-kutató Osztály; LUKÁCS BALÁZS ANDRÁS: tudományos főmunkatárs, botanikai témacsoport vezető, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet, Tisza-kutató Osztály; NAGY JENŐ: doktorjelölt, Debreceni Egyetem Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola, Debrecen; PERESZLÉNYI ÁDÁM: doktorjelölt, Magyar Természettudományi Múzeum állattára, Madárgyűjtemény; SUSANNE ÅKESSON: professzor, Lundi Egyetem, Biológia Tanszék, Lund, Svédország; RUSZKICZAY-RÜDIGER ZSÓFIA: MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet; WEIPERTH ANDRÁS: tudományos segédmunkatárs, Szent István Egyetem, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő.

## KÖVETKEZŐ SZÁMUNKBÓL

VÖRÖS GÁBOR: Adathalászat kontra adatvédelem  
CSABA GYÖRGY: Saját magam orvos vagyok  
FARKAS CSABA: A pikkelysömör és gyógyítása



A MÚLT ÖRÖKSÉGE ÉS A JÖVŐ ZÁLOGA

## Az ifjúság egészsége

Nem vitatható megállapítás, hogy a XXI században egy ember, és így a társadalom egészségének megőrzésében a leghatékonyabb módszer a betegségek megelőzése. Ennek eredményességét több tényező befolyásolja a fiatalok körében, így az iskolákban is.

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) múlt század utolsó harmadában tett fontos megállapításokat az egészségi állapotot meghatározó tényezőkről.<sup>1</sup>

Kimutatásuk szerint az egészség tekintetében a meghatározó az életmód. A harmadik évezredben, sok más kihívás mellett, az egészség, az egészséges életvek száma és a betegségek eredményes kezelése újra és újra előkerülő, a társadalmi érdeklődés figyelmét felkeltő témák. Az egészségügy központi szerepe tehát nem vitatható, amelyben nemcsak az orvosnak, hanem a teljes egészségügyi ellátó rendszernek meghatározó feladata van. Ki kell emelnem – amit az ábra egyértelműen bizonyít –, hogy az egészségügy bármely törekvése a befogadók, a társadalom aktív részvétele nélkül eredménytelen! Cikkünk a magyar egészségügyi ellátórendszer egészéből az iskolai orvoslás bemutatására tesz kísérletet, a teljesség igénye nélkül.

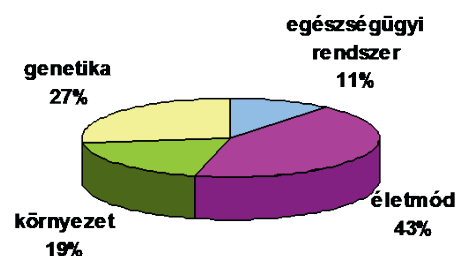
### Történeti visszatekintés

Mint sok minden másban, e tekintetben sincs a múltunkban szégyellni való. Az iskola-egészségügy intézményes megszervezéséről a XIX. sz. végétől beszélhetünk.

1 Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) már nem fellelhető Bulletinjéből)

A magyarországi polgári fejlődés jelentős mérföldköve a közoktatás és a közegészségügy fejlesztése volt, amit a népiskolai (1868. XXXVIII te.) és közegészségügyi törvény (1876. XIV te.) alapján igyekeztek megvalósítani. Nyugodtan kijelenthetjük, hogy a korát megelőző törvény a mai egészségügyi ellátás alapjait rakta le, sok mindenben máig meghatározó mértékben. Az iskola egészségügyi rendszer kialakításának szükségszerűségét az adta, hogy a kötelező népoktatásban gyakran a tanításra alkalmatlan épületekben zártak össze fejlődésben lévő, akkor még nem immunizált (védőoltott), fertőzésre fogékony gyermekeket, és ezzel egészségügyi veszélyt idéztek

1. ábra. Az egészséget meghatározó tényezők



elő. Bár a tanfelügyelők feladata volt az iskolák alapvető higiénájának ellenőrzése, azonban a közegészségügyi törvény előírása szerint a hatósági orvosok kötelessége lett a hazai népiskolák, nyilvános- és magán tanintézetek, óvodák egészségügyi felügyeletének a biztosítása. A hatósági orvosoknak évente kétszer meg kellett látogatniuk minden tanintézetet, valamint első, harmadik és hatodik osztályban részletesen meg kellett vizsgálniuk minden tanuló belső szerveit, szemét, fülét, fogazatát, hajzatát és bőrét. Figyelték a gyermekek fejlődését, esetleges betegségeiket, oltásokat végeztek, ezen túl szemmel tartották az

M. KIR. ORSZÁGOS KÖZEGÉSZSÉGÜGYI INTÉZET  
Debrecen -i állomása

Utazó szám: 3519/351. Beküldő: Nyíregyháza város.  
Beküldés ideje: 1931. VI. 27. Válasz helye: VIII. 27.  
Vizsgálat száma: Kisteleki bölcsőre iskola kútja.

Vizsgálati eredmény.

A víz sárga: Özvegy szilárd alkotórész: 0,12 mg. l literre  
A víz íze: Oxigén fogyasztás: 1,05 mg. O " "  
A víz színe: színtelen Chlor: 0,05 mg. " "  
Lebegő részecskék: nincsenek Salétromsav: 235 mg. " "  
Eledék: igen kevés szilárdos barra, Salétromsav: 1,05 mg. " "  
Célszám: Ammonia: 1,05 mg. " "  
Fehérje: levelesben: 2,05 mg. " "  
Bact. coli: 0,05 mg. Alkalinitás: 100 kem. re. kem. n. 10 HCl  
Ca: 0,05 mg. Ozon: keményesség: német keményégi fok  
Mg: 0,05 mg. Sulfát: kevés mg. l literre  
Vas: 1,05 mg. " "

A beküldött vizsgálat ellen a bacteriologiai vizsgálat folyomán nem került fel kifordó. A kémiai vizsgálat alapján a vízben igen magas salétromsav tartalmat állapítottunk meg, amely miatt ivásra nyersen állapítottunk nem alkalmasnak. A kút kiviszítástól vagy átáramlástól javulás nem várható.  
Debrecen, 1931. aug. 27.

Dr. STEGLER JÁNOS  
Közegészségügyi és Demográfiai Kongresszuson ismertette: „A diszciplína a közegészségügynek egy olyan speciális szakterülete, ahol az orvosi és pedagógiai elvek együttesen érvényesülnek. A munka végzésére alkalmas személy pedig a speciálisan erre képzett iskolaorvos, aki együttesen él a diákokkal és tagja a tanári karnak.”

2. ábra. Vizsgálati eredmény 1930-ból

iskolai higiénés viszonyokat. A nagy hiányosságokat, a járványok kibontakozását jelezték az illetékeseknek, ritkán felvilágosító előadásokat tartottak – de a gyógyítás nem volt feladatuk.

Az iskola egészségügyi veszélyeit és egészségnevelési lehetőségeit felismerve Fodor József az iskolaorvoslásra vonatkozó elképzeléseit 1887-ben a bécsi IV. Nemzetközi Közegészségügyi és Demográfiai Kongresszuson ismertette: „A diszciplína a közegészségügynek egy olyan speciális szakterülete, ahol az orvosi és pedagógiai elvek együttesen érvényesülnek. A munka végzésére alkalmas személy pedig a speciálisan erre képzett iskolaorvos, aki együttesen él a diákokkal és tagja a tanári karnak.”

Elkezdődött az egészségügyi mintajárások és egészségügyi körök szervezése, melyek száma a negyvenes évek elejére már több mint 700 volt, de a gyermekeknek

## ISKOLA-EGÉSZSÉGÜGYI FELADATOK<sup>2</sup>

### 1. A gyermekek, tanulók egészségi állapotának vizsgálata és követése

Az óvodás korú gyermekek vizsgálata járvány és a fertőző betegségek és a járványok megelőzése érdekében fertőző betegség esetén, az iskolai tanulók vizsgálata a 2., 4., 6., 8., 10. és 12. évfolyamokban. Ennek keretében: teljes fizikális vizsgálat, kórelőzmény és családi anamnézis ismételt felvétele, az anamnézis alapján veszélyeztetett gyerekek kiszűrése, szakorvosi ellátásra irányítása. A krónikus beteg, valamint a testi, szellemi, érzékszervi fogyatékos tanulók háziorvossal egyeztetett fokozott ellenőrzése, kiemelt gondozása szakrendelések, gondozóintézetek igénybevételével. Ezen gyermekek egészségesek között történő integrált oktatása esetén orvosi vélemény adása. A testi, érzékszervi, értelmi és beszéd-fogyatékoságot megállapító szakértői bizottság elé utalás esetén a bizottság részére a tanuló egészségi állapotára vonatkozó adatok közlése. Az átfogó gyermekfogászati program szervezésében való közreműködés és végrehajtásának ellenőrzése. A 16 éves kori záró állapotvizsgálat elvégzése az iskolai védőnővel együttműködve.

### 2. Alkalmassági vizsgálatok elvégzése

Szakmai alkalmassági vizsgálatok elvégzése, pályaválasztási tanácsadás orvosi feladatainak elvégzése. A testnevelési csoportbeosztás elkészítése, gyógytestneveléssel, testneveléssel, sporttal kapcsolatos iskola-egészségügyi feladatok ellátása.

### 3. Közegészségügyi és járványügyi feladatok

Az iskolai életkorhoz kötött és kampányoltások elvégzése és dokumentálása. A járványügyi előírások betartásának ellenőrzése, fertőző megbetegedések esetén járványügyi intézkedések elrendelése. A nevelési-oktatási intézményben folyó étkeztetés ellenőrzése.

### 4. Elsősegélynyújtás

Az iskolában bekövetkező balesetek, sérülések, akut megbetegedések elsődleges ellátása, majd a tanuló háziorvoshoz, házi gyermekorvoshoz, illetve egyéb intézménybe irányítása.

### 5. Részvétel a nevelési-oktatási intézmény egészségnevelő tevékenységében

Részvétel az iskolai egészséges életmódra nevelésben. Egészségügyi információk közlése a szülőkkel és a pedagógusokkal. Önvizsgálati alapismeretek tanítása.

### 6. Környezet-egészségügyi feladatok

Az intézményi környezet – pl. tantermek, gyakorlati helyiségek, tornaterem, egyéb kiszolgáló helyiségek - ellenőrzése, a hiányosságok észlelése, intézkedések megtétele. A tanulók gyakorlati oktatásával kapcsolatos munkahelyi körülmények figyelemmel kísérése.

### 7. Az ellátott gyermekekről nyilvántartás vezetése.

<sup>2</sup> [https://www.webbeteg.hu/cikkek/csecsemo\\_gyermekneveles/21438/az-iskolaorvosok-segitseget-remelnek](https://www.webbeteg.hu/cikkek/csecsemo_gyermekneveles/21438/az-iskolaorvosok-segitseget-remelnek)

## A VÉDŐOLTÁSOKRÓL RÖVIDEN

A megelőzésnek a világon mindenütt, Európában és Magyarországon is a legelfogadottabb és legeredményesebb formája a fertőző betegségek ellen szolgáló védőoltás. Magyarország világhíres védőoltási rendszerrel rendelkezik. Az utóbbi időben, nálunk is terjedő, a védőoltásokat ellenzők hangja olyan mértékben bomlasztotta ezt a rendszert, ami komoly veszélybe sodorja gyermekeinket, unokáinkat.

Az első védőoltást Jenner alkalmazta 1796-ban, aki megfigyelte, hogy a tehenészlányok, akik tehenhimlős tehenek expozíciójának voltak kitéve, nem kapták el a feketehimlőt. (Vacca= tehen, Vaccina=oltóanyag, Vaccináció= védőoltás alkalmazása).

A később következő számos és kiváló oltóanyag és oltási rendszerek ellenére véglegesen még mindig



3. ábra. Fodor József Pécsent, a ciszterci gimnáziumban végzett 1860-ban,[1] majd orvosi tanulmányokat folytatott Bécsben és a Budapesti Tudományegyetemen, ahol 1865-ben orvosdoktorrá avatták. 1901-ben a Budapesti Egyetem Nobel-díjra jelölte.

4. ábra. Az Országos Közegészségügyi Intézet épülete (OKI archívum)



csak a fekete himlőt pusztították ki a világról és a fekete himlő kórokozója ma már csak a katonai titkos raktárakban létezik mint biológiai fegyver.

Érdemes kiemelni és megjegyezni a spanyol náthának nevezett H1N1 vírus okozta 1918-as járványt, amely becslések szerint 50-100 millió halálát okozta, többet, mint a hatalmas emberi veszteséggel járó I. világháború.[6] Spanyol náthában halt meg 1918-ban többek között Kaffka Margit író is.

Így is csak 41,6 százalékát tudták iskola-egészségügyi felügyelet alatt tartani. Ezek az egészségügyi körök jellemzően nem a közvetlen gyógyítást szolgálták, hanem a prevenciót, valamint az egészségtan oktatását.

A mintául szolgáló budapesti iskolaorvosi szolgálat szabályzata a fodori elképzeléseken alapulva, a húszas évekre sokat finomodott, csiszolódott. Ez a szabályzat határozta meg az iskolaorvos feladatait.<sup>3</sup> Az iskolaorvos közegészségügyileg szemmel tartotta az iskola környékét és közműveit, ha valami hiányosságot tapasztalt, intézkedést kezdeményezett. Minden tanév elején köteles volt részletesen megvizsgálni a felvett tanulókat. A mérések és vizsgálatok eredményeit törzslapon vezette. A beteg vagy betegesnek tűnő gyermekeket rendszeresen megfigyelte. Figyelemmel kísérte a tanulók ültetési rendjét, tekintettel az érzékszervek állapotára. Megelőzte a fertőző betegségek terjedését, azok fellépése esetén jelentést tett a tiszti orvosnak. Trachomaszűrést végzett; egészségtant oktatott. Javasolta a testileg és szellemi elmaradottak speciális osztályokba történő áthelyezését. Javaslatot tett a szociálisan és orvosilag rászoruló gyerekek üdültetésére. Részt vett egészségügyi akciókban. Véleményt adott a készségi tárgyakból való felmentésekhez. Útmutatást nyújtott pályaválasztási kérdésekben – egészségügyi szempontból. Szükség esetén elsősegélyt adott. Bekapcsolódott a tantestület és iskolaszék munkájába, egészségügyi kérdésekben indítványt tehetett. Évente tájékoztatott az egészségi állapotról az iskolai értesítőben. Tevékenységéről jelentést tett a tiszti orvosnak.

A feladat végrehajtásához speciálisan kiképzett doktorokra volt szükség [1]. Az első iskolaorvosi tanfolyamot 1887-ben tartották meg a Budapesti Tudományegyetem Közegészségügyi Intézetében. 1926-ban a képzés az Országos Orvostovábbképző Bizottsághoz került. Az 1926. évi 32.155 számú rendelet ismét az egyetemek hatáskörébe utalta a képzés szervezését,

3 Budapest Székesfőváros Iskolaegészségügyi intézménye, szervezetének működése és leírása. Bp. 1929

	Rész munkaidős szolgálatok		Teljes munkaidős szolgálatok	
	Szolgálatok száma (db)	Ellátási körbe tartozók létszáma (fő)	Szolgálatok száma (db)	Ellátási körbe tartozók létszáma (fő)
Baranya megye	129	30 530	11	21 030
Bács-Kiskun megye	144	53 886	12	20 338
Békés megye	96	40 469	5	9 660
Borsod-Abaúj-Zemplén megye	246	71 468	19	33 741
Csongrád megye	89	27 254	15	33 065
Fejér megye	127	46 192	8	15 552
Győr-Moson-Sopron megye	168	46 927	12	24 567
Hajdú-Bihar megye	147	43 634	20	43 182
Heves megye	121	29 883	9	17 109
Komárom-Esztergom megye	92	36 847	4	8 111
Nógrád megye	82	21 485	3	4 217
Pest megye	299	138 955	22	37 704
Somogy megye	131	36 356	5	6 788
Szabolcs-Szatmár-Bereg megye	218	72 181	9	17 984
Jász-Nagykun-Szolnok megye	129	49 949	4	8 015
Tolna megye	89	29 007	2	3 248
Vas megye	91	25 068	5	10 101
Veszprém megye	139	41 106	5	8 326
Zala megye	115	24 146	7	13 014
Budapest	300	147 109	61	108 072
	<b>2 952</b>	<b>1 012 452</b>	<b>238</b>	<b>443 824</b>

5. ábra. A rész- és főfoglalkozású iskolaorvosi szolgálatok száma 2018-ban megyénként. Az orvosi szolgálatok száma megközelíti a 3200-at és mint látható többnyire (93%) részfoglalkozásban, különösen vidéken a településen dolgozó házi gyermekorvos, vagy házi orvos látja el ezeket a feladatokat. Nagy segítségükre van a magyar kuriózum, a védőnői szolgálat.

törzslapot használjanak [2]. Kiss Lajos, Zemplén megyei tisztii főorvos negyedíves papírlapjára testhossz és testsúly értékeket, a szív, tüdő, mirigyek, mandulák, fogak, érzékszervek állapotát és a tisztaságra vonatkozó adatokat jegyezte fel, az apa foglalkozása és lakhely, valamint a tanuló születési adata és iskolája megnevezése kíséretében. Juba Adolf kidolgozott és 40 évig alkalmazott egy törzslapot, amely végigkísérte a tanulót az iskolás élete során, mindvégig megőrizte egészségi állapotát [3]. A harmincas években azonban visszaszorult e törzslapok használata, illetve csak azokban az esetekben töltötték ki, ha valamilyen komolyabb elváltozást, fogyatékoságot találtak, vagy azonnali korrekcióra volt szükség.

a szakképesítést azonban továbbra is a Bizottság adta. Újabb változást hozott az 1933-as év, amikortól a fél éves képzést követően egységes iskolaorvos és egészségügyi tanári oklevelet állítottak ki a végzősöknek.

Az iskolaorvos mellett, ahol lehetett, alkalmaztak iskolánővért (védőnőt) is, aki az adminisztráció végzése és az orvos segítése mellett fontos feladatként kapta a családok látogatását és a tanácsadást. A védőnők tevékenysége különösen nagy jelentőséggel bírt azokban a községekben, ahol nem volt mód az állami iskolaorvosi rendszer kiépítésére, így a falvakban ők lettek az ifjúság egészségének állandó őrői.

Az iskolaorvosok kötelességei közé tartozott feljegyzést készíteni az elvégzett vizsgálatokról, hiszen egy orvos sem tudta volna fejben tartani éveken keresztül az általa felügyelt valamennyi tanuló egészségügyi állapotát, és nem tudta követni a bekövetkezett változásokat. Már az 1899. évi iskolaorvosi értekezleten is javasolták, hogy az adatok rögzítésére iskola-egészségügyi

6. ábra. Az iskola védőnői szolgálatok száma 2018-ban megyénként. A közel négy és félezer védőnői szolgálatból az ábra azokat mutatja, akik iskolavédőnői szolgálatokat látnak el. A két különböző gyereklétszám oka, hogy az óvodai létszámot nem tartalmazzák a védőnői ellátási adatok.

	Iskolavédőnői szolgálatok		
	Szolgálatok száma (db)	Helyettesítéssel ellátott, nem betöltetlen szolgálatok száma (db)	Ellátási körbe tartozók létszáma (fő)
Baranya megye	36	7	30 745
Bács-Kiskun megye	52	3	42 010
Békés megye	36	2	28 649
Borsod-Abaúj-Zemplén megye	64	5	44 858
Csongrád megye	46	0	34 109
Fejér megye	34	5	31 788
Győr-Moson-Sopron megye	46	8	41 093
Hajdú-Bihar megye	56	7	51 501
Heves megye	29	1	24 325
Komárom-Esztergom megye	28	2	25 426
Nógrád megye	15	2	11 542
Pest megye	122	5	98 037
Somogy megye	16	1	12 486
Szabolcs-Szatmár-Bereg megye	46	1	38 922
Jász-Nagykun-Szolnok megye	34	1	28 770
Tolna megye	16	1	11 186
Vas megye	25	1	21 996
Veszprém megye	37	2	30 018
Zala megye	28	2	20 646
Budapest	234	25	207 716
	<b>1 000</b>	<b>81</b>	<b>835 823</b>

## VÉDŐOLTÁSOK RÖVIDÍTÉSE – MI-MICSODA?

**BCG** – Bacillus Calmette-Guérin /Tuberculosis elleni oltóanyag DTPa - Diftéria-Tetanus-Acelluláris pertussis komponenseket tartalmazó oltóanyag. (Torokgyík, szamárköhögés és Tetanusz ellenes oltás)

**Hib** – Haemophilus influenzae b elleni oltóanyag (A bakteriális agyhártyagyulladások egyik legfőbb kórokozója) IPV - Inaktivált poliovírus vakcina (Járványos gyermekbénulás elleni oltás)

**PCV-13** – 13-valens konjugált pneumococcus vakcina. A pneumococcus baktérium többek között tüdő-, középfül- és agyhártyagyulladást okozhat.

**MMR** – Morbilli-Mumpsz-Rubeola elleni vakcina (Kanyaró, Járványos fültömrigy gyulladás, és Rózsahimlő ellenes oltás)

**dTap** – Diftéria-Tetanusz-acelluláris pertussis komponenseket tartalmazó oltóanyag emlékeztető újraelőoltás céljára. (Torokgyík, szamárköhögés és Tetanusz ellenes oltás)

**Heptatitis B** – Hepatitisz B elleni oltás (fertőző májgyulladás)

## Az iskola-egészségügy külföldön

A nagy nemzetközi ismertségre szert tett Fodor József, iskolaorvosi tanai Európában fogadókészségre, követőkre találtak. Hollandiában 1895-ben indult kampány az iskolák és iskolások egészségvédelme érdekében. Az 1920-as évekre a 25.000 fős lakosságnál nagyobb holland településeken a magyarországi rendszerhez hasonló módon működtek iskolaorvosok, pedig e tevékenységet törvény nem is írta elő ezt számukra.

Angliában az 1905-ös tanügyi törvény előírta, hogy az iskolák iskolaorvost és -nővért alkalmazzanak, így a húszas években már 2163 iskolaorvos és 4135 iskolanővér működött a népiskolákban. 1920-tól a középiskolákban is kiépült a rendszer. Kötelező vizsgálatokat kellett végezni a törvény értelmében a népiskolásoknál öt, nyolc és tizenéves, a középiskolásoknál kilenc és tizenkét éves korban, szintén a fodori szellemet és a magyar előírásokat követve.

Finnországban 1912 után kezdődött az iskolaorvosi rendszer általánossá válása. 1937-ben 254 vidéki iskola rendelkezett orvossal, 30 iskola-fogorvossal. Vizsgálatokat az elemik első, harmadik és hatodik, a gimnáziumok első, ötödik és nyolcadik osztályában végeztek. Belgiumban is törvény írta elő 1914-től a népiskolások orvosi felügyeletét, de a végrehajtást a községekre bízták. Németországban az 1895-ben Wiesbadenben kidolgozott

7. ábra. Edward Jenner 1749-1823



iskolaorvosi rendszer jelentette a porosz városok számára a mintát. 1910-re a német birodalom községeinek több mint 60 százaléka rendelkezett iskolaorvossal. 1921-ben Bonnban szabályozták az iskolanővérek feladatait is.

## A ma iskolai orvoslása

A Fodor József által lefektetett alapelvek mentén a mai iskolaorvosi rendszer kevés kívánni valót hagy maga után, de az elvárásoknak mind nehezebb megfelelni az egészségügy nagy kihívása, az orvoshiány miatt.

A törvényi felhatalmazás alapján a terület működését rendelet szabályozza, ez a „26/1997. (IX. 3.) NM rendelet az iskola-egészségügyi ellátásról” [4].

A miniszteri rendelet tartalma az alábbiakban foglalható össze: az óvodák és az iskolák gondoskodnak a 3-18 éves korosztály, valamint a 18 év feletti, középfokú nappali rendszerű iskolai oktatásban résztvevők megelőző jellegű, az egészségügyi alapellátás keretében szervezett iskola-egészségügyi ellátásban való rendszeres részvételéről. Az iskolai és ifjúsági egészségügyi ellátás az iskolaorvos és a védőnő együttes szolgáltatását foglalja magában, amelyet fogorvos és fogászati asszisztens közreműködésével látnak el.

## A KÖTELEZŐ VÉDŐOLTÁSOK RENDSZERE MAGYARORSZÁGON

**BCG:** 0-4 hetesen

**DTPa+IPV+Hib:** 2 hónaposan

**PCV-13:** 2 hónaposan

**DTPa+IPV+Hib:** 3 hónaposan

**DTPa+IPV+Hib:** 4 hónaposan

**PCV-13:** 4 hónaposan

**MMR:** 15 hónaposan

**PCV-13:** 15 hónaposan

**DTPa+IPV+Hib:** 18 hónaposan

**DTPa+IPV:** 6 éves korban

**MMR revakcináció:** 11 éves korban, az általános iskola 6. osztályában (szeptember)

**dTap emlékeztető oltás:** 11 éves korban, az általános iskola 6. osztályában (október)

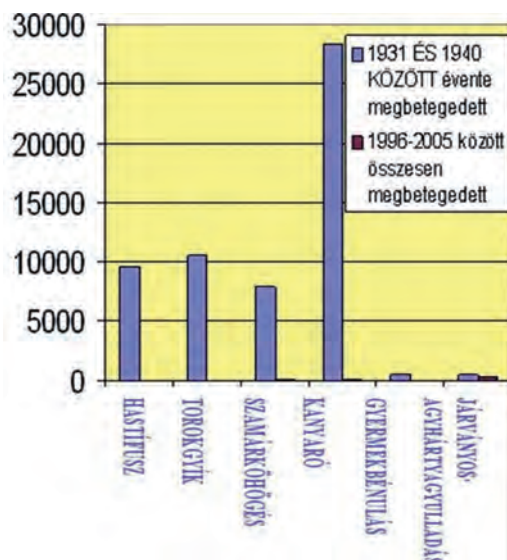
**Hepatitis B:** 13 év, az általános iskola 7. osztályában (szeptember)

Betegség neve	Esetszám a XX. században	Esetszám 2006-ban	Csökkenés
Kanyaró	503 282	55	99,9%
Torokgyík	175 885	0	100%
Fültőmirigy-gyulladás	152 209	6 584	95,7%
Szamárköhögés	147 271	15 632	89,4%
Feketehimlő	48 164	0	100%
Rózsahimlő	47 745	11	99,9%
Haemophilus influenzae B = B típusú H.i. baktérium	20 000	29	99,9%
Gyermekbénulás	16 316	0	100%
Merevgörcs	1 314	41	96,9%

8. ábra. A védőoltás bevezetése (1997) óta a gyermekbénulás az Egyesült Államokban (és általában a fejlett világban) szinte eltűnt ([www.immunizeforgood.com](http://www.immunizeforgood.com))

Az egészségbiztosítás egyéb alapellátási feladatai keretében védőnői ellátást, iskola- és ifjúság-egészségügyi ellátást (iskolaorvos), valamint az úgynevezett mozgó szakorvosi szolgálatok által nyújtott gyermek- és nőgyógyászati ellátást lehet igénybe venni. A védőnők a gyermekek gondozásában nyújtanak segítséget, valamint névelési és családgondozási feladatokat látnak el. Az iskolaorvosi ellátás olyan egészségügyi-alapellátás, amelyet a diákok közvetlenül a nevelési-oktatási intézményben vehetnek igénybe. A mozgó szakorvosi szolgálat a lakosok részére helyben,

9. ábra. A védőoltás kedvező következményei Magyarországon (Berenesi György Védve, vagy védtelenül? című előadásának ábrája)



az ott meghatározott orvosi rendelőben biztosít gyermekgyógyászati, illetve nőgyógyászati szakorvosi ellátást.

Az iskola-egészségügyi ellátásban és a teljesített feladatokban a két együttműködő, de független szolgálati ág: az orvosi és a védőnői kiváló összeszokottságának és áldozatos munkájának hozadéka népegészségügyi jelentőségű eredmény. A manapság ismét megfogalmazott nagyon fontos megállapítás, hogy a betegségeket elsősorban nem gyógyítani, hanem megelőzni kell. Az egyén egészséges éveinek, egészségének jövőbeli sorsa, a fogantatás pillanatától maghatározó módon a gyermekkorban és az ifjúkorban dől el. Emiatt is kiemelke-

dően fontosak, sok minden más mellett, ezen évek történései. Ennek szakmai háttérét teremti meg az ifjúsági és iskolai egészségügyi ellátás.

## Összefoglalás

Az iskolai egészségügy a történetét és a jelen helyzetet tekintve, ma nem kisebb jelentőséggel bír(na), mint valaha, a megalakulásának kezdetekor. A XXI. században sem kisebb fontosságú az általános higiénés szabályok és feltételek megteremtése, betartása és kontrollálása, mint az elmúlt két évszázadban. A felnőttkori betegségek megelőzésének legfőbb színtere a család és az iskola. Az étkezés, az egészségtudatosság, a sport, a mozgás és különösen a védőoltások tekintetében életre szóló alapok adhatók át s tudatosíthatók a gyerekek számára – akik a jövő aktív szereplőjeként, nem túlzó kijelentéssel, a nemzetgazdaság meghatározói lesznek.

BALOGH SÁNDOR

## IRODALOM

- [1] Kühner É. A magyar iskola-egészségügy története [https://library.hungaricana.hu/.../ORSZ\\_ORVO\\_OK\\_2013\\_222\\_22...](https://library.hungaricana.hu/.../ORSZ_ORVO_OK_2013_222_22...)
- [2] Kiss Lajos: Orvosi vizsgálat a falusi iskolákban. Népegészségügy, 1 (1926) 664-669.
- [3] Juba Adolf: Az iskolaegészségügy köre és szervezése. Orvosképzés, 18 (1928)182-203.
- [4] 26/1997. (IX. 3.) NM rendelet az iskola-egészségügyi ellátásról". <https://net.jogtar.hu/getpdf?docid=99700026.nm...26/1997...3...NM+rendelete>
- [5] [www.neak.gov.hu/felso\\_menu/lakossagnak/.../iskolaorvosi\\_szolgálatok.html](http://www.neak.gov.hu/felso_menu/lakossagnak/.../iskolaorvosi_szolgálatok.html)
- [6] Kamps et al. Influenza 2006 Kilbourne Emerg Infect Dis 2006; Ghendon Eur J Epi 1994



GONDATLANSÁGBÓL ELSZABADULÓ HÓDÍTÓK

## Inváziós fajok a vizeinkben

A körülöttünk található élővilágot számos tényező veszélyezteti világszerte. Ezek közül az egyik legveszélyesebb tényező maga az ember, aki akarva vagy akaratlanul, közvetve és közvetlenül, de jelentősen átformálja környezetünket. A gondolkodó ember számára ma már nem kérdés, hogy tájformáló tevékenységének hatására olyan változások indultak el bolygónkon, mint az éghajlatváltozás vagy a legújabb kori kihalási hullám, amelyekre számos cáfolhatatlan bizonyítékunk van. Az ember környezetátalakító (ha úgy tetszik, környezetpusztító) tevékenységének azonban sajnos van egy másik árnyoldala is: a biológiai invázió.

Biológiai invázióról akkor beszélünk, ha egy fajt szándékosan vagy véletlenül, a természetes elterjedési területén kívül meghonosítunk, és az új élőhelyén terjedni kezd. Az idegenhonos fajok terjedése és térfoglalása a legtöbb esetben őshonos fajok rovására történik, ez a folyamat jelentős károkat okoz a természetben, a gazdaságban, illetve az emberi társadalom számára fontos, ún. ökoszisztéma-szolgáltatásokban (lásd keretes írásunk). Meg kell jegyezzük, hogy a biológiai invázió egyik része a terjedés (diszperzió), amely alapvetően természetes folyamat, hiszen a fajok nagyobb távolságokat is képesek megtenni természetes vektorok segítségével (pl. madarak), ez a régmúltban is megtörtént. Természetes körülmények között is előfordul, hogy egy faj új területe(ke)t hódít meg, azonban ezek a folyamatok sokkal kisebb térléptékűek, általában egymással szomszédos területeken történik. Másrészt ezek a terjedési folyamatok rendkívül lassan mennek végbe, természetes élőhelyeken a sikeres megtelepedés esélye rendkívül ala-

acsony. E folyamat mérete az elmúlt 200 évben azonban exponenciálisan növekedett és ezért a globalizációs folyamatok, valamint az élőhelyek leromlása tehető felelőssé.

Az idegenhonos inváziós fajok okozta kár mértéke ma már sok esetben olyan nagy, hogy azt érdemes pénzben is kifejezni és a politikai döntéshozók elé tárni. Hazai összevetés még nem készült, de az Egyesült Államokban például évente 100 milliárd dollárra (nagyjából 28 ezer milliárd forint) becsülik az inváziós fajok okozta kár mértékét. (Összevetésképpen, 2017-ben a hazai GDP kb. 139 milliárd dollár volt.) A Természetvédelmi Világszövetség (IUCN) állásfoglalása szerint a biológiai invázió hatása sokrétű, visszafordíthatatlan negatív hatással van a társadalomra, ennek ellenére mégis lassan tudatosul az emberekben.

A biológiai invázió minden földrészt, biotot és élőhelytípust kivétel nélkül érint. Ezek közül mi itt most csak a vizeket, azon belül is az édesvizeket ért



invázióról kívánunk szót ejteni, és néhány hazai példán keresztül bemutatni a biológiai invázió okát, menetét és hatásait.

### Mit tekintünk idegenhonos fajnak?

A szakmai terminológia egységesítése egy minden tudományterületen végbemenő folyamat. Azonban az invázióbiológia, mint tudományterület esetében korábban nagy kavarodás volt a fogalmakat és definíciókat illetően. Ez részben köszönhető annak is, hogy az „invázió”, mint fogalom, alapvetően antropocentrikus tartalommal bír, jellemzően valamilyen agresszív, támadó, fenyegető cselekvést jelent. Ezért fontos tisztázni azt is, hogy pusztán tudományos alapon, mit is tekintünk idegenhonos fajnak. Megegyezés szerint az adott területre ember által véletlenül, vagy szándékosan behurcolt fajokat tekintjük idegenhonosnak, és két típusukat különítjük el. Azokat a fajokat, melyek az új területen (még) nem képesek önfenntartó populációt létrehozni, véletlenszerűen megtelepedett (casual alien) fajoknak hívjuk. Ezek fennmaradásához elengedhetetlen a kívülről érkező, folyamatos utánpótlás. Valójában csak az önfenntartó populációt létrehozni képes fajokat nevezük idegenhonosnak, a már megtelepedett és terjedni képeseket inváziósnak (invasive alien) hívjuk.

### Hogyan zajlik az invázió?

A biológiai invázió menetét, a kutatás, a jobb megértés és a félreértések elkerülése érdekében egy folyamatként szokás tárgyalni, mely során az újonnan megjelenő fajnak számos akadályt kell leküzdenie, hogy valódi inváziós fajjává váljon. Ezek között találunk földrajzi, környezeti, terjedésszerű és szaporodási akadályokat. Az invázió folyamatát alapvetően három fő szakaszra lehet bontani: (I) megtelepedés, (II) alkalmazkodás, és (III) invázió. A megtelepedési fázishoz a terjedésszerű akadályokat és a nagyobb távolságokat kell leküzdeniük. E fajok terjedéséért a legtöbb esetben az ember vagy a hozzá köthető tevékenységek tehetők felelősök. A globális kereskedelem, azaz a

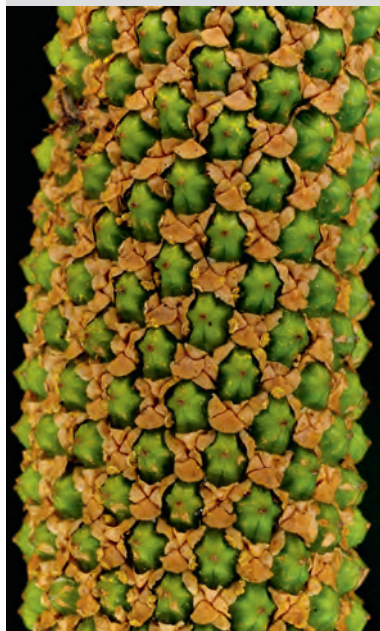
világot átszövő vízi, szárazföldi és légi útvonalak mentén számos idegenhonos faj terjedése rajzolható fel. Általában több egymást követő megtelepedés szükséges ahhoz, hogy végül egy kisebb, de önfenntartó populáció jöhessen létre.

A sikeres megtelepedést mindig egy alkalmazkodási fázis követi, amelynek ideje fajonként nagyon eltérő. Ennek során a jövevény fajnak az új élőhelyen meg kell szoknia a környezetet és képessé kell válnia a szaporodásra is. Ha sikerül alkalmazkodnia a helyi környezeti viszonyokhoz és még szaporodni is képes, akkor nyitva áll az út az új jövevény inváziójához. Ennek az alkalmazkodásnak az ideje fajonként nagyon eltérő. A Kelet-Ázsiából származó kék rizsjácint (*Monochoria korsakowii*) a rizstermesztésnek köszönhetően folyamatosan terjedt a világban, mára mindenhol jelen van, ahol rizst lehet termesztani. Ez a faj 1990-es

megjelenését követően közel tíz évig volt az alkalmazkodási fázisban. Az első ecsegfalvi populáció mérete kb. 300-400 tő volt, de a közeli vizes élőhelyeken nem jelent meg, noha a csatornákon keresztül azokat könnyedén elérhette volna. 1999 után azonban valami megváltozott, a faj „berobbant”. Mára már nemcsak a Karcag és Kisújszállás környéki rizsföldeken, de jóval távolabb, a Hortobágy-Berettyó csatorna mentén is megtalálható. Ugyanakkor akad példa rendkívül gyors alkalmazkodásra is. A Mexikó északi részén és az Egyesült Államok déli államaiban őshonos vörös mocsárrák (*Procambarus clarkii*) igen kedvelt akvárium díszrák, emellett a világ egyik legnagyobb tömegben, étkezési célokra tenyésztett és halászott édesvízi rákfaja. A faj természetes élőhelyeken terjedő állományait mára az Antarktisz kivételével minden emberlakta földrészen kimutatták és mindenhol jelentős gazdasági és természetvédelmi károkat okoz. A vörös mocsárrák első hazai példányai 2015-ben kerültek elő a budapesti Városligeti-tóból, és még ugyanebben az évben a Duna fővárosi szakaszáról is. Az elkövetkező években számos Budapest-környéki termál- és ipari melegvíz kibocsátási helyszínen, a Duna-fő- és számos mellékágában, valamint a Tisza vízgyűjtőjén kerültek



1-2. ábra. Kálmos (*Acorus calamus*) virágzata



## ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁS

Az ENSZ által indított, az egész Földre kiterjedő kutatás (Millenium Ecosystem Assessment) állásfoglalása szerint ökoszisztéma-szolgáltatásoknak nevezik azt a hasznot, melyet az emberek az ökoszisztémából nyernek. A szervezet e kutatása révén kívánta a közpolitikai döntéshozók figyelmét felhívni arra az összefüggésre, hogy az emberi társadalom léte nagyban függ a természeti rendszerek „egészségétől”, ezért a természet nagyarányú pusztításával a társadalom, végső soron pedig a gazdaság alapjait is aláássuk. A definícióból következik, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatás fogalma a természetet és a társadalmat kapcsolja össze, megvilágítva, hogy mit nyújt a természet az ember, illetve közösségei számára.

elő egyedei. Mára a Duna főágának közel 130 folyamkilométer hosszú szakaszán, a Budapesthez közeli csatornában és kisvízfolyásokban sajnos egyre többfelé megtalálható és egyre komolyabb károkat okoz. A kutatások eredményei alapján a faj mindezt megközelítőleg egy évtized alatt hajtotta végre, amihez a felelőtlen akvaristák, hobbi állattartók segítsége kellett. Egy másik inváziós tizlábú rák, a márványrák (*Procambarus virginalis*) Hévízi előfordulása és a Balaton nyugati medencéjében történő terjedése is jelzi, hogy egy nagy szaporodási rátával bíró, adaptív faj milyen módon képes alkalmazkodni az új élőhelyhez és kolonizálni a környező mesterséges és természetes élőhelyeket.

Szerencsére azonban nem minden megtelepedés végződik ilyen mértékű invázióval. A Hévíz–Páhoki-csatornát, ami a termáltó természetes kifolyója, a 80-as években, több ciklusban akváriumi dísznövény- és halszaporításra is használták. Az itt tenyésztett fajok azonban a csatornának csak a kellően meleg vizű felső szakaszán tudtak elszaporodni, a hidegebb vizű alsó szakaszon már nem jelentek meg. A természet védekező mechanizmusait a hideg telek ekkor nagymértékben segítették. Hasonló példa lehet még a kálmos (*Acorus calamus*) is, ami egy nagy termetű, évelő mocsári növény.

Ezt a fajt a középkorban szerzetesek honosították meg (étel- és italfestésre, valamint gyomorproblémák kezelésére), és vált a hazai flóra szerves részévé. Vizes élőhelyeken elvétve találkozhatunk vele, de nem inváziós, sőt igazából szórványos elterjedésű azóta is.

## Terjedési módok

Az új területen való első megjelenéshez, a rendkívül nagy földrajzi távolságok leküzdéséhez feltétlenül szükség van más élőlényekre, mint terjesztő vektorokra. Az alkalmazkodás utáni invázióhoz erre már nem feltétlenül van szükség, de bizonyos esetekben (főleg növényeknél) még ekkor is szerepük lehet. A számos terjesztő ágens között vannak természetes és emberi tevékenységhez köthető vektorok. Természetes vektor lehet a víz, a szél vagy más állatok. Jól ismert például a vízimadarak és halak szaporító képletek terjesztésében betöltött szerepe. A vízimadarak bélcsatornáikban sok állat- és növényfajt szállíthatnak, amelyek között szép számmal akadnak idegenhonos fajok is, mint például a lúgvirág (*Cotula coronopifolia*), a kolumbiai vízidara (*Wolffia columbiana*) vagy az amerikai sórák (*Artemia franciscana*). Halak esetében közismert a kínai

tavikagyló, vagy más néven amuri kagyló (*Synanodonta woodiana*) terjesztése. A kagyló lárvája a halak bőrére tapadva ektoparazitaként jelentős távolságokra juthat el, majd bizonyos idő után a halakról leválva elkezd önálló életét. Így történhet meg, hogy haltelepítések során egyes állatfajok zárt vízrendszerekbe is könnyen eljuthatnak.

Természetesen az embernek óriási szerepe van az idegenhonos fajok terjedésében. A nemzetközi kereskedelem, a mezőgazdaság és hobbi állattartás felelős a legtöbb vízi inváziós faj megjelenéséért és terjedéséért. A már fentebb is említett vörös mocsárrák Sulák-patak vízgyűjtőjén történő inváziója, majd későbbi dunai megjelenése és terjedése egyértelműen egy érdi akvarista felelőtlen döntésének köszönhető. A meggondolatlan akvaristáknak köszönhetjük az óriás csavarhínárt (*Vallisneria gigantea*) is, amit még a XIX. században telepítettek a Római fürdő akkor még létező kifolyójába. A díszhalak közül a jaguársügér,



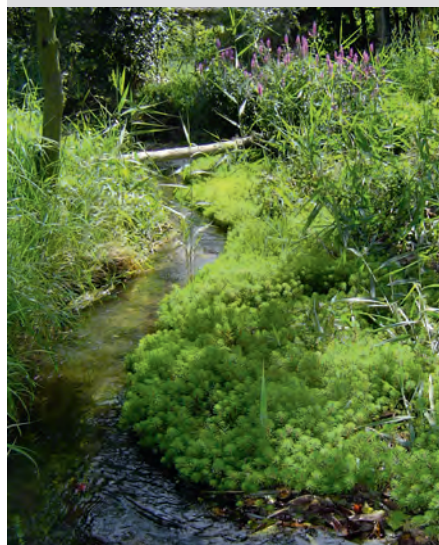
3-4. ábra. A tiszántúli rizsföldeken egyre gyakrabban jelenik meg a rizsjácint (*Monochoria korsakowii*)



tűzfejű sügér, molli vagy a pompás malawisügér is hasonló módon került a Hévíz-Páhoki-csatornába, ahol ma már annak állandó lakói, de jó példa erre még a structoll süllőhínár (*Myriophyllum brasiliense*), a tündérhínár (*Cabomba caroliniana*), a szívárványos guppi (*Poecilia reticulata*) vagy a naphal (*Lepomis gibbosus*) is. Ezek a fajok a közönségesebb akvárium növények és állatok közé tartoznak, beszerzésük nem nehéz, szinte minden akvarista kereskedésben kaphatóak. A megunt állatokat az akvaristák sok esetben kiengedik a közeli tavakba vagy vízfolysókba. Különösebben nem igényes fajok lévén a hazai természetes vizekben könnyen meg tudnak telepedni. Szándékos telepítésre is nagyon sok példa van, ide lehet sorolni a mezőgazdasági, élmezőzsi céllal betelepített halakat is, mint pl. a fehér busa, pisztrángsügér, amur vagy a lénai tok. Utóbbi közismerten engedély nélkül telepítették a Drávába és néhány horgásztóba 1996-97-ben. Az idegenhonos fajok kiszabadulhatnak, megszőkhetnek tenyésztel-



5-6. ábra. A structoll süllőhínár (*Myriophyllum brasiliense*) igénytelensége miatt jól érzi magát természetes vizeinkben is



lepekről is, mint például a cifrarák (*Faxonius limosus*), amelyet tenyésztési céllal az 1890-es években hoztak be Észak-Amerikából Lengyelországra, majd az 1950-es években Magyarországra. Ezt a fajt alapvetően tőgazdaságokban tenyésztették, de 1985 óta a természetes vizekben is megjelent. Mára hazánk leggyakoribb idegenhonos tizlábú rákfaja és az általa terjesztett rákpestis (*Aphanomyces astaci*) tizedeli az őshonos tizlábú rákokat, elsősorban a folyami- és a kecskerák-állományokat. Emellett a faj jelentős vízinnövény-fogyasztóként kisebb tavakban, csatornáknakban jelentős algásodást tud előidézni.

A vizekben található idegenhonos fajok egy másik nagy csoportja a vízi utak mentén terjed. A kínai gyapjasollójú rák (*Eriocheir sinensis*) vélhetően hajók ballaszttartályában jutott el Európa jelentős tengeri kikötőibe. Innen nagy folyóinkon felvándorolt, valamint élelmiszerszállítmányokból kiszökő élő egyedek minden évben kimutatják a Duna hazai szakaszán. Továbbá ide lehet sorolni a vándorkagylót (*Dreissena polymorpha*) és a kvaggakagylót (*Dreissena bugensis*) is, amelyek szintén hajókra tapadva jutottak el hozzánk.

## Mi befolyásolja az idegenhonos fajok terjedését?

Az idegenhonos fajok megjelenése és terjedése számos tényező hatásától függ. Ezeket érdemes két csoportra különíteni: élőhelyi tényezőkre és a fajok biológiai jellemzőire. Az élőhelyeknek számos jellemzője van, amely segíti vagy esetenként gátolja az idegenhonos fajok megtelepedését. Az élőhely inváziós fajokkal szembeni ellenálló képességét (vagy épp fogadóképességét) jelentősen befolyásolja a rendelkezésre álló tápanyag mennyisége, és az élőhely zavartsága. A tápanyagok hiánya esetén erős kompetíció alakul ki a fajok között, míg tápanyagbőség esetén kvázi jobban megférnek egymás mellett. Ez a jelenség jól kivehető a felszíni vizek eutrofizálódása és idegenhonos fajokkal való fertőzöttsége példáján is. Hazánkban a '70-es és '80-as években általános gondot okozott a felszíni vizek eutrofizálódása, vagyis a víz növényi tápanyagokban (főleg

nitrogén- és foszforformák) való felgyűlése, amit az intenzív mezőgazdasági művelés, a műtrágyák széleskörű használata okozhat. A vizek megnövekedett tápanyagtartalmát sok vízi és vízparti növény már nem viselte el. Az eutrofizálódás hatására olyan idegenhonos fajok érkeztek és váltak a vízpartok meghatározó növényeivé, mint a feketéllő farkasfog (*Bidens frondosa*), szemcsés békalencse (*Lemna minuta*), nagylevelű moszatpáfrány (*Azolla filiculoides*), a kanadai és cingár átokhínár (*Eloдея canadensis*, *E. nuttallii*) valamint a tündérhínár (*Cabomba caroliniana*).

A korai invázióbiológiai munkák gyakran vizsgálták a faji sokféleség szerepét az invázióra, ez az ún. diverzitás-ellenállóképesség hipotézis. E szerint az őshonos fajok nagyobb diverzitása ellenállóbbá teszi az élőhelyet az invázióval szemben. Az elmélet azon a

## ÖKOSZISZTÉMA-MÉRNÖK

Az ökoszisztéma-mérnök fajok jellegzetessége, hogy befolyásolják élőhelyük biotikus és abiotikus viszonyait, akár új élőhelyeket is létrehozva. Ismert képviselői pl. a hódok, hangyák, termeszek.

feltételezésen alapul, hogy a nagyobb fajsámú közösségekben nagyobb mértékű a források kihasználtsága, a fajok közötti versengés, és a predációból és parazitizmusból eredő nyomás is, ezért egy újonnan érkező (idegenhonos faj) számára kisebb az esély arra, hogy a megtelepedéshez és túléléshez elegendő mennyiségű tápanyaghoz jusson. A diverzitás és az élőhely ellenálló képességének fentebbi összefüggése azonban alapvetően kis térléptékben (néhány m<sup>2</sup>) igaz, nagyobb esetében (például az élőhely folt léptékében) már nem. Ezt a jelenséget hívják inváziós paradoxonnak.

Az invázió sikeressége természetesen a fajok tulajdonságaitól is függ. Azok a tulajdonságok, növényi jellegek, amelyek elősegítik a fajok gyorsabb megtelepedését, gyorsabb növekedését és a honos fajokkal szembeni jobb kompetíciós képességet, mind előnyt jelentenek egy invázió során. Ezek a jelleg alapú megközelítések és kutatások az ökológia, és így az invázióbiológia frontvonalába tartoznak. Az idegenhonos hínárnövény-fajok például nagyobb levélfelülettel (hatékonyabb gáz- és anyagcsere), kisebb fajlagos levélfelülettel (gyorsabb növekedési ráta) és leveleik kisebb szárazanyag-tartalmával (kevésbé tömör, könnyebben felépíthető szövetekkel) rendelkeznek.

### Közvetett és közvetlen hatások

Annak ellenére, hogy néhány esetben egyértelmű pozitív hatása is lehet egy idegenhonos fajnak, azt azért bátran kijelenthetjük, hogy az idegenhonos fajoknak túlnyomórészt káros, esetenként visszafordíthatatlan hatásai lehetnek. Természetesen egy faj környezeti hatásának megítélése nem egyszerű, hiszen az egyes fajok eltérő ökoszisztéma-szolgáltatásokkal rendelkeznek, számos ponton kapcsolódhatnak a táplálékhálózatba, illetve társadalmi hasznosításuk, szerepük is nagyon eltérő. Azt azért érdemes leszögezni, hogy egy természetes közösségben minden őshonos fajnak jól kiforrott szerepe van. Ezeket a szerepeket többnyire a fajok környezeti változókkal szembeni tűrőképessége, a forrásokért vívott versengés és a kompetíciós képesség



7. ábra. Naphal (*Lepomis gibbosus*)

határozza meg. Nemcsak a közösséget alakító fajok függnek saját élőhelyüktől, az élőhely és a környezetük állapota és működése is függ az ott élő fajok összetételétől és az egyes fajok tulajdonságaitól. Ez egyfajta kölcsönös egymásra utaltság, ami az élő rendszerek sajátossága. Egy ilyen rendszerben megfelelő arányban vannak termelő, fogyasztó és lebontó szervezetek, és

jól működő anyagforgalom zajlik. Ha egy ilyen rendszerben kicserélünk néhány fajt olyanokra, amelyek jelentősen eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek (pl. sikeresebb ragadozók vagy gyorsabban veszik fel a tápanyagokat a vízből), akkor ez az egyensúly felborul, és az élőhelyen látható változások következnek be. Ilyen lehet például a víz algásodása, az oxigénszint csökkenése, eutrofizációja, a fajok eltűnése, vagy szélsőséges esetben akár az élehetlenné válása is. Egy víztest ökológiai állapotának pedig közvetlen társadalmi hatásai vannak, hiszen az ivóvíztől a turizmuson át az árvízvédelemig számos ponton befolyásolja az életünket.

Az idegenhonos fajok alapvetően átalakítják az élőhelyek fajösszetételét. A fajkészlet átalakulása pedig magával vonja a szerepek átrendeződését, bizonyos fajok (és így funkciók) eltűnnek, mások felszaporodnak. Az idegenhonos fajoknak vannak azonban egyértelmű, kézzel fogható hatásai is. Jó példa erre az inváziós tizslábú rákok esete, amelyek egy része járatokat ásva óriási károkat képesek okozni az árvízi töltésekben és vízszabályozó műtárgyakban. Ennek hatását nem kell részletesen kifejteni, hiszen ezeknek az építményeknek az árvízvédelemben jelentős szerepük van. De ezeknek a fajoknak a közvetett hatásai is jelentősek, hiszen az őshonos tizslábú rákoknál (folyami, kecske- és kövirák) általában gyorsabban szaporodnak, erőteljesebbek, jobb kompetíciós képességekkel rendelkeznek, így kiszorítják azokat. Valamennyi tizslábú rákfajunk

mindenevő, így az őshonos folyami rák éppúgy, mint a korábban említett vörös mocsárrák. De míg az őshonos fajok állománya egy egészséges ökológiai rendszerben nagyjából egyensúlyi állapotban van, addig az inváziós tizslábú rákok hosszabb aktív időszakokkal,

8. ábra. A márványrák (*Procambarus virginalis*) őshonos rokonaitól eltérően télen is aktív



nagyobb szaporodási potenciáljukkal jelentősen több forrást használnak, így számos növény- és állatfajt képesek kiirtani az általuk meghódított élőhelyről és ezzel jelentős változásokat okoznak az anyag- és energiaforgalmi rendszerekben. Nem véletlenül hívják ezeket a fajokat ökoszisztéma-mérnököknek (lásd keretes írásunk).

Nem szabad elmenni azon tény mellett sem, hogy néhány ritka esetben bizony pozitív hatásai is lehetnek az idegenhonos fajok inváziójának.

Adott esetben nagy tömegben elszaporodva kiváló és könnyen hozzáférhető táplálékforrást jelentenek más állatok számára, erre jó példa a vörös mocsárrák, amely pl. a Doňana vizes élőhelyein megpihenő vándorló madaraknak jelentenek bőséges fehérjeforrást, vagy a cifrarák és márványrák esete, mely mára több hazai élőhelyén a vidra fontos tápláléka. De van példa ennél kifinomultabb „szolgáltatásra” is. A Balaton vízminőségének biztosításában, a víz folyamatos szűrésében általában fontos szerepe van a kagylóknak. A tóban rendkívüli mértékben elszaporodott az idegenhonos vándorkagyló és kvaggakagyló, de mennyiségük folytán így egy rendkívül fontos ökoszisztéma-szolgáltatást is nyújtanak számunkra. Ezek a kagylók gyorsabban szaporodnak, mint őshonos társaik, ezért hamarabb képesek kolonizálni az adott területet, így hamarabb hozzák helyre az ökoszisztéma-szolgáltatásban (jelen esetben a vízszűrés) esetlegesen keletkezett károkat is.

### Mit tehetünk az invázió ellen?

A biológiai invázió(k) történetéből, jelenkori folyamataiból világosan kirajzolódik az emberiség, azon belül az egyén felelőssége. A társadalom egyénéből áll, az egyéni döntések jelentős mértékben befolyásolják a biológiai invázió folyamatát. A felelőtlen állattartás, a díszállatok és dísznövények ellenőrizetlen össze-vissza telepítése a természetbe, pénzben is kifejezhető óriási károkat képes okozni. Sok hazai példa van arra, hogy a tulajdonosok, kezelők még csak fel sem fogják, hogy egy adott problémát alapvetően az idegenhonos fajok megjelenése okoz. Nagyon fontos a megfelelő, folyamatos és széles társadalmi rétegeket is érintő tájékoztatás. De állami fellépés, kormányzati stratégia nélkül, és az egyén felelősségre vonása nélkül



9. ábra. A vörös mocsárrák (*Procambarus clarkii*) a Duna mentén agresszíven terjed

ebben a folyamatban változás sajnos nem várható. Hiába van a felelős állattartásról törvény, ha már az egyén az elején nincs tisztában egy faj valós ökológiai igényeivel, vagy például, hogy egy ékszerteknős évtizedekig a társunk lesz és gondoskodnunk kell róla. Tudjuk, vannak olyan folyamatok, mint pl. a nemzetközi kereskedelem, szállítmányozás, amely elég összetettek ahhoz, hogy a biológiai invázióval kapcsolatos óvintézkedéseket

hatékonyan lehessen benne foganatosítani. De például az államigazgatásban is vannak bizonyos csomópontok ahol hatékony intézkedésekkel és ellenőrzésekkel sikereket lehet elérni az idegenhonos fajok terjedésével szemben. Példaként említhető Új-Zéland, ahol egy ország államigazgatási gépezetébe sok ponton és szervesen illeszkedik az idegenhonos fajokkal szembeni védekezés. Nemcsak a figyelemfelhívásról, oktatásról, nemcsak a szigorú vámvizsgálatról vagy az országba lépéskor a ruházat rendkívül alapos átvizsgálásáról van szó, hanem olyan betartatott törvényekről és szabályokról, ami mindenki-re kötelező érvényű, és amin keresztül fékezni vagy gátolni lehet a legkárosabb inváziós fajok terjedését.

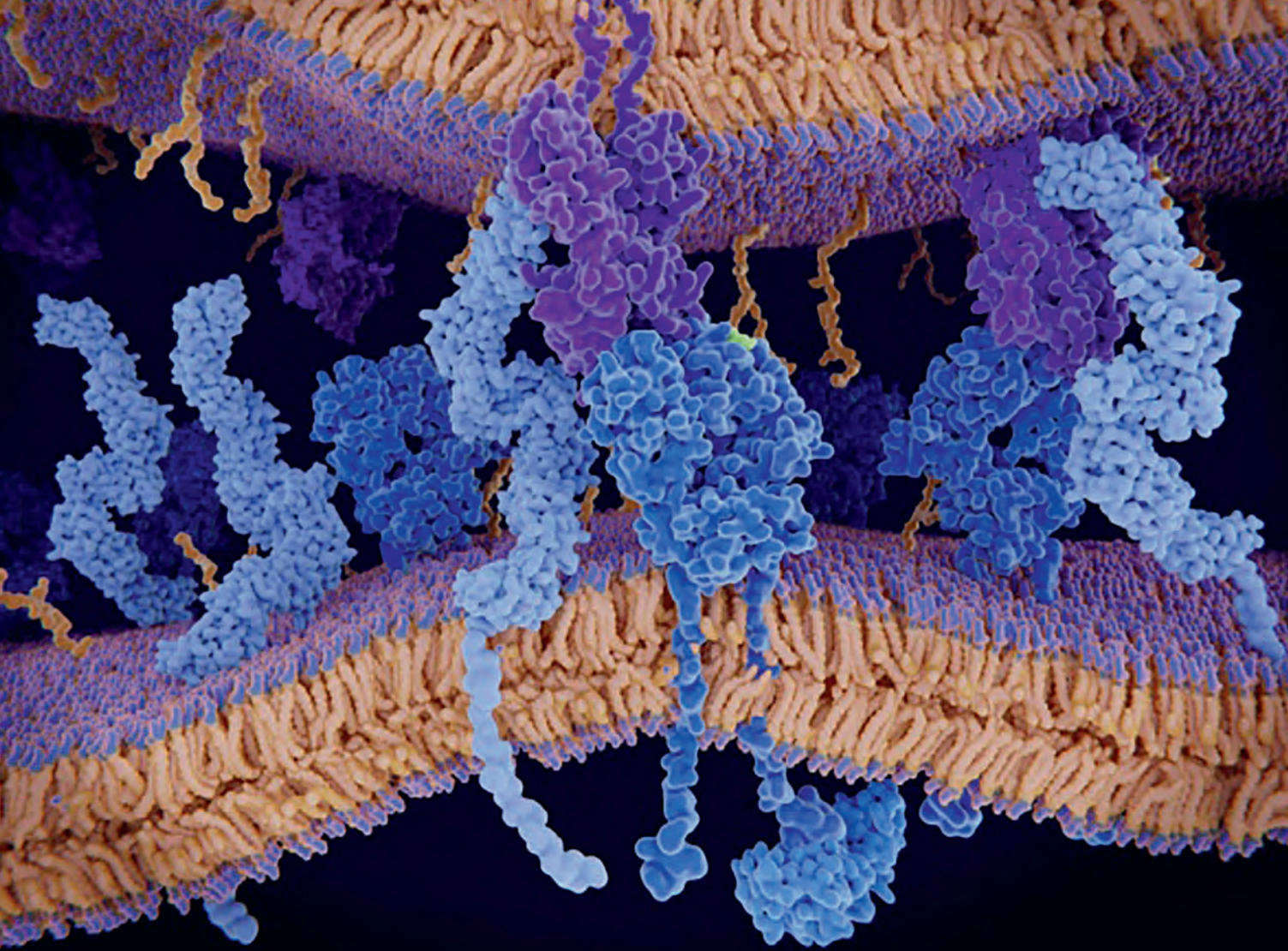
Mit tehet a szakember ennek a rendkívül összetett, bonyolult, de a mindennapjainkra egyre inkább hatással lévő problémának a megoldása érdekében? A legfontosabb, hogy a tudomány legújabb eredményeivel felhívja a figyelmet az újabb veszélyes fajok jelentette kockázatokra, a természetes élőhelyek mellett az erőteljesen módosított, folyamatos zavarásoknak kitett élőhelyek kutatásának fontosságára, valamint az egyén és a közösség felelősségére az újabb fajinváziók megelőzése és a már zajló káros folyamatok hatékony kezelése érdekében.

LUKÁCS BALÁZS ANDRÁS–LOVAS-KISS ÁDÁM–WEIPERTH ANDRÁS



A felszíni vizeket érintő biológiai inváziók kutatását az NKFIH FK (127939) és KH (129520) OTKA pályázatai, az MTA Bolyai Ösztöndíja, valamint az ÚNKP Bolyai+ ösztöndíja (ÚNKP-18-4-DE-163) támogatta.





AZ IMMUNRENDSZER VÁLASZA A KÓROKOZÓKNAK

## Generalisták és specialisták

Manczinger Máté mint fiatal kutatóorvos tisztán bioinformatikai eszközök használatával fedezte fel az ember immunrendszere és a kórokozók sokfélesége közti összefüggést. „Hibrid” csoportját az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpontban Pál Csaba és Papp Balázs laboratóriumához, valamint a Szegedi Tudományegyetem Bőrgyógyászati és Allergológiai Klinikájához is szoros szálak kötik. A kutatók hazai körülmények között az NKFI „Élvonal” pályázatának keretében folytatják a munkát.

### — *Mi volt a hipotézisük?*

— Kezdjük a legelején! Az immunrendszernek az evolúció során legfontosabb feladata az volt, hogy a fertőző betegségeket leküzdje. A fertőző betegségek jelentették az egyik legerősebb szelekciós tényezőt. Az immunrendszer feladata ehhez kapcsolódóan az, hogy a szervezetbe bejutott kórokozókat megkülönböztesse saját veszélytelen molekuláinktól, sejtjeinktől, és elpusztítsa azokat.

Az immunrendszer MHC nevű molekulája nagyon sokféle variánsban van jelen különböző emberekben. A több ezer különböző variáns azt eredményezi, hogy két ember nagy valószínűséggel különböző

MHC-molekulákat hordoz. Ennek a molekulának az a feladata, hogy a kórokozónak, valamint a saját sejteknek, saját fehérjéknek apró darabjait „bemutassa” az immunrendszer számára. Azon molekulákkal, kórokozókkal szemben, amelyeket nem mutat be, vak az immunrendszer. Magát az alapötletet az adta, hogy vannak olyan variánsai ezeknek az MHC-molekuláknak, amelyek nagyon kevés kórokozó bemutatására képesek, és vannak olyanok, amelyek nagyon sok kórokozót be tudnak mutatni. Az előbbieket specialista, míg az utóbbiakat generalista variánsoknak nevezzük. Azt feltételeztük, hogy a kétféle MHC-molekulatípus közti különbségnek valamilyen evolúciós oka van.

## Bioinformatikai módszerek

Az volt az ötletünk, hogy azokon a földrajzi területeken, ahol több tíz- vagy százezer évvel ezelőtt, az ember Afrikából történő kivándorlása során is nagyszámú kórokozó volt jelen, csak azok tudtak túlélni, akik generalista MHC-változatokat hordoztak, mert ezek a változatok képesek voltak az immunrendszernek bemutatni ezt a sokféle kórokozót. Ezek a földrajzi régiók főként a trópusi területek. Hipotézisünket a bioinformatika eszközeivel vizsgáltunk, és az eredményt a *PLoS Biology* folyóiratban publikáltuk.

— *A bioinformatika nagyon fejlődő ágazat...*

— A tudomány ma már hatalmas adatmennyiségre támaszkodhat. És minden, ami szükséges volt hipotézisünk bizonyításához, ingyenesen elérhető az interneten. Egyre több olyan adat kerül az internetre és válik ingyenesen felhasználhatóvá, hogy azt látom: komoly hipotézisek vizsgálhatók meg tisztán bioinformatikai módszerekkel, jelentősebb experimentális kutatás nélkül. Jelenleg egy félmillió brit „beteganyag” egészségi és genetikai adataival dolgoztunk. Ennek az előállítására több tízmilliárd forintos nagyságrendű költségre került, számunkra viszont ennek online használata újszólván ingyenes. Ugyanígy vannak adataink az USA-ból is. A legtöbb országban az állam azzal a feltétellel finanszíroz kutatásokat, hogy azok eredményeit az egész világon kötelezően hozzáférhetővé kell tenni. Ez a hozzánk hasonló bioinformatikusok, meg egyáltalán a tudomány számára nagyon jó dolog.

— *Milyen adatokra volt szükségük a munka elkezdéséhez?*

— Az kellett hozzá, hogy a Föld különböző pontjain különböző populációkban rendelkezésünkre álljon bizonyos MHC-variánsok előfordulása. Van egy adatbázis, ami ezt gyűjti össze. Persze arra is figyelniünk kellett, hogy ne olyan populációkat vizsgáljunk, amelyek például az utóbbi ötven évben telepedtek le egy adott területen, hiszen az nem tükrözné az evolúció hatásait. Az általunk használt adatbázisból sikerült mintegy száz bennszülött populációt összegyűjtenünk a Föld

legtérőbb pontjain, amelyek már évezredek, vagy év-tízezredek óta azokon a területeken élnek — tehát az evolúciós lenyomatnak látszania kell a populáció egyedeinek génjein, génvariánsain.

## Különböző génvariánsok

— *Szó volt korábban generalista és specialista MHC-génvariánsokról.*

— Ezek vizsgálatához is adatbázist alkalmaztunk, valamint egy számítógépes módszert, amivel meg tudtuk állapítani, hogy melyik variáns milyen különböző molekulákat fog tudni megkötni. És ezáltal tudtuk beazo-

nosítani, melyik variáns a generalista, és melyik a specialista. Még egy forrásra volt szükségünk, amely azt láttatja, hogy a kórokozók elterjedése jelenleg milyen, és hogy az evolúció során korábban milyen volt. Szerencsére ez viszonylag fix dolog: a trópusokon, az Egyenlítőhöz közeledve a kórokozófajok száma növekszik, ezt mind a historikus, mind a WHO és egyéb szervezetek által gyűjtött adatok is alátámasztják. Az említett forrásokat összegezve tudtuk megvizsgálni, mi az összefüggés a kórokozófajok száma és a generalista MHC-változatok elterjedése között. Összevetéseink eredményeképpen kijött egy olyan összefüggés, mely még a vártnál is

erősebb volt: a generalista variánsok valóban azokon a területeken terjedtek el, ahol nagyszámú eltérő kórokozó van jelen.

— *És most hogyan tovább?*

— Amit most szeretnénk megvizsgálni, az, hogy ezeknek az MHC-variánsoknak milyen betegségek leküzdésében milyen fontos a szerepe, kideríteni, hogy a generalista változatok valóban több fertőző betegség leküzdését teszik-e lehetővé, mint a specialisták.

— *Ha a specialista MHC-variánsok kevesebb fertőző betegség ellen hasznavehetőek, akkor miért maradtak fenn a mai napig?*

— Azt is vizsgáljuk, hogy a generalista változat hordozásának van-e negatív hozadéka. Ez azért fontos, mert ha minden szempontból teljesen jó dolog lenne, ha generalista molekula van valakiben, akkor mindenhol az lenne jelen. De azt látjuk, hogy ahol nincs rá szükség,



Manczinger Máté Magyarországon is tudja folytatni kutatásait

így például Észak-Európában, ahol kevés a fertőző betegség, ott a specialista változatok terjedtek el. Több hipotézisünk is van ezzel kapcsolatban. Az egyik az, hogy több bemutatott molekula egyszersmind több saját bemutatott molekulát is jelent, és ez például autoimmun betegségekre hajlamosít — amikor az immunrendszer a szervezet saját sejtjeit is megtámadja. De ártalmatlan környezeti tényezőkkel szemben is kialakulhat túlzott immunreakció a generalista MHC molekulákat hordozó egyénekben. Ez allergiás megbetegedéseket eredményezhet, mint mondjuk az allergiás asztma vagy a szénanátha. Példaképpen: a parlagfű pollenjei voltaképpen ártalmatlanok a szervezet számára, az immunrendszer mégis védekezik ellene — így alakul ki a parlagfűallergia.

És ha belegondolunk, lehet, hogy bizonyos vírusoknak egy speciális, kizárólag arra a vírusra jellemző molekuláját felismerni sokkal előnyösebb, mint ugyanannak a vírusnak több különböző, kevésbé jellemző molekuláját felismerni, mert így sokkal erősebb immunválasz alakulhat ki ellene. Olyan ez a helyzet, mint a svájci bicska, amelyen sokféle, sok mindenre való eszköz van, de ezek egy konkrét feladat megoldására kevésbé alkalmasak, mint egy kimondottan az adott probléma leküzdésére létrehozott „célszerszám”.

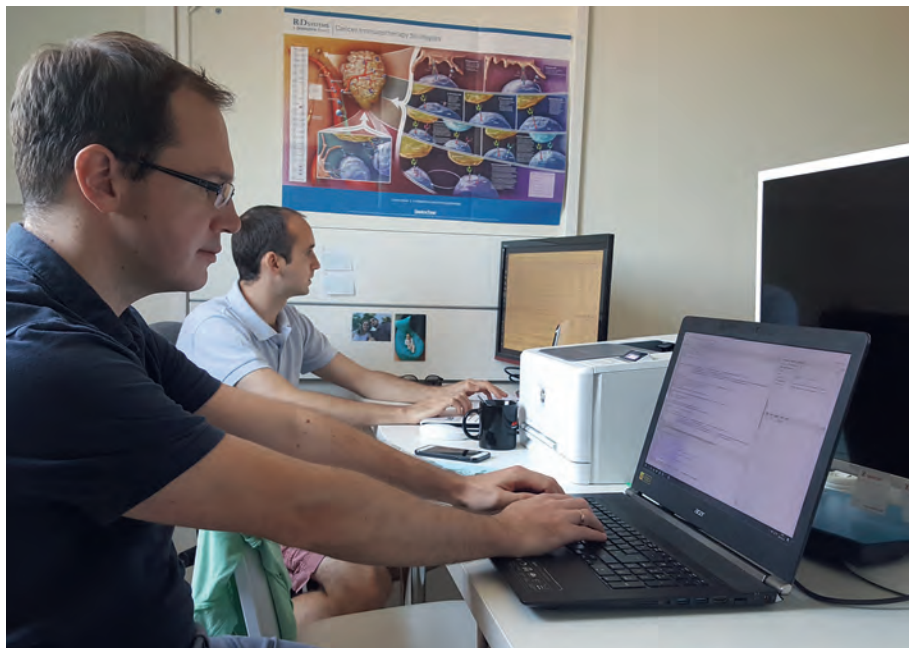
— *Orvosilag hogyan hasznosíthatók a kutatásaik?*

— Most kezd elterjedni a személyre szabott orvoslás. Az elmúlt évszázadokban, évtizedekben kifejlesztettek egy-egy gyógymódot, amit mindenkire ugyanúgy alkalmazták. Lehet, hogy az emberek bizonyos részére hatott, de bizonyos részére nem. A biotechnológia fejlődésével lehetőségünk van egyénre szabni a terápiát. Ha ismert egy ember genetikai háttere, akkor meg tudjuk jósolni, hogy egy betegséggel szemben mennyire ellenálló, le tudja-e küzdeni a kórokozót, mennyire hajlamos az autoimmun betegségekre, vagy a védőoltások mennyi ideig biztosítanak védeltséget számára. Szaknyelven ezt úgy is mondhatjuk, hogy a specialista—generalista különbség erős biomarkerré válhat. Jelenleg ezt teszteljük. Hipotézisünk szerint a generalizmus bizonyos betegségek esetén előnyös, míg más betegségekben hátrányos lehet. Egy biztos: a leközölt eredményeink arra utalnak, hogy a generalista-specialista különbségnek jelentős szerepe lehetett a túlélésben az evolúció folyamán.

A munka itthon is folytatható

— *Milyen keretek között kezdődött az önök kutatása, és milyen keretek között működik ma?*

— Magam a Szegedi Tudományegyetemen szerzett diplomám után bőrgyógyászként szakvizsgáztam, és vonzóztak a megoldatlan dolgok, így a specialista—generalista MHC molekulák jelentősége. Hamar nyilvánvalóvá vált számomra, hogy ezzel kapcsolatban minden adatot megtalálok a világhálón, csupán „össze kell őket fésülni”. Feltételezésemmel meg-



Manczinger Máté PHD-hallgatói, Balogh Gergő és Koncz Balázs, munka közben (Manczinger Máté felvétele)

kerestem *Kemény Lajost*, az Szegedi Tudományegyetem Bőrgyógyászati Klinika igazgató professzorát, és felvettük a kapcsolatot *Pál Csabával* és *Papp Balázssal*, az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont Evolúciós Rendszerbiológiai műhelyében. A nagy felhajtóerőt a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) ötéves Élvtal-pályázata adta, melynek támogatásával megjelentettük említett cikkünket a *PLoS Biology*-ban. Csoportomban jelenleg vannak PhD-hallgatók, graduális orvostudományban részt vevő hallgatók, és van egy biomérnök hallgató is. A bioinformatika eszközei hazánkban is elérhetőek, ezért egyelőre nem látok lényeges előnyt abban, ha külföldön folytatnám ugyanezt a tudományos tevékenységet. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy ne lenne szükség külföldi tanulmányutakra és együttműködésekre, valamint nemzetközi konferenciákon történő részvételre a tudományos fejlődéshez.

FARKAS CSABA



## ŐSI FOLYÓMEDER IGAZOLJA A FÖLDKÖZI-TENGER MIOCÉN-KORI KISZÁRADÁSÁT

# Geology

A messinai sókrízis néven ismert időszak 5,97-5,33 millió éve zajlott, ennek során a Földközi-tenger keleti medencéje szinte teljesen kiszáradt, s a nyugati medence is igen nagy arányban zsugorodott, köszönhetően a Gibraltári-szoros bezáródásának. A korszak nevét adó sós-gipszes ásványi lerakódások az atlanti utánpótlás nélkül maradt tengervíz elpárolgása során keletkeztek, igen vastag rétegekben. A nagyfokú kiszáradásnak a szoros újbóli, tektonikai okból bekövetkezett felnyílása vetett véget mintegy 600 000 év elteltével.

Egy nemzetközi kutatócsoport tárt fel részleteket a sókrízis idejéből, mégpedig egy alig 130 000 éven át létezett folyó nyomai alapján.

A kutatók olyan szeizmikus adatokat vizsgáltak meg, amelyek a keleti medencében (Ciprus, Izrael, Líbia, Szíria partjai mentén) végzett szénhidrogén-kutatás során születtek, s ezekből derült ki, hogy a sókrízis ideje alatt itt egy hatalmas, a korabeli Nílussal vetekedő folyó mélyült a korábban kiszáradt tengerfenékre. A folyó maga a mai Törökország és Szíria területéről folyt a Földközi-tenger medencéjébe, a mai partoktól több mint 500 kilométer távolságba jutott. A szeizmikus jelekből feltároló üledékrétegek egyértelműen folyóvízi lerakódás valamint a folyótorkolat áthelyeződésének nyomait is megmutatták. A folyó üledékei és a medre a messinai sókrízis idejének párolgása miatt kialakult kőzetrétegek (ún. evaporitok) tetején és azokba vájtán helyezkednek el. Amikor a

Földközi-tenger ismételen elkezdett vízzel feltelni, a folyó egyre hátrált, torkolata közelebb került a mai partvidékhez. Ugyanezt eredményezhette pusztán az is, hogy a levantei régió tengeri területei süllyedtek, míg a szárazföldiek kiemelkedtek a messinai korszak végén.

A folyó a sókrízis vége felé létezett, a korát 5,55-5,33 millió évesre becslik a kutatók, s ebben a korban számos más, hasonlóan folyóvízi eredetű lerakódás nyoma is megjelent a Földközi-tenger keleti medencéjében. A több, e területre érkező folyó (beleértve a Nílust is) fenntarthatott egy nagyobb, vagy több kisebb, erősen sós vizű tavat is a medencében, a tó (tavak) kiterjedése pedig a Földközi-tenger negyedét is elérhette.

A folyó kialakulását előidézhette a forrásterületének csapadékviszonyaiban bekövetkezett változás, és a már meglévő vízfolyások rendszerének tektonikai okú átalakulása is. Jelenleg a levantei régióban nincs jelentős ide torkolló folyó, ám régóta sejtették, hogy a miocénben lehettek ilyenek. A most feltárt korabeli nagy folyó és más, szintén a Földközi-tenger keleti medencéjébe torkolló folyó létezésének az adhatott okot, hogy a terület az akkori tektonikai viszonyai miatt még a Földközi-tenger felé lejtett, mára viszont már a Perzsa-öböl irányába tartanak a régió folyói. A kutatócsoport azzal a felvetéssel is előjött, hogy az ősfolyó akár az Eufrátesz elődje is lehetett.

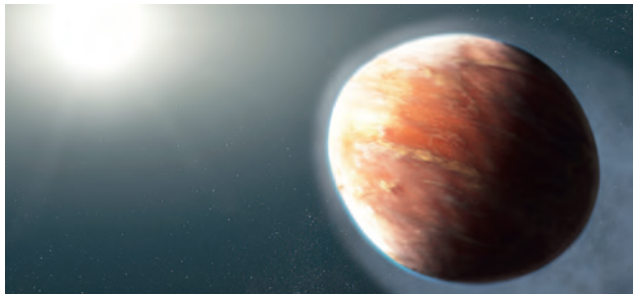
A terület korabeli klímaviszonyainak modellezéséhez az alapkérdés, hogy vajon mennyire volt kiszáradva a Földközi-tenger keleti medencéje. A jelentős, de nem teljes kiszáradás hatására a levantei terület magasabban fekvő részeit a mainál több csapadék érthette, a teljes kiszáradást viszont e területen is aszályos klíma követhette. A körülbelül 80 százalékban kiszáradt tenger eredményezhette azokat a csapadékviszonyokat, amelyek révén a most feltárt ősfolyó a levantei medencébe szállíthatta a vizet.

*(Geology, 2019. január)*



## FÉMES LÉGKÖRŰ, OVÁLIS BOLYGÓT FEDEZETT FEL A HUBBLE

Földünkötől 900 fényév távolságban lévő exobolygót vizsgált a Hubble űrteleszkóp egy 20 távoli planétát érintő megfigyelési sorozatban. Ennek során a kiválasztott égitesteket több hullámhossztartományban is megfigyelték, amint azok elvonultak az anyacsillaguk



előtt. E mérésekből többek közt a bolygók légköréről lehetett információt gyűjteni. Utóbbi szempontból különösen kedvező helyzetű volt a mi Jupiterünknel kissé nagyobb tömegű WASP-121b jelű égitest.

Az úgynevezett forró Jupiter kategóriába sorolható exobolygók általában még elég „hűvösek” ahhoz, hogy a légkörük alsó rétegeiben lévő fémek kicsapódjanak, a WASP-121b esetében azonban már annyira forró az atmoszféra, hogy a magnézium és a vas a legkülső légrétegben is megtalálható. Több esetben láttak már fémeket a forró Jupiterek légkörében, de eddig minden esetben azok alsó rétegeiben. A mostani megfigyelésekből egyértelműen az derült ki, hogy olyan régióban vannak a bolygó körül e gáz állapotú fémek, ahol a gravitáció már nem köti meg őket, s kiszabadulnak az atmoszférából. A mérések alapján ez annak köszönhető, hogy a csillag a Napunknál jóval erősebb ultraibolya sugárzást bocsát ki, ez forrósítja fel a felső légkört megfelelő mértékben. Könnyen lehet, hogy e fémek forrósága adja magának a felső légkörnek is a rendkívüli hőmérsékletét. A bolygó olyan közel kering csillagához, hogy annak gravitációja következtében fellépő árapály erősen eltorzította, így a bolygó megnyúlt alakú, a csillag pedig folyamatosan tépi le a légkörét.

A Hubble megfigyeléseiből megismerhetjük azokat a folyamatokat, amelyekben a bolygók a kialakulásuk során összegyűjtött gázokból álló őslégkörüket elveszítik.

A WASP-121b a majdani James Webb Űrteleszkóp számára is izgalmas célpont lesz, ez a műszer infravörös tartományban észlelheti majd, így a mostani méréseket kiegészítve a bolygó teljes légköréről képet kapnak majd a csillagászok.

*(The Astronomical Journal, augusztus 1.)*

## EGYMÁST UTÁNOZZÁK AZ EGY HELYEN ÉLŐ HARKÁLYOK

A Cornell Egyetem Ornitológiai Laboratóriuma vezetésével készült azaz kutatás, melyben a harkályok szembeszökő hasonlóságait tárják fel filogenetikai, globális madár megfigyelési és elterjedési adatok összehasonlítása alapján. Általánosságban a nedvesebb (és melegebb) élőhelyeket elfoglaló fajok tollazata sötétebb és kevésbé mintás, mint a szárazabb (és hűvösebb) helyen élőké, köszönhetően a Gloger-szabálynak, ami nemcsak madarak esetében érvényes. A harkályok hasonlóságai azonban nem állnak meg itt. Olyan összefüggések is feltárultak, mint az évszakossággal növekvő mintázat (minél nagyobb az évszaki különbség a klímában, annál mintásabb a madár), s az, hogy a nagyobb termetű madarakon fordulnak elő a nagyobb méretű színes foltok, a kisebb termetűek ezeket általában nélkülözik. A nyílt területeken élő harkályok körében sokkal gyakoribb a zöldes árnyalat, az erdők sűrűjében élők inkább a piros felé hajlanak, s a nyílt terepen élők esetében sokkal gyakoribb az is, hogy színes a madár hasi oldala.

Habár a legtöbb esetben az élőhely klímája és jellege határozza meg a harkályok általános külső megjelenését, egyes fajok hasonlóságára erősebben hat, ha két faj azonos helyen, egymás mellett él. A gyakorlatban ezt egymásra hasonlító harkályfaj-párokként fogalmazták meg a kutatók, és ezek a hasonló külsejű fajok nem azért hasonlóak, mert közeli rokonok lennének. A kutatók szerint egyértelmű, hogy mimikri esetei állnak fenn, az egymás közelében, azonos élőhelyen élő fajok úgy fejlődtek az évmilliók során, hogy a külső szemlélők (ragadozók, más, pl. táplálékért versengő madárfajok) számára könnyen összetéveszthetővé váltak. Valószínűsíthető, bár még alaposabb kutatást igénylő a feltételezés, hogy a hasonlóságból a kisebb termetű faj hasznos húz. Az sem világos még, hogy az egymástól rokoni szinten távoli fajoknál milyen genetikai tényezők állnak a hasonlóság mögött, mi határozza meg az egyes mintázatok, színek kialakulását.

*(Nature Communications, 2019. április)*



# Égig érő értékek

„Dolgozz, munkálj.  
A szép, a jó, a hasznos,  
mihelyt elkészül, az élethez áll.  
Illyés Gyula

Kolozsvár utcáit róva, kíváncsi természetünkéből adódóan, többször szemléltük a házak ereszeit, fedeleit, mint az utca egyenetlenségeit a lábunk alatt. Dorgáltak is érte sokszor szüleink: „nézz a lábad alá, mindjárt orra buksz!” Egy szép napon felfigyeltünk az egyik házra, a tető alatti eresz mellett két nagy, különleges alakú testre. Tanakodtunk, vajon mi is lehet az, de sokáig rejtély maradt előttünk. Viszont jártunkban-keltünkben még sok helyen figyeltünk meg kisebb-nagyobb, egyszerűbb és díszesebb tárgyakat, melyek „lógtak” az ereszekben, mintha az ereszekbe kapaszkodtak volna. Mint kiderült, a vízgyűjtő üstök sokfélesége keltette fel az érdeklődésünket.

A sejtelmes cím egy játékos alliterációval akarja felhívni a figyelmet a bonckés alá vett vízgyűjtő üstök jelentőségére, melyek a földről nézve az égig érnek, az ég fele mutatnak. Másfelől ezen iparművészeti emlékek pénzben kifejezhető értéke nagy, vagyis égbe kiáltó, *égig érő* érték, hiszen azáltal, hogy elmúlt idők emlékeit idézik, számuk nap mint nap csökken, már nem vásárolhatóak meg bármely utcasarkon, s bár rekonstruálhatóak, de ezzel az értékük jelentősen csökken. Értékek, kincsek azáltal is, hogy – bár több mint egy évszázadosak – eddig úgy

meglapultak az ereszek árnyékában, hogy senki nem foglalkozott velük, senki sem figyelt fel rájuk, pedig még csak áskálnia sem kellett volna a régésznek, hogy rájuk lelhessen.

Hosszas kutatómunka eredményeképpen megtudtuk, hogy ezeket a vízgyűjtő üstöket mesteremberek, előbb bádogosok, majd díszműbádogosok készítették minta után. A minta részletgazdag tervrajz alapján gipszbe vésve készült. Hogy ki készítette az elsőt, azt nem lehet tudni, mint ahogy azt sem, hogy az első példány hol készült és milyen volt. Ami bizonyos, létjogosultságuk a városi csatornahálózat bevezetése után lett, tehát Kolozsváron a századfordulóra tehető az első vízüst megjelenése. Ezt az időpontot alátámasztják a korabeli metszetek, festmények, fényképek is, hisz ezeken is az első ereszcatorna, majd a vízüst is a XIX. század utolsó egy-két évtizedében készült képeken jelenik meg először. Ki, vagy mi ihlette az első mesterembert? – erre a kérdésre sincs válaszunk. Talán angyali sugallat, vagy egy hirtelen zápor okozta kár? – csak feltételezéseink lehetnek. Elnézve ezeket az iparművészeti emlékeket, a cikk felvezető mottója, Illyés Gyula szavai jutnak eszünkbe, s bár valószínű, hogy a mesterember is a szépre, jóra és hasznosra gondolt, biztos, hogy az ötletet adó szikrát nem a költő ars poetica-ja ihlette, hiszen az első üstök már rég díszlegettek a házak ereszein, amikor a költő tollából napvilágot láttak e sorok.

A csatornarendszer és a vízgyűjtő üstök

Bizonyított tény, hogy a rómaiaknak és a görögöknek volt csatornarendszerük már az ókorban is. Felvetődik akkor a kérdés, hogy Kolozsvár ennyire le volt maradva közművesítés szempontjából? Az adatok alapján nem

1. ábra. 1889 előtt: Mátyás király szülőházának egy részlete, a ház sarkán nincs ereszcatorna.  
Forrás: Vasárnapi újság 1889. szept. 22-i számában megjelent Dunky-fivérek fényképe után készült kép

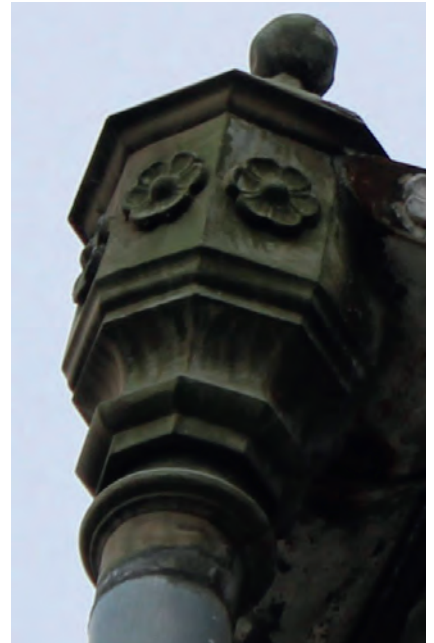




2. ábra. Vízgyűjtő üst földszintes épületen



3. ábra. Siralmas állapotban levő vízgyűjtő üst a hajdani Honvéd utcában



4. ábra. Vízgyűjtő üst a hajdani Deák Ferenc utcában

volt lemaradva, sem a Monarchia többi településéhez képest, sem más országokhoz képest, csupán arról van szó, hogy az ókori csatornarendszerek is, csakúgy, mint a középkori váraknál talált rendszerek, kis távolságra, a váron kívülre vezették csak el a szennyvizet, legtöbbször nyílt árkokba. A városok fejlődésével, ezek az elvezetések a városon belülre kerültek, s a nyílt árkokban pangó szennyvíz sajnos orrfacsaró bűz és járványok kialakulásához vezetett. Emiatt a XIX. századi Európában mindenütt, szinte egyszerre, a század második felében, megoldásokat kezdtek keresni, s rájöttek, hogy a kulcs az egész várost átfogó, föld alatt húzódó csatornarendszer kiépítése.

S ha már a csatornarendszer megoldódott, valószínűleg valamelyik építésznek eszébe juthatott, hogy a nagy záporok alkalmával az utcán hömpölygő vízáradra is megoldást kell találni, s így jöhettek létre az ereszcatornák, majd a vízgyűjtő üstök is, mert régi felvételeken a házakról hiányoznak az ereszcatornák is. Az, hogy a téli időszakban a házakról lelógó temérdek jégcsap kialakulása ellen is hatásosak ezek a vízgyűjtő üstök, lehet, eszébe sem jutott az akkori építésznek, de úgy tűnik, két legyet ütött egy csapásra.

Sokféleség, sokszínűség

Nem vagyunk egyformák – mondják sokszor, s hozzátesszik, hogy az érték a sokféleségben rejlik. Így van ez ezen iparművészeti emlékekkel is. Változatosságuk, sokszínűségük teszi őket érdekessé. Több tucat fénykép készült a kolozsvári vízgyűjtő üstökről, van köztük

templomokon levő, legtöbbször egy- vagy kétemeletes házakon levő, ritkán többemeletes, de találtunk két földszintes épületen is. Ezek sajnos a legveszélyeztetettebbek, mert egyik épület körül már lebontották a házakat, és kezdődik az építkezés, így félő, hogy hamarosan a vízüstök létéről csak a fényképeink fognak tanúskodni, hiszen házastól, mindenestől a kotrógépek martalékaivá válhatnak. A másik, műemlék épületen lévén (Jusztiház), nem lenne annyira veszélyben, viszont a ház és főleg az üst állapota siralmas, tehát nem lerombolás fenyegeti, hanem az idő vasfoga, s konzerválás hiányában az idő múlása végzetes lehet számára. A vízgyűjtő üstök legtöbb esetben díszes kovácsoltvas tartóval vannak a falhoz fogva. Sajnos több épületen csak a kovácsoltvas tartók s esetlegesen az üstök alsó gyűrűi árulkodnak arról, hogy hajdan vízgyűjtő üstök díszítették az épületet.

A vízüstök sokszínűségéhez a méretük is hozzájárul. A szakirodalomban a méretük 70-77 centiméternek van megadva, de a Kolozsváron talált vízgyűjtő üstök méreteit képfeldolgozó program segítségével megbecsülve úgy találtuk, hogy, bár legtöbbször hossza tényleg ebben a tartományban mozog, mégis, a kivétel erősíti a szabályt, kettő hossza 80-84 centiméterre tehető, s egyik üst mérete jóval átlag feletti, hossza 5-6 centiméterrel meghaladja az egy métert. Mindhárom gigantikus méretű vízüst kétemeletes ház ereszcatornájának a díszje. Nyilvánvaló, hogy ilyen hatalmas méretű üst nem állna jól egy kis törekeny földszintes épületnek, de a fordítottja már nem igaz, valószínűleg azért található számtalan kétemeletes épületen a megszokott méretű üst.

Vízgyűjtő üstök a nemzetiségek sokszínűségében

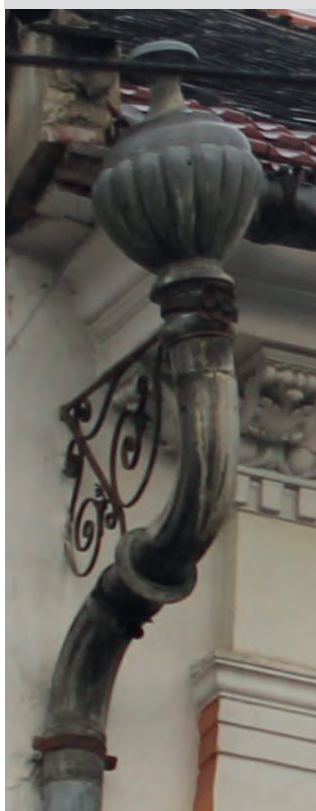
Vízgyűjtő üstöket előbb a bádigosok készítettek, majd, ahogy a díszítőelemek egyre nagyobb hangsúlyt kaptak az üstök esetében is, úgy mind inkább átadódott ez a tevékenység a díszműbádigosok kezébe.

Az utóbbi időben egyre több szó esik a hirtelen, földből felbukkanó bádogpalotákról. A Kolozsvártól nyugatra fekvő Bánffyhunyadon rövid idő alatt egész palotanegyed alakult ki, mintha a régi rendszer gomba módra szaporodó tömbházai génmutációt szenvedtek volna. „Cifra palota, zöld az ablaka...” zengi a népdal, mely Kodály Zoltánnak köszönhetően széles körben vált ismertté a nagyvilágban. Ha nem tudnánk, hogy a népdalok keletkezésének idején még nem léteztek ezek a paloták, akkor azt hihetnénk, hogy a népdalírók ezek ihlették, bár nem zöld az ablakuk. Ezen paloták cifra bádogfedele elárulja tulajdonosaik etnikai hovatartozását, amit ők büszkén vállalnak is. Ha az embert nem vakítja el a bádogfedelekről visszaverődő erős nap sugar, akkor észreveheti, hogy a fedelek pereménél, az ereszcatornákon több, díszítő elemekben bővelkedő vízüst is található, ami feltűnő, mert a most épülő villák esetében ez nem jellemző, ott csupaszok az ereszcatornák. Azt, hogy ezek a kiváló bádigosok (akik évszázadok óta űzik mesterségüket, amióta otthagyták őshazájukat) tisztában vannak a vízüst előnyeivel, vagy csak a cifraságuk miatt tették fel őket, nehéz lenne eldönteni, bár Gábor Lajos

roma származású bádigos és színész, kérdésünkre egyből magyarázni kezdte, hogyan tárolja a vizet az ilyen vízüst egy kiadós eső esetén. Még meglepőbb, hogy az ereszekben több vízüst lóg, mint ahánynak elvezető csatornája is van. Olyanra, ami nem vezeti a függőleges csatornába a vizet, Kolozsvár épületein nem bukkantunk, legalábbis eddig, viszont a hunyadi paloták ereszein nem csak a függőleges csatornabeárlóknál látszanak vízüstök, hanem köztük is, körülbelül öt méterenként találhatóak, képfeldolgozó program segítségével eszközölt becsléseink szerint. Ezek szerint ezen cifra-paloták tulajdonosai csak díszítésként használták volna ezeket? – ismét egy nem költőinek szánt kérdés, amire a válasz még várat magára. A nagy Révai lexikon 1912-es kiadását fellapozva, rádőbentünk, hogy az is említi már a vízgyűjtő üstöket (külön leírás nincs róla, de az ereszek leírásánál meg van említve), a leírás szerint 14-15 méterenként használták őket a függőleges csatorna torkolásánál, vagyis két függőleges csatorna közti üstről a lexikon sem tesz említést.

Erdélyben a bádigosok közt manapság is inkább cigány mesterembereket találunk, viszont a díszműbádigoság inkább a magyar mesterek szakterületévé vált, az autóbádigosok közt találunk román és magyar mesterembereket is. Békésen megvan egymás mellett itt a magyar, a román és a cigány bádigos, egyik sem veszi el a másik munkáját, kenyerét, mindenik azt a munkát végzi, amihez a legjobban ért.

5. ábra. Vízgyűjtő üst földszintes épületen



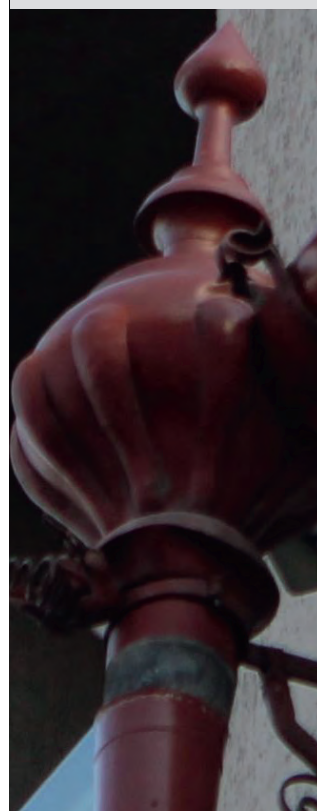
6. ábra. Síralmas állapotban levő vízgyűjtő üst a hajdani Honvéd utcában



7. ábra. Vízgyűjtő üst a hajdani Deák Ferenc utcában



8. ábra. Vízgyűjtő üst a hajdani Honvéd utcában



Kíváncsiak voltunk, vajon kiknek a keze munkáját dicsérhetik a még meglévő vízüstök Kolozsvár épületein? Így kezdtünk el múlt századi kolozsvári bádgosok és díszműbádgosok után kutatni. Két azonos nevű bádgosra és díszműbádgosra bukkantunk 1932-ből és 1944-ből a korabeli hirdetések között, valamint Gaál György könyvében két bádgosműhelyre bukkantunk a Magyar utcában, Fischer Mártonéra és Bikfalvi András Hersch Izsákkal közös vállalkozására, mindkét műhely az 1920-as évekből való. Sajnos arra adatot egyelőre még nem találtunk, hogy hol találhatnánk meg kezük munkáját.

#### Ereszcsatornák tudós szemmel

Gaál György irodalom- és helytörténetet kérdeztük a vízüstökről, azt mondta, nem foglalkozott velük, és tudtával eddig még senki sem foglalkozott vízüstökkel, tehát úttörő munkánk göröngyös ösvényeit egyedül kell végigjárjunk.

Kíváncsiak voltunk, hogyan nézhet ki belülről egy ilyen vízüst, így felmásztunk egy olyan padlásablakba, melyből lehetőségünk nyílt lefényképezni felülről egy olyan vízüstöt, melynek hiányzott a teteje. Így jöttünk rá, hogy a vízüst az ereszcsontra szélére van rögzítve, s egy nagyobb méretű lyukon keresztül folyik a víz a levezetőcsatornába. Nem ez az egyedüli megoldás, láttunk olyat is, amikor az



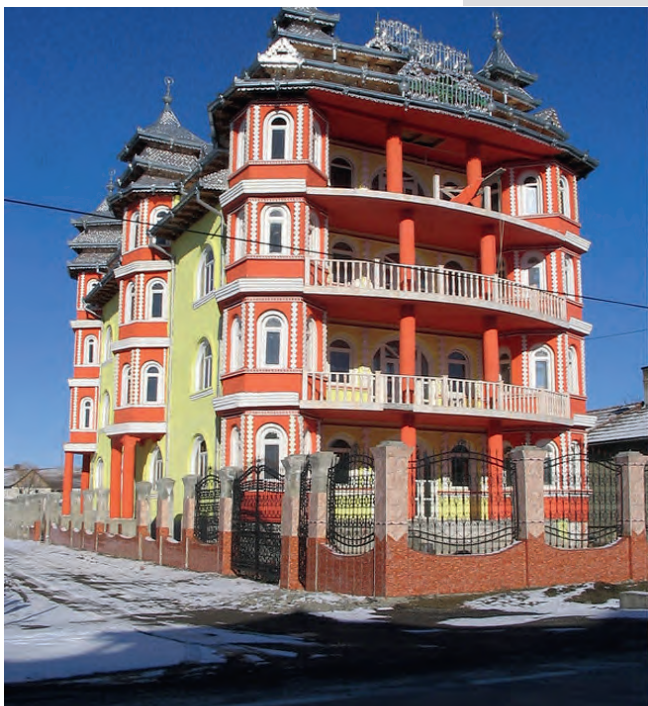
9. ábra. Vízgyűjtő üst a hajdani Bartha Miklós utcában

10. ábra. Cifra paloták Bánffyhunyadon

ereszcsatorna el van vágva, a vízüstöt kifúrják oldalt, és a két csatornacsonk két oldalról az üstbe vezeti a vizet.

Bármennyire is hihetetlen, a vízgyűjtőüstök kapcsolódnak a fizikához, környezettudományhoz, építészethez, technikához, kultúrtörténethez, ipartörténethez, iparművészethez, de még a néprajzhoz is.

Elődeink több fizikát préseltek a vízgyűjtő üstökbe, mint amennyit gondolnánk. Erre a következtetésre jutottunk, amikor fizikus szemmel vizsgáltuk meg őket. Tudták, hogy a bádog jó hővezető, azt is tudták, hogy a sötét szín több fénysugarat, és ezáltal több meleget nyel el, mint a környezete (nem úgy, mint a mai háztulajdonosok, akik szép fehérre festik a vízüstöket, csökkentve ezáltal a hatékonyságukat). Példa erre a Devecseri Emil által tervezett Adler-ház vízüstje 1912-ben és 2018-ban. A hőkamerával végzett méréseink igazolták feltételezéseinket, ugyanaz a vízüst napfény hatására jobban felmelegedett, mint a fal, míg napfény hiányában a hőmérséklete nagyon kevéssel elmaradt a fal hőmérsékletétől. Minél nagyobb a felülete, annál jobban felmelegszik, s így meggátolja a téli napokon a fagydugók keletkezését a kásás hó-víz olvadék esetén, ezáltal csökkenti a jégcsapok keletkezésének a valószínűségét is. De a fizikusok azt is tudják, hogy miért van több tölcser vagy gömb formájú vízüst, mint henger alakú. S még mielőtt valaki esztétikai érveken törné az agyát, eláruljuk, hogy





11. ábra. Vízugyjtő üst belülről



12. ábra. Adler-ház 1912-ben

a választ a hidrodinamika szolgáltatja, a tölcser alak ugyanis 30 százalékkal több víz elnyelését eredményezi.

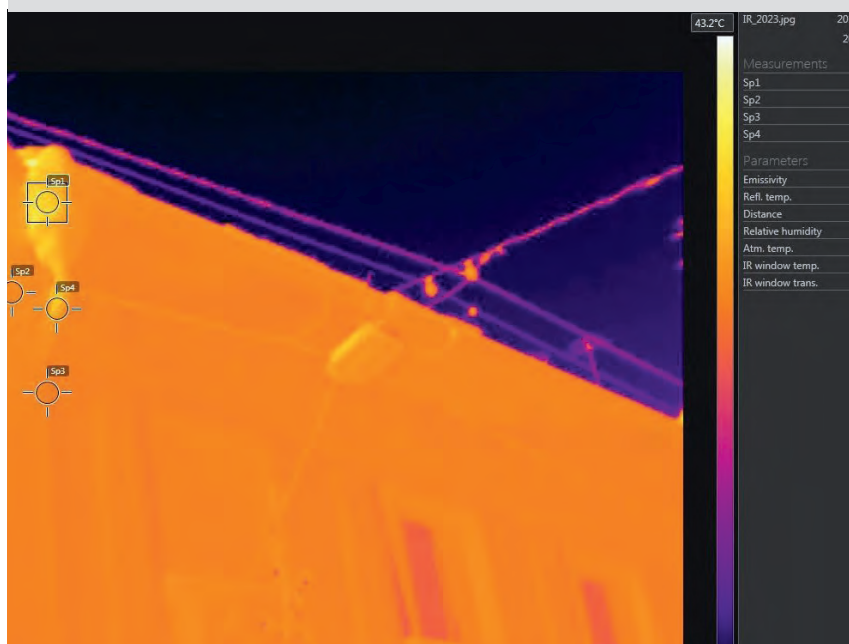
A környezetvédelem ellentmondásosságaira is felfigyeltünk. Ma, amikor lépten-nyomon a globális felmelegedésről hallunk, s minden ország komoly intézkedéseket hoz annak érdekében, hogy a további felmelegedést meggátolhassa, az ereszeket elektromos árammal melegítik több helyen, ahelyett, hogy

néhány vízugyjtő üstöt szerelnének, mely áramot sem fogyasztana és a környezetünket sem melegítené hiába. Furcsa egy világot élünk, hiszen régen – nagyszüleink mesélték – komoly telek voltak, vastag hótakaróval, s mégsem kellett az ereszeket külön melegíteni. Ezzel ellentétben, ma, amikor havat csak átutazóban látunk, elektromos árammal melegítjük az ereszeket, ezzel növelve a globális felmelegedés mértékét, hiszen azok a fűtőkábelek nem csak az ereszt, hanem a légment

13. ábra. Az Adler-ház vízüstje 2018-ban



14. ábra. Napos időben készített felvétel hőkamera segítségével a Bartha Miklós utcában





15. ábra. Fűtőkábel ereszmelegítésre

is melegítik, még akkor is, ha csak kis mértékben. Persze, tudjuk, hogy fogyasztói társadalomban élünk, tehát egyeseknek jobban megéri, hogy óránként 14 watt villamos energiát elhasználjunk és fizessünk érte egy évszázadon keresztül havi rendszerességgel, mint hogy

egyszer egy évszázadban csináltassunk egy vízgyűjtő üstöt, mely ugyanakkor a házunk díszítőeleme is lenne, tehát nem adnánk ki újabb összeget külön dekorációra. Egy környezettudósna ez jó kutatási téma lenne, ha hajlandó lenne ilyen témával foglalkozni, hiszen hálátlan feladat a trendi megoldások hibáit feltárni és a nagyközönség tudomására hozni.

A különböző házakon található ugyanolyan, vagy nagyon hasonló vízüstök segíthetnek az építészeknek az épület korának a meghatározásában, hiszen, mint mindenhol, a vízüstök esetében is igaz, hogy az évek során a divat változott. De a különböző házakon található azonos kinézetű vízüstök, más építészeti elemek azonosítása mellett akár egy adott épület építésének az azonosításában is segíthetnek, feltéve, hogy bizonyítható, hogy a vízüst még az eredeti példány a házban, és nem egy későbbi időben készült cserépeldány. Ha a régi mintájára új üstöt készítenek, az még nem befolyásolja a kormeghatározást, de megtörténhet az is, hogy tönkrement a vízüst mondjuk 70-80 évvel ezelőtt, s kicserélték az éppen akkor használatos modellel. Ez már viszont befolyásolná a kormeghatározást, de szerencsére a legtöbb esetben nem az összes üst megy tönkre egyszerre, így meg lehet állapítani, hogy melyik az eredeti és melyik a helyettesített darab. A kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem épülete nagyszerű példa erre, hiszen a belső udvarban nem kevesebb mint öt fajta vízüst található, s ha sikerülne azonosítani azok korát, akkor lehetne tudni, hogy mikor végeztek felújításokat az egyetem épületén. A régi vízüstök rekonstrukciójára példa

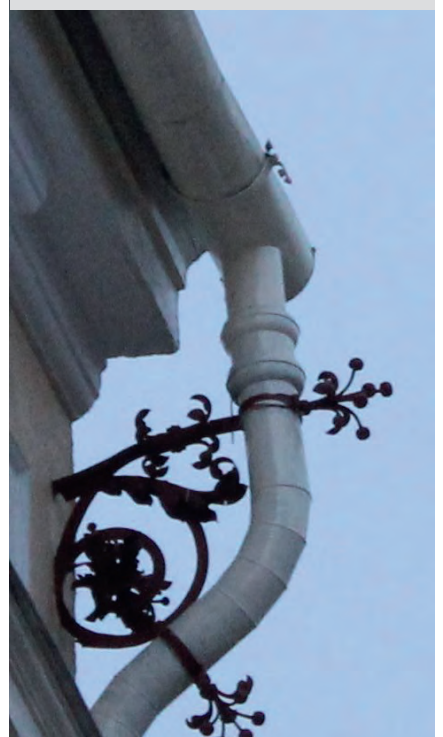
16. ábra. A kolozsvári New York szálló vízgyűjtő üstjének a maradványa



17. ábra. A kolozsvári New York szálló rekonstruált vízgyűjtő üstje



18. ábra. A díszes kovácsoltvas tartó és valamikor üst gyűrűje árulkodik arról, hogy valamikor itt is volt vízgyűjtő üst







19. ábra. Földszintes ház vízüstje

a kolozsvári New York szálló, mely jelen pillanatban felújítás alatt van. Kún Lajos gyulai díszművessel készített interjúnk során kiderült, hogy a szálló vízüstjeit, a régi mintájára, ő rekonstruálta.

Egy iparművészettel foglalkozó szakembernek kész csemege már az első világháború idejéből fennmaradt iparművészeti iskola évkönyvének átlapozása, vagy Steiner Ármin vízüst mintagyűjteményének a megtekintése, s ha ráadásként teljes pompájukban csodálhatja ezeket az alkotásokat ott, ahol már több mint egy évszázada díszelnek, akkor a hetedik mennyországban érezheti magát. Ennek okán, az ilyen érdeklődésű szakemberek szíves figyelmébe ajánljuk Kolozsvár építészeti kincseit.

Az ipartörténész kellő kutatómunka árán (amihhez nekünk a körülmények nem adták meg) képes lenne mindenik üstöt beazonosítani az alkotó szerint, valamint kora szerint. Érdekes lenne kronológiai sorrendbe tenni egy adott helységben talált vízgyűjtő üstöket, s tanulmányozni, hogy miképpen változott a formájuk az évek során. Talán nem lenne érdektelen összehasonlítani ezek formáját, mintáját más korabeli tárgyak (vaskályhák, bútorok) mintáival.

S végül, de nem utolsó sorban a néprajzkutató talán összefüggést találhat a népi hímzésekben, csipkékben, festett bútorokon felelhető motívumok és a vízüstök formái között, kellő képzelőerővel és kreativitással egész érdekes tanulmány készülhetne,



20. ábra. Vízgyűjtő üst a valamikori Hunyadi téren

hiszen a már említett évkönyben a vízüst-terveken kívül csipkék, varrottasok, kelyhek, gyertyatartók, bútorok tervei is látszanak, melyek bizonyíthatóan azonos korból származnak.

Amit a vízgyűjtő üstök elárultak

A vízüstök szerepe jelentős, használatuk fontos lenne a környezettudatosság szempontjából is, s bár fogyasztói társadalomban élünk, elődeink jól bevált módszereit nem kellene feladni egy modernnek tűnő, de hosszú távon rosszabb megoldásért. Iparművészeti emlékeinkre addig kellene felfigyelni, amíg még van mire. A vízüstök tulajdonképpen funkcionális művészi alkotások, s mint olyanok, értékük az idő múlásával csak nőni fog.

SZÁSZ-CSEH ETELE – BÍRÓ MÁTYÁS-PÉTER

#### IRODALOM

Dr. Birghoffer Péter, Szántó László: Bádogos mestervizsgára felkészítő jegyzet, Budapest, 2014

Gaál György: Magyarok utcája, Kolozsvár, EME kiadása, 1995

Fazakas László: Közművesítés a dualizmus kori Kolozsváron, Közelítések. Tanulmánykötet, Kolozsvár, 2018

Révai Nagy Lexikona, Budapest, Révai Irodalmi Intézet RT, 1912, VI. kötet  
<http://nol.hu/archivum/archiv-418210-228888>

<https://issuu.com/momekonyvtar/docs/1914-1915>

# A XXIX. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT VERSENYSZABÁLYZATA

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat által meghirdetett, a Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat által lebonyolított diákcikkpályázaton indulhat bármely középfokú iskolában a 2019/2020-as tanévben tanuló vagy végző diák, határainkon belülről és túlról.

A pályázatot elektronikusan kérjük feltölteni a Természet Világa termvil.hu honlapjára. A pályázat benyújtásának további formai követelményei és tudnivalói a honlapon megtalálhatók.

A pályaművek benyújtásának határideje **2020. január 6.**

A diákpályázat célja, hogy a pályaművek tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. A pályamunkák végén kérjük a felhasznált irodalmat és forrásmunkákat megjelölni. A szó szerinti idézetek forrásának fel nem tüntetése etikai vétség. Pályázni csak másutt még nem publikált pályamunkákkal lehet.

## PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK:

### **Természettudományos múltunk felkutatása és a kultúra egysége**

- A pályázó iskolájához vagy lakóhelyéhez, környezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tudós személyiségek életútjának, munkásságának bemutatása (eredeti dokumentumok felkutatásával és felhasználásával). Vagy:
- A dolgozat írójának tágabb környezetéhez kapcsolódó tudományos vagy műszaki intézmények története, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával. Vagy:
- A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi vagy épített emlékek, örökség bemutatása.

### **Önálló kutatások, elméleti összegzések**

- A természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében a diák által végzett kutatások bemutatása. Előnyben részesülnek az egyéni, fiatalos, önálló gondolatokat, innovatív megközelítéseket tartalmazó, élvezetes és szakszerű beszámolók.
- Az elméleti összegzéseknek is önálló kutatásokon kell alapulniuk. Azoknak javasoljuk, akik örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok tárházában.

### **Matematika, informatika és applikáció-innováció**

- A pályázók matematikával vagy informatikával kapcsolatos önálló vizsgálódással nevezhetnek, amelyben a pályázó elemző áttekintést ad az általa szabadon választott témakörből. Vagy:

- A pályázó pályázhat saját fejlesztésű mobil-applikációk szabatos bemutatásával, leírásával.

### **Egészségtudomány**

Az orvostudomány múltját, nagyjainak életét és életművét, az orvostudománynak az egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését; vagy az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését és annak elemzését mutatják be; vagy egyéb, szabadon választott témakört dolgoznak fel – akár hazai, akár külföldi vonatkozásban. Felhívjuk a pályázók figyelmét az egészségtudományi etikai szabályok tiszteletben tartására!

### **Választható műfajok mind a négy kategóriában:**

- Ismeretterjesztő, olvasmányos formában megírt cikk vagy esszé (szóközökkel együtt minimum 9 ezer, maximum 20 ezer karakter terjedelemben, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval)
- Ismeretterjesztő interjú (szóközökkel együtt minimum 9 ezer, maximum 12 ezer karakter terjedelemben, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval)
- Ismeretterjesztő fotósorozat, minimum 10, maximum 20 db, JPG formátumú, maximum 64 MB méretű fényképpel, minden képhez tartozó 1-3 mondatos képaláírással (word formátumban); valamint rövid bevezető írással: minimum 1000, maximum 3000 karakter terjedelemben, szóközökkel együtt.

### **DÍJAZÁS:**

Minden kategóriában és minden műfajban I. díj, II. díj, III. díj, illetve különdíj adható. A zsűri a díjazott diákok felkészítő tanárainak a munkáját is elismeri. A konkrét díjazásról, a díjak esetleges megosztásáról a zsűri a bírálati folyamat során dönt. Pályázatunk elsősorban egyéni alkotói felhívás, többszerzős pályamunkák esetén a díjak és egyéb juttatások megosztanak a társszerzők között.

(Tájékoztatásul közöljük az előző évi díjkategóriákat: 2018/2019-ben a kategóriák győztes pályázó diákjai pályaművenként 75 000 Ft, a II. díjasok 50 000 Ft, a III. díjasok 40 000 Ft pénzjutalmat kaptak. A különdíjasok 30 000 Ft díjazásban részesültek. A díjazottak felkészítő tanárainak a munkáját 30 000 Ft díjjal ismerte el a zsűri.)

A pályaművek elbírálására előre láthatóan 2020 márciusában kerül sor, a díjakat diákkonferencia keretében adjuk át 2020 tavaszán.

*A Természet–Tudomány Diákpályázat versenyszabályzatát a Természet Világa számaiban közöljük, illetve olvasható a folyóirat honlapján is.*



## Szagrális épületek Kelet-Anatóliában

1. Sumela monostora
2. Sivas Páros Minaretű medreszéje
3. A szeldzsuk építészet egyik gyöngyszeme
4. Nyitott kupolájú dzsámi a középkori építészet egyik jellemzője
5. Az Ulu Dzsámi egyik szép faragványa

