

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

155. évf. 1. sz.

2024. JANUÁR

ÁRA: 1450 Ft

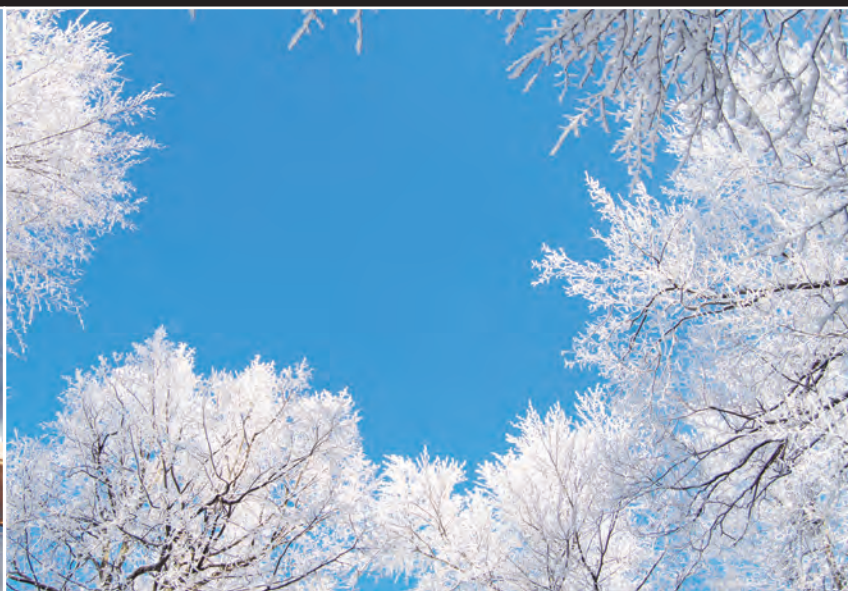
Előfizetőknek: 1350 Ft



GÜNANDEREK ÉS KIMÉRÁK
GLOBÁLIS HULLADÉKINDEX
LÁNGLOVAGOK ÖLTÖZETE
MÁGNESES CSEND
ERDŐVÉDŐ ÓRSZEM



Rekordmeleg évszak – 2023 őszének időjárása (*Hérincs Dávid felvételei*)





A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben

SZILY KÁLMÁN

KIRÁLYI MAGYAR

TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
155. ÉVFOLYAMA

2024. 1. Január

Magyar Örökség-díjas és

Millenniumi Díjas folyóirat



Nemzeti
Kulturális
Alap



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



NEMZETI KULTURÁLIS
TÁMOGATÁSKÉZELŐ

Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Kulturális és Innovációs Minisztérium,
és a Nemzeti Kulturális Támogatáskézelő
támogatásával.

Főszerkesztő: GÓZON ÁKOS

Szerkesztőség:

1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.

Telefon: 06-30-755-5691

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: 06-30-755-5702

Nyomás:

PAUKER Nyomda

Felelős vezető:

Vértes Dániel

INDEX25 807

HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:

Tudományos Ismeretterjesztő Társulat

1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.

Telefon: 06-30-755-5691

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 8160 Ft, egy évre 16 200 Ft

ERDŐS GÉZA – BIRÓ NIKOLETT – NÉMETH ZOLTÁN – VERES MIKLÓS –
HEVESI LÁSZLÓ – LEMPERGER ISTVÁN – WESZTERGOM VIKTOR:

A mágneses csend világa –

Új eszköz a hazai kutatásokhoz.....2

SZABAD JÁNOS: Mozaikok késlekedő

és/vagy többszörös megtermékenyülésből – Günanderek és kimérák.....8

HÉRINCS DÁVID: Rekordmeleg évszak – 2023 őszének időjárása.....15

RÖSZER TAMÁS: Megelőzés és kezelés –

A gyermekkori elhízás ellen (2. rész).....18

REZSABEK NÁNDOR: Remeteszőlős táj- és településértékelése –

Melyik Magyarország legkisebb települése?.....22

SÁRI LÁSZLÓ: A láthatár áthatolása –

A Föld arca Közép-Ázsia pusztaságaiban és sivatagaiban.....29

VERMES NIKOLETT: Lánglovagok öltözete –

A tűzálló ruhától az okos védőruháig.....33

SZEGŐ MIKLÓS: Globális hulladékindex –

A világ legnagyobb szennyezői.....36

FÖLDTUDOMÁNYI FIGYELŐ (Szoucsek Ádám).....37

FARKAS CSABA: Alacsony vízigényű rizsfajták Szarvasról –

Drónokat is igénybe vesznek a nemesítési munkákhoz.....40

Körforgásos lapbemutató – Beszélő képek.....42

HOLLÓSY FERENC: A tűzvetés, a gépelmester és a bányasáfár –

Erdély aranya.....44

DIÁKMELLÉKLET (Füstös János: Eltűnt malmok nyomában).....46

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS.....53

FOLYÓIRATSZEMLE (Landy-Gyebnár Mónika).....55

Címlapképünk: Műholdfelvétel a braziliai Pará államban lévő védett és nem
védett területek különbségéről (Forrás: NASA)

Borítólapunk második oldalán: Rekordmeleg évszak – 2023 őszének időjárása
(Hérincs Dávid felvételei)

Borítólapunk harmadik oldalán: Dombai Ádám képei (Fővárosi Állat- és
Növénykert)

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ, BOTH ELŐD, 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

Főszerkesztő-helyettes:

PÁSZTOR BALÁZS (pasztor.balazs@eletestudomany.hu)

Szerkesztők:

TEGZES MÁRIA (tegzes.maria@termvil.hu)

LÓRINCZ HENRIK (lorincz.henrik@termvil.hu)

SZOUCEK ÁDÁM (szoucsek.adam@termvil.hu)

Tervezőszerkesztő: LÉVÁRT TAMÁS

Gazdasági ügyintéző: FARKAS VIKTÓRIA

Partnerkapcsolati ügyintéző: SZALAI ZSUZSANNA (info@termvil.hu; 06-30-755-5691)

ÚJ ESZKÖZ A HAZAI KUTATÁSOKHOZ

A mágneses csend világa

Bár mi emberek nem tudjuk ezt érzékelni, folyamatosan erős mágneses zajban élünk itt a Földön; gyorsan változó és viszonylag erős mágneses tér vesz körül bennünket. Nemcsak a Földön, de még az űrben is nehéz mágnesesen csendes környezetet találni, az alacsony, a magas, de még a geostacionárius pályákon keringő műholdak is a Föld erős mágneses terében keringenek, és érzik a Föld plazmakörnyezetében folyó elektromos áramok keltette mágneses zavarokat. Csak a Holdra, vagy a mélyűr vizsgálatára küldött űrhajók hagyják el ezt a mágneses környezetet, a magnetoszférát, amelyen kívül a Napból származó, szintén nagyon változékony, de lényegesen gyengébb mágneses tér a jellemző. A többi nagybolygó környezetében is a földihez hasonló erős és zavart mágneses terek mérhetők, az egész Naprendszerben nehéz olyan helyet találni, ahol valódi mágneses csend uralkodik.

A soproni HUN-REN Földtudományi és Űrfizikai Kutatóintézet és a budapesti HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont az NKFIH jelentős anyagi támogatásával egy *mágneses nulltér laboratóriumot* hozott létre a Széchenyi István Geofizikai Observatórium területén, Fertőbozon, ahol a mélyűrihez hasonló alacsony mágneses teret lehet megvalósítani. Ez a „száraz”, hivatalos mondat mindenképpen magyarázatra szorul, sokakban felmerülhet a kérdés, hogy tulajdonképpen mit is építettünk és főleg: mire lehet használni?

Először ismerkedjünk a természetben előforduló, valamint különböző célokkal mesterségesen előállított mágneses térerősségek nagyságrendjével.

Nagyságrendek

Közismert, hogy a Földet mágneses tér veszi körül. Ennek nagysága és iránya térben változó, észak-nyugat Magyarországon, ahová a nulltér laboratóriumot telepítettük például 48 mikrotésla. A földi mágneses tér időben is változik, ez a változékonyság a mágneses

viharok alkalmával a legnagyobb, de az is csak néhány ezreléke az átlagos térnek. Azonban a mágneses tér néhány száz nanoteszlás (nT) változása már veszélyt jelenthet a technikai civilizációra, többek között a világűrbe telepített kommunikációs, navigációs eszközökre, illetve a Földön elektromosan vezető komponensekből megvalósított hálózatos infrastruktúrákra (villamosenergia-, kommunikációs és csőhálózatok). Ez a mágneses vihar jelenség az űridőjárás egyik megnyilvánulási formája. A mágneses viharok előrejelzésének fontos része a Föld távolabbi környezetének feltérképezése, így a bolygóközi térben jelen lévő mágneses tér mérése is. A mágneses nulltér laboratórium elsődleges célja a bolygóközi térre jellemző elektromágneses térhez hasonló környezet földi előállítás, amely lehetővé teszi a bolygóközi térbe telepítendő berendezések fejlesztését, kalibrációját, tesztelését.

A mesterségesen előállítható legerősebb tér körülbelül egymilliószor erősebb, mint a földi mágneses tér. A legerősebb mágneses tereket általában szupravezető

elektromágneses tekercsekkel állítják elő. Egyik legfontosabb alkalmazásuk a mágneses magrezonancia elvén működő orvosi képalkotó berendezés, angol mozaikszóval NMR elnevezéssel vált ismertté. Hasonló erős mágneses terekre van szükség a mágneses lebegtetésű vonatoknál, például a shanghai repülőterre 500 km/óra sebességgel suhanó vonatonál. A legnagyobb részecskegyorsítóknál, például a CERN-i LHC-nál is szupravezető mágnesekkel térítik el a részecskéket. A bolygóközi tér mágneses viszonyainak előállításához nekünk a másik irányban kellett elindulnunk, de szintén a technikai lehetőségek határán kellett mozognunk.

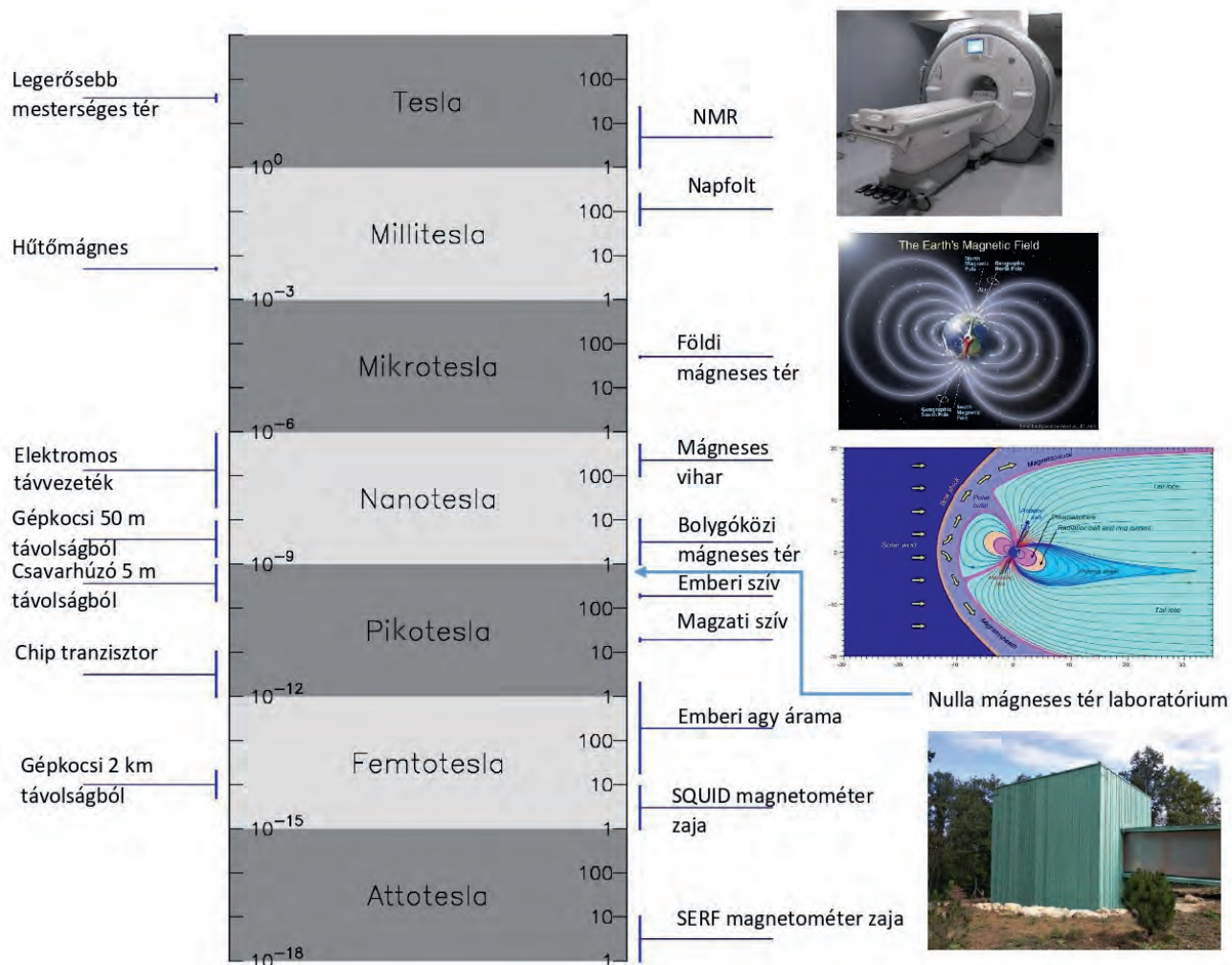
A bolygóközi mágneses tér eléréséhez a földi mágneses teret mintegy négy nagyságrenddel kell csillapítanunk. A végső cél ennél is ambiciózusabb, a 0,5 nT maradék tér elérését vettük tervbe. Ez tizede a földpálya környezetében mérhető mélyűri térek és komoly kihívást jelent. Az **1. ábra** bal oldalán zajforrások

1. ábra. A környezetünkben előforduló mágneses térerősségek nagyságrendjei

láthatók, például a laboratórium parkolójában lévő gépkocsik mágneses terét már szűrniünk kell, de az is látszik, hogy semmilyen vasat tartalmazó eszköz (például csavarhúzó) nem vihető be a laboratóriumi helyiségbe, amikor ott mérés folyik.

Vannak olyan élőlények, amelyek érzékelik a mágneses teret, például a galambok, költöző madarak tájékozódását segíti a földi mágneses tér. Az emberre azonban legjobb tudásunk szerint nem hat, és a hiányát sem érzékeljük. Ennek ellenére két szempontból is érdekes lehet gyenge mágneses terű környezetet létrehozni:

- vannak olyan jelenségek, amelyek gyenge mágneses térben másképpen játszódnak le, mint a megszokott környezetben,
- ha kicsi mágneses teret akarunk mérni, el kell távolítani a földi, sokkal erősebb mágneses teret (szemléletesen mondván, ha egy bolhának meg akarjuk mérni a súlyát, akkor el kell távolítanunk alóla a kutyát).





2. ábra. A mágneses nulltér laboratórium csarnoka a folyosóval

A mágneses nulltér laboratórium használata tehát túlmutat az űreszközök fejlesztésén és számos más, interdiszciplináris kutatásban is fontos eszköz lehet. Ezek ismertetése előtt azonban érdemes a mágnes tér csillapításának módját bemutatnunk.

Hogyan redukáljuk?

A Széchenyi István Geofizikai Observatórium egy eldugott kis falu szélén, Fertőbozon található. Ez a falu az Osztrák-Magyar Monarchia idején fürdőhely volt a Fertő tó partján. A Hanság lecsapolása után a Fertő tó víztükre visszahúzódott, így a falu elvesztette üdülőhely jellegét. A második világháború után a terület határsáv lett, szigorú belépési korlátozásokkal, ahol ipari fejlesztés nem történt, a mezőgazdaság is stagnált. A geofizikai observatóriumot ebbe a csendes környezetbe építették a Nemzeti Geofizikai Év alkalmával 1957-ben. Az 1. ábrán látható, hogy a mágneses zajforrások miatt nagy jelentőséggel bír az emberi tevékenység hatásaitól mentes környezet. A rendszerváltás után a határsáv besorolás természetesen megszűnt, de a terület természetvédelmi oltalom alatt áll, a Hanság-Fertő Nemzeti Park része. Várható tehát, hogy jelentős ipari beruházások a jövőben sem fognak történni.

A terület kiválasztásának másik fontos szempontja az volt, hogy a felszín alatt 2 km vastag üledékes talaj van. Ez a talaj nem a Fertő tótól ered, hanem az ősi Pannon-tenger maradványa. Az üledékes talaj azért kedvezőbb a kristályos kőzeteknél, mert a kristályos kőzetekben a mindenkor jelen lévő mikro-földrendgések a piezoelektromos hatás révén földáramokat generálnak, amelyek mágneses tere zavart okoz.

A Széchenyi István Geofizikai Observatóriumban végzett mérések között kiemelkedő fontosságú a Föld magnetoszférájának a tanulmányozása, nem véletlenül települt tehát az observatórium az ebből a szempontból jó adottságokkal rendelkező területre. Ezeket az adottságokat használtuk ki a mágneses nulltér laboratórium helyszínének kiválasztásakor is.

A mágneses nulltér laboratórium mágnesesen árnyékolt szobájának befogadására egy 9 méteres élhosszúságú kocka alakú csarnok épült. Az alapozáshoz talajcserét végeztünk és mágneses szempontból kedvező mészkövet használtunk. Az építőanyagok kiválasztásánál is a mágneses tulajdonságok gondos figyelembevételével jártunk el. A csarnok fából készült, a kötőelemek alacsony mágnesezhetőségű korrózióálló acélból készültek. A csarnok egy folyosóval van összekötve egy korábban épített házzal, ahol a kiszolgáló berendezéseket lehet elhelyezni (2. ábra).

Ahhoz, hogy elérhessük a kívánt alacsony mágneses térerősséget, kétfajta árnyékolási megoldást kell együttesen használnunk. Az egyik egy passzívan működő, körülbelül 2,5 méteres élhosszúságú kamrát takar, míg a másik egy aktívan vezérelt tekercsrendszerből áll.

A passzív árnyékolást adó kamra fala két, egyenként 3 mm vastagságú mumetál rétegből áll, melyek között légrések, valamint 8 mm vastagságú alumíniumlemezek

3. ábra. A mágnesesen árnyékolt laboratóriumi szoba





4. ábra. A kompenzáló tekercsek vezérlése.

találhatóak az elektromos árnyékolás érdekében. A metametál egy nagy permeabilitással rendelkező ötvözet, melyet gyakran használnak érzékeny műszerek mágneses árnyékolására. Ez az árnyékolt kamra a csarnok közepére került. Ajtajának tökéletes záródását pneumatikus rendszer biztosítja. Erre azért van szükség, hogy tökéletes legyen a mágneses kapcsolat az ajtó és a fal között, és a mágneses erővonalak ne „szökhessenek be” a kamrába. Külön figyelmet kell szentelni annak, hogy ne vigyünk a laboratóriumba mágneses szennyezést, így a kamra falain kivezető nyílások találhatók, melyeken keresztül lehetséges a bent elhelyezett mérőeszközökkel való vezetékös kommunikáció. Ezzel a kamrával önmagában körülbelül 15 nT mágneses tér érhető el.

A mágneses tér értékének további csökkentése érdekében aktív árnyékolást is bevezethetünk. Ezt az épület falán Merritt-elrendezésben elhelyezett, 12 kompenzáló tekercsből álló tekercsrendszer teszi lehetővé. Ezeket az obszervatórium területén, valós időben mért mágneses értékek szerint beállított áramokkal meghajtva kompenzálhatjuk a földi mágneses tér változásait.

A laboratórium lehetséges alkalmazásai

A mágneses nulltér laboratóriumépítésének fő motívációja az űrkutatásban való részvételünk erősítése volt, a berendezés lehetőségei azonban messze meghaladják az űrtechnikai alkalmazásokat. A gyenge mágneses térben végzett kísérletek jelentősége az utóbbi időben növekedésnek indult, mondhatjuk, hogy egy 21. századi kutatási ág van születőben. A következőkben néhány ilyen felhasználási lehetőséget ismertetünk, a teljesség igénye nélkül.

Űrtechnika, műszaki tudományok

A Földtől nagyobb távolságra jutó űrszondák kikerülnek a bolygóközi térbe, ahol már nem a földi eredetű mágneses tér dominál, hanem a Napból kifelé áramló napszél által szállított mágneses tér van jelen. Az 1. ábrán látszik, hogy a bolygóközi tér mintegy négy nagyságrenddel kisebb, mint amilyen teret a Föld felszínén, vagy akár alacsony pályán keringő űrszondákon lehet tapasztalni. Ha a bolygóközi tér nagyon kicsi mágneses terét akarjuk mérni, akkor az űrszondának mágnesesen nagyon „tisztának” kell lennie. A mágneses szennyezések azonosítása pedig csak olyan helyiségben végezhető el, amilyen a Fertőbozon megvalósított mágneses nulltér laboratórium.

A mágneses tisztasági program mellett fontos terület a nagy komplexitású, bonyolult elektronikai berendezések részegységei egymást zavaró hatásának, interferenciájának a vizsgálata. Ez a problémakör elsősorban az űrtechnikát, repüléstechnikát érinti, mert az ott használt elektronikus berendezéseknek nagy biztonságúnak kell lenniük. Az interferencia vizsgálatához szintén mágnesesen csendes környezetre van szükség.

Magnetométerek

A mágneses nulltér laboratórium egyik fő előnye, hogy lehetőséget biztosít pontos magnetométerek fejlesztésére. Erre két példát mutatunk be:

Mágneses momentummal rendelkező atomok tengelye külső mágneses térben egy kúp palástján végez körmozgást, úgynevezett precessziós mozgást, hasonlóan egy bűgőcsigához. A precessziós mozgás frekvenciája a külső mágneses tértől és az atom mágneses momentumától függ. Ha ismerjük a külső mágneses teret, a frekvencia mérésével meghatározható a mágneses momentum, ezen az elven működik az NMR orvosi képalkotó berendezés. A fordított esetben, ha az atommag mágneses momentumát ismerjük, a frekvencia mérésével meghatározhatjuk a környező mágneses teret, ez az atomi magnetométerek működési elve. A SERF magnetométer egy új, továbbfejlesztett változata az atomi magnetométereknek, amely azt a problémát oldja meg, hogy a szomszédos atomok külső elektronjai szóródása miatt az atomok mágneses momentuma nem állandó, kis mértékben időben változó. Ha azonban az atomok nagyon kicsi mágneses térben vannak, a precessziós mozgás annyira lelassul, hogy egy ciklus során az elektronok sokszor ütköznek, kialakul egy átlagos mágneses momentum. A SERF angol mozaikszó erre utal (Spin Exchange Relaxation Free). A SERF magnetométerek alacsony zajukkal vetekszenek a szupravezető magnetométerekkel,

azzal a nyilvánvaló előnnyel, hogy nincs szükség folyékony héliumos hűtésre, így a világűrbe is telepíthetők. Földi alkalmazásukat viszont hátráltatja, hogy csak 10 nT-nál kisebb mágneses térben használhatók.

Egy új lehetőséget nyújt nagyon pontos mágneses mérőeszközök létrehozására a gyémánt kristályrácsába beépült nitrogénatomok által létrehozott úgynevezett nitrogén-vakancia (NV) színcentrumok állapotának rendkívüli érzékenysége a környező mágneses térre. Az NV-színcentrumok a gyémánt atomrácsának olyan ponthibái, ahol egy szénatom helyére egy nitrogénatom épül be, és ennek közvetlen szomszédságában egy szénatom hiányzik a kristályrácsból (vakancia). A színcentrumok elektronjai külső lézertérrel magasabb energiaállapotba gerjeszthetők, az elektronok ezután különböző köztes energiaállapotok érintésével juthatnak vissza az alapállapotba. A köztes állapotok némelyike külső mágneses tér jelenlétében felhasad, és az állapotok közti átmenetek mikrohullámú sugárzással manipulálhatók. A Zeeman-felhasadás mértéke 56 MHz/millitesla. Amikor a mikrohullámú sugárzás frekvenciája rezonanciába kerül a felhasadással, a kristály által kibocsátott fluoreszcens fény intenzitása megváltozik. A mikrohullámú frekvencia mérésével a kristályt körülvevő mágneses tér akár pikotesla pontossággal mérhető; ez a pontosság vetekszik a legjobb magnetométerek pontosságával. Ami egészen különlegessé teszi az NV színcentrum magnetométereket, az az, hogy tömbi gyémánt mellett nanokristályokkal (vagyis finom gyémántporral) is megvalósíthatók, ami elosztható a mérendő objektum felszínén, és a fel-színt lézertérrel szkennelve nagyon nagy térbeli felbontású mágneses térkép készíthető az anyagról. Ennek pl. kőzetek, vagy biológiai minták mágneses méréseiben, vagy akár orvosi alkalmazásoknál lehet nagy jelentősége.

Geológia

Paleomágnességnek nevezzük azt a jelenséget, amikor különböző kőzetek és ásványok keletkezésük során megőrzik az akkori földi mágneses tér orientációját és nagyságát. Ezen anyagok mágneses vizsgálataiból rekonstruálni tudjuk a Föld mágneses terének változásait, annak múltbéli viszonyait. A legtöbb így felmágnesezett anyag termoremanens mágnesességgel rendelkezik, mely azt jelenti, hogy mágneses tulajdonságait adott hőmérsékletre való lehűlése során szerezte. Azt a hőmérsékletet, amely fölött bizonyos anyagok elveszítik mágneses tulajdonságaikat (paramágnessé válnak), Curie-hőmérsékletnek

nevezzük. A paleomágneses vizsgálatoknak nagy szerepe volt a lemezmozgások és mágneses anomáliák megértésében és tanulmányozásában, és manapság is aktív kutatási területnek számítanak. Fontos megemlíteni, hogy ezen vizsgálatokat nem csak földi mintákon tudjuk elvégezni – lehetséges a Holdról, a Marsról, valamint meteoritokból származó minták tanulmányozása is.

Anyagtudomány

A mágneses nulltér laboratórium szempontjából több érdekes kérdést is felvethetünk. Mi történik, ha egy felmágnesezhető (ferromágneses) anyagot nullához közeli térbe helyezünk, majd ott felhevítjük Curie-hőmérséklet fölé, ill. lehűtjük az alá? Hogyan fognak a mágneses domének elrendeződni, bekövetkezik-e bármilyen változás a struktúrájukban? Lehetséges-e olyan új módszereket kidolgozni, melyek pontosítják a paleomágneses méréseket, pontosabb orientációs és mágneses térerősségi adatokat szolgáltatva nekünk?

Kémia

Az orvosi diagnosztikában használt NMR-berendezésekben erős (Tesla nagyságrendű) mágneses teret alkalmaznak, amelyben az atomok tengelyének periodikus mozgása gigahertz nagyságrendű frekvenciával rezgő elektromágneses hullámokat generál. A hullámok frekvenciája mikrohullámú technikával mérhető. Ez a frekvencia jellemző az atomokra, a különböző atomok sűrűsége akár a hely függvényében is elkülöníthető. Például meghatározható a nitrogén sűrűsége a hely függvényében, ami fehérvég azonosítását teszi lehetővé. Leegyszerűsítve az mondható, hogy az NMR-berendezéssel a szervezet lágy részei tanulmányozhatók.

Az utóbbi időben felmerült, hogy az ultraerős mágneses tér helyett ultragyenge térben is érdemes méréseket végezni, habár ennek orvosi alkalmazása egyelőre nem jöhet számításba. Ultragyenge mágneses térben a molekulák külső elektronhéjának állapota számít, az elektronok kvantummechanikai nívói közötti átmeneteket lehet meghatározni, ami a molekulák térbeli szerkezetéről, a kémiai kötésekről ad információt. A szokásos NMR-kísérlettel ellentétben a nívók közötti átmenet nem gigahertz, hanem nagyságrendileg csak 100 Hertz periódusú jeleket produkál. Technikailag ez azt jelenti, hogy a gyenge mágneses térbe helyezett anyag mágneses terét kell mérni az idő függvényében, majd az idősor frekvenciaanalízisével számítógépen kell elvégezni. Ez az eljárás ígéretes, az információban rendkívül részletgazdag spektrumok az anyagok kémiai ujjlenyomatának tekinthetők.

Élettudomány

Az agykutatásnak fontos eszköze az elektroencefalográfia (EEG), amikor a vizsgált személy fején elektródákat helyeznek el és az elektródák potenciálkülönbségének időbeli regisztrálásával mérik az agyhullámokat. Amikor az agy mélyebb rétegeit kell megfigyelni, ún. mélyelektródás EEG vizsgálatot végeznek, amely azonban rendkívül invazív, a koponyába lyukakat fúrnak és azon keresztül platinaelektródákat szúrnak az agyba. A mélyelektródás EEG vizsgálat veszélyes, az agy fertőzésének kockázatával jár, ezért egészséges emberen kutatási céllal sem alkalmazható. Rendszerint csak életmentő beavatkozás céljából használják, például epilepsziás betegek műtétjének előkészítésénél.

A fenti probléma megoldása a magnetoencefalográfia (MEG), amikor az agyáramok mágneses terét mérik. Az 1. ábrán azonban látszik, hogy ez az eljárás az agyáramok keltette mágneses tér parányi értéke miatt technikailag nagyon nehezen kivitelezhető. Az építési és működtetési költségek egyaránt nagyon magasak. Szükség van egy sisakra, amelyben mintegy 200 szupravezető magnetométer (SQUID) van elhelyezve, hogy az agyáramok gyenge mágneses terét megfelelő térbeli felbontással regisztrálják. A működtetés költségét erősen növeli a folyékony héliumos hűtésről való gondoskodás. További nehézség, hogy a mérést csak mágnesesen árnyékolt szobában lehet elvégezni. Magyarországon MEG-berendezés nincs; de ami a mágneses árnyékolást illeti, a fertőző mágneses nulltér laboratórium alkalmas környezetet biztosít MEG-berendezés működtetéséhez. További lehetőség a SQUID-magnetométerek kiváltása SERF- vagy NV-magnetométerekkel. Ilyen irányú kutatások, fejlesztések komoly perspektívát jelentenek.

Az emberi szív vizsgálatára szintén használnak elektródákat, mindenki találkozhatott már elektrokardiográfiás (EKG) vizsgálattal. Ez az eljárás semmilyen veszélyt, fájdalmat nem okoz, szükségtelen lenne a lényegesen bonyolultabb, mágneses tér mérésén alapuló magnetokardiográfiát (MKG) használni. Azonban magzat vizsgálata esetében csak az MKG módszer jöhet szóba (az elektródák nem helyezhetők el az anyaméhben lévő magzaton). Ilyen irányú fejlesztésekre is alkalmas lehet a fertőző berendezés.

Az utóbbi időben kezd elterjedni a mágneses nanorészecskéknél a szervezetbe juttatása diagnosztikai vagy terápiás céllal. A részecskék szervezetben való mozgásának, térbeli elhelyezkedésének meghatározásához hasznos lehet az emberi test mágneses terének monitorozása. Ilyen mérés csak csendes mágneses

környezetben és rendkívül érzékeny magnetométerekkel végezhető. Ígéretes megoldásnak látszik a színtentromos magnetométerek fejlesztése erre a célra.

A cikkünkben bemutatott mágneses nulltér laboratórium egy egyedülálló lehetőséget nyújt a magyar kutatóközösség számára. Ehhez hasonló berendezésekkel eddig csak külföldön találkozhattunk, de a fertőző laboratórium bizonyos szempontokból ezeket is túlszárnyalja. Az aktív és passzív árnyékolás összehangolása, a helyi mágneses mérések felhasználásával vezérelt kompenzáció és a mágnesesen csendes környezetben való elhelyezés olyan újítások, melyek együttesen nagyszerű lehetőséget biztosítanak a mágneses csendet igénylő kísérletek elvégzésére. Nagyon szívesen vesszük az együttműködés céljával való megkereséseket akár a felsorolt, akár egyéb területekről. Öszintén reméljük, hogy az ismertetőnk felkeltette olvasóink és a kutatóközösség figyelmét, és lendületet ad új, korszakalkotó kutatások megalapozásához.

ERDŐS GÉZA – BIRÓ NIKOLETT – NÉMETH ZOLTÁN –
VERES MIKLÓS – HEVESI LÁSZLÓ – LEMPERGER ISTVÁN –
WESZTERGOM VIKTOR

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A mágneses nulltér laboratórium a Nemzetgazdasági Minisztérium Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Programjának támogatásával épült, szerződésszám: GINOP-2.3.3-15-2016-00016.

E SZÁMUNK SZERZŐI

BIRÓ NIKOLETT: HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont; ERDŐS GÉZA: HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont; FARKAS CSABA: tudományos újságíró, Szeged; LEMPERGER ISTVÁN: HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet; HEVESI LÁSZLÓ: HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont MTSzSz Űrtechnológiai Csoport, HÉRINCS DÁVID: meteorológus, Országos Meteorológiai Szolgálat HOLLÓSY FERENC: biológus, klinikai kutatási munkatárs, Syneos Health Hungary, Budapest; NÉMETH ZOLTÁN: HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont; SÁRI LÁSZLÓ: orientalista; SZABAD JÁNOS: egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Biológiai Intézet, Szeged; REZSABEK NÁNDOR: alkalmazott környezetkutató, WJLF Környezetbiztonsági Tanszék; RÖSZER TAMÁS: Debreceni Egyetem Általános Orvostudományi Kar, Gyermekgyógyászati Intézet és Klinika; SZEGŐ MIKLÓS: újságíró, Budapest; VERES MIKLÓS: HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont; VERMES NIKOLETT: újságíró, Budapest; WESZTERGOM VIKTOR: HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet.



GÜNANDEREK ÉS KIMÉRÁK

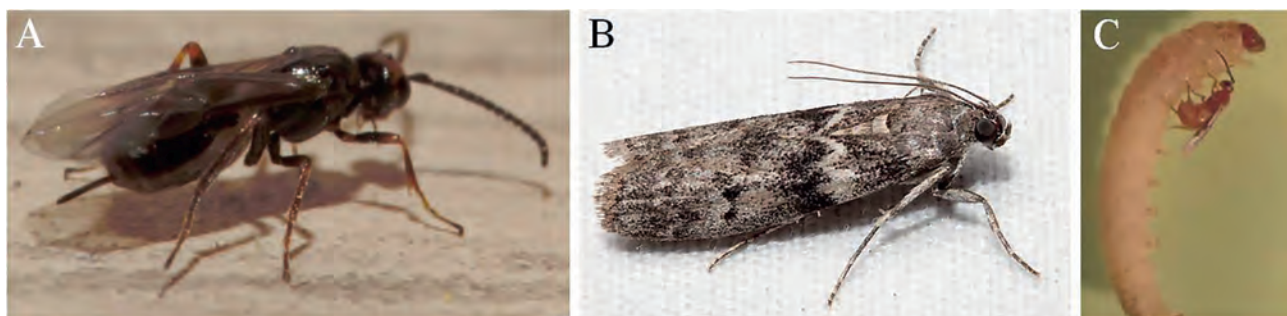
Mozaikok késlekedő és/vagy többszörös megtermékenyülésből

A Természet Világa néhány előző számában a genetikai mozaikok olyan típusait mutattuk be, amelyek a testi sejtek némelyikében bekövetkező pontmutációk, kromoszómavesztések vagy -nyerések, valamint gének inaktivációja nyomán képződnek. Közös jellemzőjük, hogy életük két ivarsejt fúziójával kezdődik, mozaikosságuk pedig úgy alakul ki, hogy sejteik némelyikében genetikai változás történik. A genetikai mozaikok palettája azonban velük koránt sem teljes. Léteznek olyan élőlények, a kimérák, amelyek testét alkotó sejtek úgy származnak két, vagy több mint két ivarsejtből, hogy diploidok maradnak, esetleg némelyikük haploiddá válik. Jelen cikkben az olyan genetikai mozaikokat ismerheti meg az olvasó, amelyek késlekedő és/vagy többszörös megtermékenyülés nyomán képződnek.

Az örökletes fürkész (*Habrobracon juglandis*) mozaikjai egész sor érdekes biológiai folyamat létéről lebentették fel a fátylat az 1930-as években. A parányi fürkészdarázs a lisztmoly élősködője, tenyésztetben könnyen fenntartható (**1. ábra**). Léteznek olyan marker mutációi, amelyek fenotípusa alapján következtetni lehet testi sejteinek eredetére, hogy tudni illik azok a petesejt, a spermium, vagy mindkét ivarsejt örökítőállományából származnak [1].

Késlekedő megtermékenyülés

Szabály szerint a fürkészdarázs nőtények diploidok (2n): az olyan petékből képződnek, amelyeket egy-egy spermium termékenyít meg (**2. ábra**). A hímek viszont haploidok (n), és az olyan petékben fejlődnek, amelyek nem termékenyülnek meg. Miközben az örökletes fürkészek mutánsaival folytatott keresztezéseket, Phineas Whiting különféle mozaikokra figyelt fel. A mozaikfoltok neme és fenotípusaik alapján megállapította,

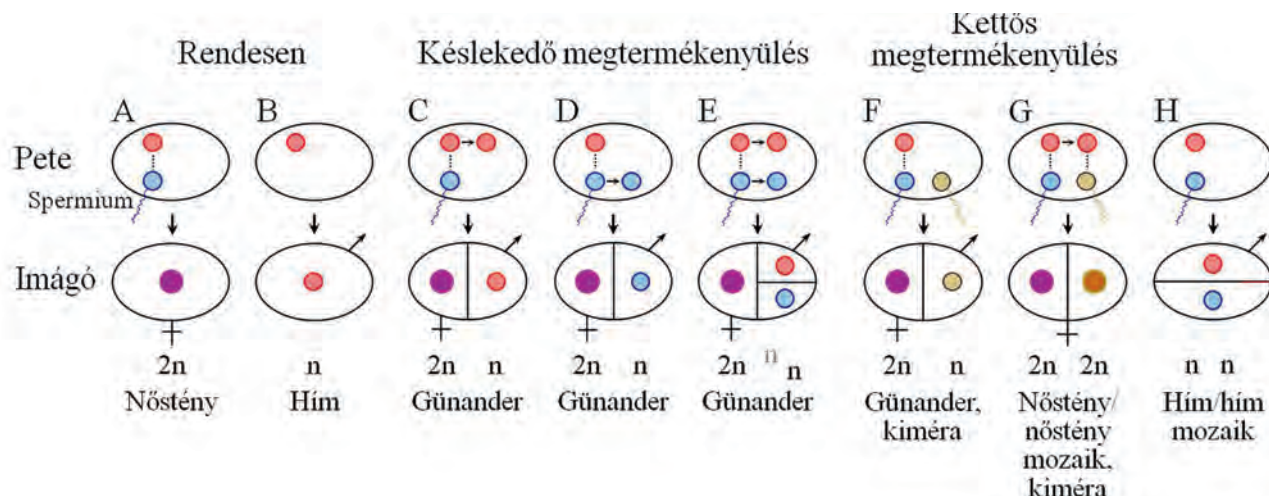


1. ábra. Örökletes fürkész és lisztmoly. (A) Egy nőnemű örökletes fürkész, mintegy 2 milliméternyi. (B) Egy lisztmoly, 1-1,5 centiméteres. (C) Egy lisztmoly hernyója (csaknem 2 centiméter hosszú), amint egy örökletes fürkész néhány petét tojik a belsejébe.

hogyan azok anyai, apai eredetűek, vagy mindkét szülő-től erednek. A foltok természete alapján pedig kiderítette, hogy milyen mechanizmus alapján képződtek. A mechanizmusok egyike az úgynevezett késlekedő megtermékenyülés [2][3]. Előfordul ugyanis, hogy a petesejt magja a megtermékenyülés előtt osztódik, ami után csak az utódmagvak egyike egyesül a spermium magjával: késlekedik a megtermékenyülés, a női és a hím eredetű magvak egyesülése (2. ábra). A késlekedő megtermékenyülés után egy diploid (nőstény), valamint egy haploid (hím) mag képződik, amelyekből aztán egy olyan darázs fejlődik, amely testének egy részét női, a másikat hím sejtek alkotják (2. és 3. ábra). A diploid/haploid, nőstény/hím mozaikok a gúnanderek: olyan nem emlős élőlények, amelyek testét egyszerre alkotják női és hím sejtek, szövetek. (A gúnander mozaikszó, a *gyn* – női és az *andros* – hím görög szavakból ered.) Az itt bemutatott esetben a haploid sejtek anyai

eredetűek. Az is megtörténik, hogy bár a petébe csak egyetlen spermium hatol be, ám annak magja először osztódik, és a két spermium-eredetű magnak csak az egyike egyesül a petesejt magjával (2. ábra). Az eredmény ismét egy diploid/haploid, nőstény/hím mozaik, csak hogy itt a haploid sejtek apai eredetűek. Olykor az is megeshet, hogy előbb a petesejt és a spermium magjai is osztódnak, amit követően egy petesejt és egy spermium-eredetű mag egyesül, miközben két haploid mag is marad a pete citoplazmájában. A diploid magból a fürkészmozaik női része fejlődik, a két haploid magból a hím szövetek erednek, amelyek egyik fele anyai, a másik apai eredetű (2. ábra).

2. ábra. Az örökletes fürkész leggyakoribb mozaiktipusainak eredete. (A) A nőstények diploidok, egy petesejt és egy spermium fúziója nyomán képződnek. (B) A hímek haploidok, az olyan petékből fejlődnek, amelyek nem termékenyülnek meg. (C-E) Késlekedő megtermékenyülés nyomán $2n/n$, diploid/haploid, nőstény/hím mozaikok, gúnanderek képződnek. (Részletes magyarázat a szövegben.) (F) Gúnander képződik – amely egyben kiméra is –, ha kettős megtermékenyülés történik, ám a két apai eredetű mag közül csak az egyik egyesül a petesejt magjával, amíg a másiktól haploid (hím) sejtek képződnek. (G) $2n/2n$, nőstény/nőstény mozaik – egyben kiméra – képződik, amennyiben a megtermékenyülés előtt az anyai eredetű mag osztódik, a petébe két spermium hatol be, és mindkettő magja egyesül a petesejt egy-egy magjával. (H) Előfordul, hogy egy petét csak egy spermium termékenyít meg, ám minthogy a haploid magvak nem egyesülnek, egy n/n , hím/hím mozaik képződik. Az itt bemutatott eseteken túl bár csak ritkán, más mechanizmusok szerint is képződnek örökletes fürkészmozaikok.



FOGALOMTÁR

Allél: olyan génváltozat, amely a többitől megkülönböztethető

Diploid: két – egy anyai és egy apai eredetű – kromoszóma-garnitúrát hordozó sejt, élőlény

Fenotípus: egy élőlény külleme, amely a genetikai tartalom és a környezet együttes hatására alakul ki

Genetikai mozaik: élőlény, amely testét különböző genotípusú/vagy fenotípusú sejtek alkotják

Genotípus: valamely élőlény genetikai tartalma, többnyire egy, esetleg két tulajdonságot illetően

Günander: olyan, nem az emlősök közé tartozó állat, amely testét egyszerre alkotják női és hím sejtek

Haploid: egyetlen kromoszóma-garnitúrát hordozó sejt, élőlény

Hermafrodita: olyan élőlény, amely testét egyszerre alkotják hím-, és nőnemű sejtek

Késlekedő megtermékenyülés: folyamat, amely során a petesejt, vagy a spermium magja azelőtt osztódik, mielőtt az egyik utódmag a másik ivarsejt magjával egyesülne

Kiméra: élőlény, amely testét alkotó sejtek több forrásból erednek

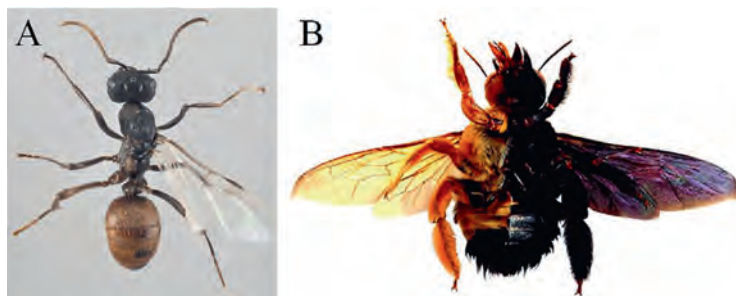
Marker mutációk: olyan mutációk, amelyek – minthogy fenotípusuk könnyen felismerhető és sejt-autonóm – alkalmasak mozaikfoltok jelölésére. Lehetővé teszik kromoszómák, kromoszómarészek nyomon követését a generációk leszármazása folyamán

Többszörös megtermékenyülés: folyamat, amely során egy petesejtbe több mint egy spermium hatol be

Triploid: három kromoszóma-garnitúrát hordozó sejt, élőlény

Kettős megtermékenyülés

Vannak olyan peték is, amelyekbe két spermium hatol be. Az egyik egyesül a petesejt magjával, a másikkól a darázs haploid része fejlődik: az eredmény egy diploid/haploid mozaik, egy günander. Ám az ilyen darázs egyben kiméra is: olyan mozaikélőlény, amely testét különböző (itt három) ivarsejtből eredő sejtek alkotják. Arra is vannak példák, hogy egy petébe két spermium hatol be, és miközben késlekedő megtermékenyülés nyomán két anyai eredetű mag képződik, majd mindkettő egy-egy spermium maggal olvad össze, végeredményben nőstény/nőstény mozaik képződik. Az ilyen darázs egy olyan kiméra, amely testét bár csupa diploid sejt alkotja, ám azokban három kromoszóma-garnitúra van: egy

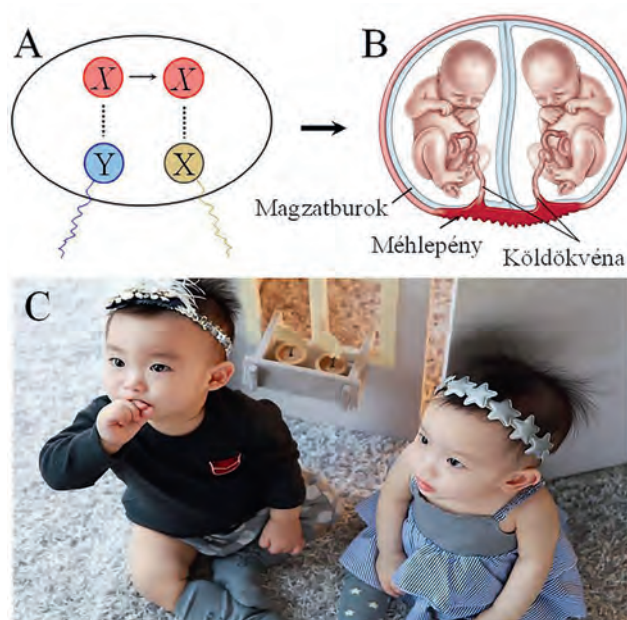


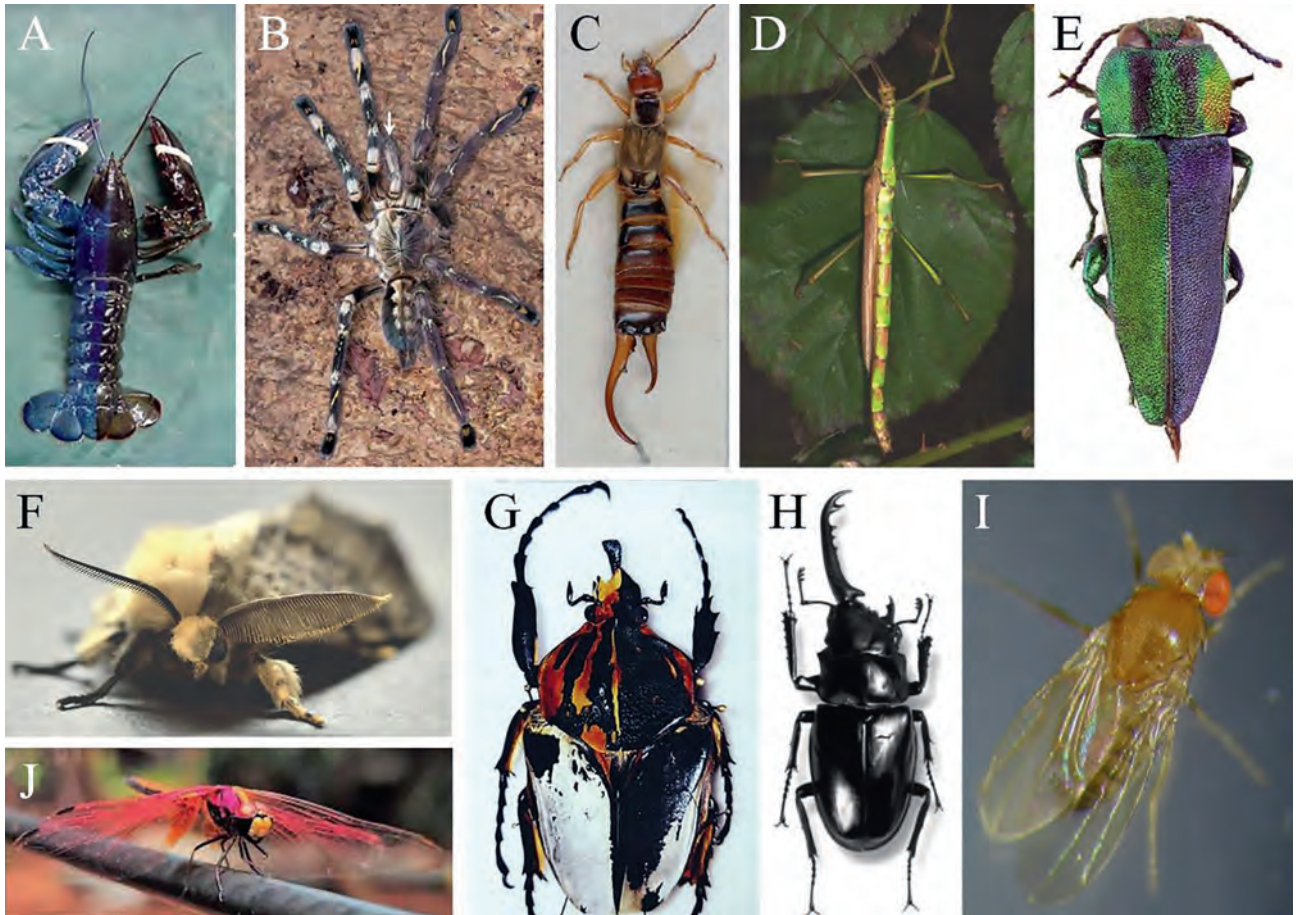
3. ábra. Diploid/haploid, nőstény/hím mozaikok. (A) Az amazonhangya (*Polyergus rufescens*) baloldala nőstény, jobboldala hím. (B) Egy fadongó faj (*Xylocopa ordinaria*) günandere. Testének sárgás színű részeit haploid (hím), a sötétkéket diploid (nőnemű) sejtek alkotják.

anyai (két kópiában), valamint két apai eredetű. Az is megessik, hogy a petesejt és a spermium magja nem egyesül, ami után egy haploid/haploid mozaik hím darázs képződik. A kimérákkal kapcsolatos ismereteket némileg bonyolítja, hogy nőstény/hím, nőstény/nőstény, valamint hím/hím kimérák, mint két későbbi dolgozatban bemutatjuk, embriók fúziója, vagy aggregációja nyomán is képződnek.

(A kettős megtermékenyülés kifejezés nem tévesztendő össze a kettős megtermékenyítés fogalmával, amely a zárvatermő növényekre jellemző, és amely során az egy pollentömlőben lévő két haploid hím

4. ábra. Másfélpetétű ikrek. (A) Képződésük mechanizmusa. (Magyarázat a szövegben.) (B) Egyfélpetétű ikrek közötti méhlepénnyel és külön magzatburkokban. (C) Az egyik első másfélpetétű ikerpár.





5. ábra. Gúnderek. A képeken a gúnderek baloldalát hím-, jobboldalát nőnemű sejtek alkotják. (A) Amerikai homár (*Homarus americanus*). (B) Egy madárpók faj (*Poecilotheria subfusca*). A nyíl a hímekekre jellemző tapogatóra mutat. (C) Fülbemászó (*Forficula auricularia*). (D) Botsáska (*Heteropteryx dilatata*). (E) Magyar virágdíszbogár (*Anthaxia hungarica*). (F) Selyemlepké (*Bombyx mori*). (G) Góliátbogár (*Goliathus goliatus*). (H) Szarvasbogár (*Lucanus cervus*). (I) *Muslica* (*Drosophila melanogaster*). A muslica gúnder olyan XX (nőstény)/XO (hím) mozaik, amely X kromoszómavesztés nyomán képződött úgy, hogy az X kromoszóma recesszív mutációi (fehér szemszín, sárga test) a hím testtájakon megnyilvánulnak [8]. (J) Egy Dél-Ázsiában honos szitakötő faj (*Trithemis aurora*) gúndere.

sejtmag egyike az embriózsákba behatolva a petesejttel, másika a diploid vegetatív sejttel egyesül. Az előbbiből az embrió, az utóbbiból az embriót tápláló triploid szövet képződik.)

Másfélpetējű ikrek

A késlekedő, és a kettős megtermékenyülés kombinációja nemcsak az örökletes fürkészben, hanem olykor az emberben is bekövetkezik [4][5]. Néhány éve egy 28 éves ausztrál asszony ultrahangvizsgálata azt mutatta, hogy olyan egypetējű ikreket hordozott méhében, amelyek egy méhlepényen osztoztak, ám külön magzatburkokban fejlődtek (4. ábra). (Az ilyen típusú egypetējű ikrek 5-7 nappal a megtermékenyülés után képződnek. Az idő tájt, amikor egy bő száz sejtől álló hólyagcsíra stádiumú embrió a petevezetékben az

anyaméhbe érkezik, és még azelőtt kettéválik, mielőtt beágyazódna a méhnyálkahártyába.) Az ultrahangvizsgálat eredménye példanélküli volt: az egypetējű magzatok egyike fiúnak, a másika lánynak tűnt [5]. Ami csak úgy lehet, hogy egy petesejtbe két spermium hatolt be, egyik X, másik Y kromoszómát hordozott (4. ábra). A spermium magjai aztán külön-külön egyesültek a petesejt két magjával, amelyek a petesejt magjának osztódása nyomán képződtek. (A fogamzások körülbelül 2%-a vezet triploid zigóták képződéséhez, olyanokhoz, amelyek minden sejtmagjában három kromoszóma-garnitúra van. A triploid állapot az élettel összeegyeztethetetlen: a spontán abortuszok mintegy 20%-a triploid magzat.) A zigóta kiméra volt, hiszen a sejtjeit alkotó genetikai információ három forrásból eredt: egy anyai, valamint két apai eredetűből. Nos, a



6. ábra. Fele-fele nőstény/hím lepkemozaikok, gүнanderek

Gүнanderek

különös zigóta kettéhasadt, ami után egypetűjű ikrek képződtek. Várható volt, hogy mindkettőjükben egyaránt lesznek XX és XY kromoszómájú sejtek. És valóban, miután megszülettek, és megvizsgálták fehérvérsejtjeik kromoszómakészletét kiderült, hogy a lány sejtjeinek 90%-a XX, 10%-a XY volt, a fiúban nagyjából egyforma arányban voltak XX és XY sejtek. (Az ikrek mindegyike valódi hermafrodita, olyan élőlény, amely testét egyszerre alkotják hím- és nőnemű sejtek.) Az ikrek részletes genetikai vizsgálata megmutatta, hogy az anyai eredetű genetikai állományuk azonos, ám az apai eredetű kétféle. Vagyis ők sem nem egy-, sem nem két-, hanem másfélpetűjű ikrek. Valószínű, hogy az egypetűjűnek vélt ikrek között vannak másfélpetűjűek, ám lévén egyneműek, annak ellenére nem merül fel másfélpetűjűségük, hogy kissé különböznek. Tudvalevő ugyanis, hogy több oka lehet annak, hogy az egypetűjűek külleme olykor eltérő [6]. A molekuláris genetikai technikákkal viszont bizonyosan eldönthető, hogy egy egypetűjű ikerpár valóban egy-, vagy másfélpetűjű. A fentiekből az is kiderül, hogy a megtermékenyülés eseményei, mint a legtöbb biológiai jelenséggé, nem fehér és fekete természetűek, hanem elférnek benne a szürke különféle árnyalatai.

Nőstény/hím mozaikok – gүнanderek – sok fajban ismertek (5., 6. és 7. ábra). Könnyen felismerhetők, ha a nő-, illetve a hímneműek külleme meglehetősen különbözik [7]. Többnyire késlekedő és/vagy kettős megtermékenyülés nyomán képződnek, ám (amint majd a Természet Világa két későbbi száma bemutatja) embriók összeolvadása révén is képződhetnek.

A nőstény/hím mozaikok között bizonyosan a muslica gүнanderei a legismertebbek (5. ábra) [7]. A többi fajtól eltérően a muslica gүнanderei X kromoszómavesztés révén képződnek: az eredendően XX nőstény embriók X kromoszómája elvész az embriógenezis kezdetén, ami nyomán egy XX/X0 nőstény/hím mozaikmuslica fejlődik [8]. (Itt 0 a hiányzó X kromoszóma jele.) Amíg az X kromoszóma receszív markermutációkat hordoz, az X kromoszóma azon mutációk ép alléljait tartalmazza, amelyek vesztése után megnyilvánulhatnak a markermutációk, láthatóvá téve a hím szöveteket (5. ábra). A muslica gүнanderei kényelmesen és nagy számban készíthetők, velük a fejlődésgenetika olyan izgalmas kérdései tanulmányozhatók, mint például a

sejtek sorsa, a génkifejeződés-mintázat, vagy a nemi viselkedés szabályozása [9][10]. Olyan érdekes témák, amelyek bemutatására itt nem futja.

Kimérák

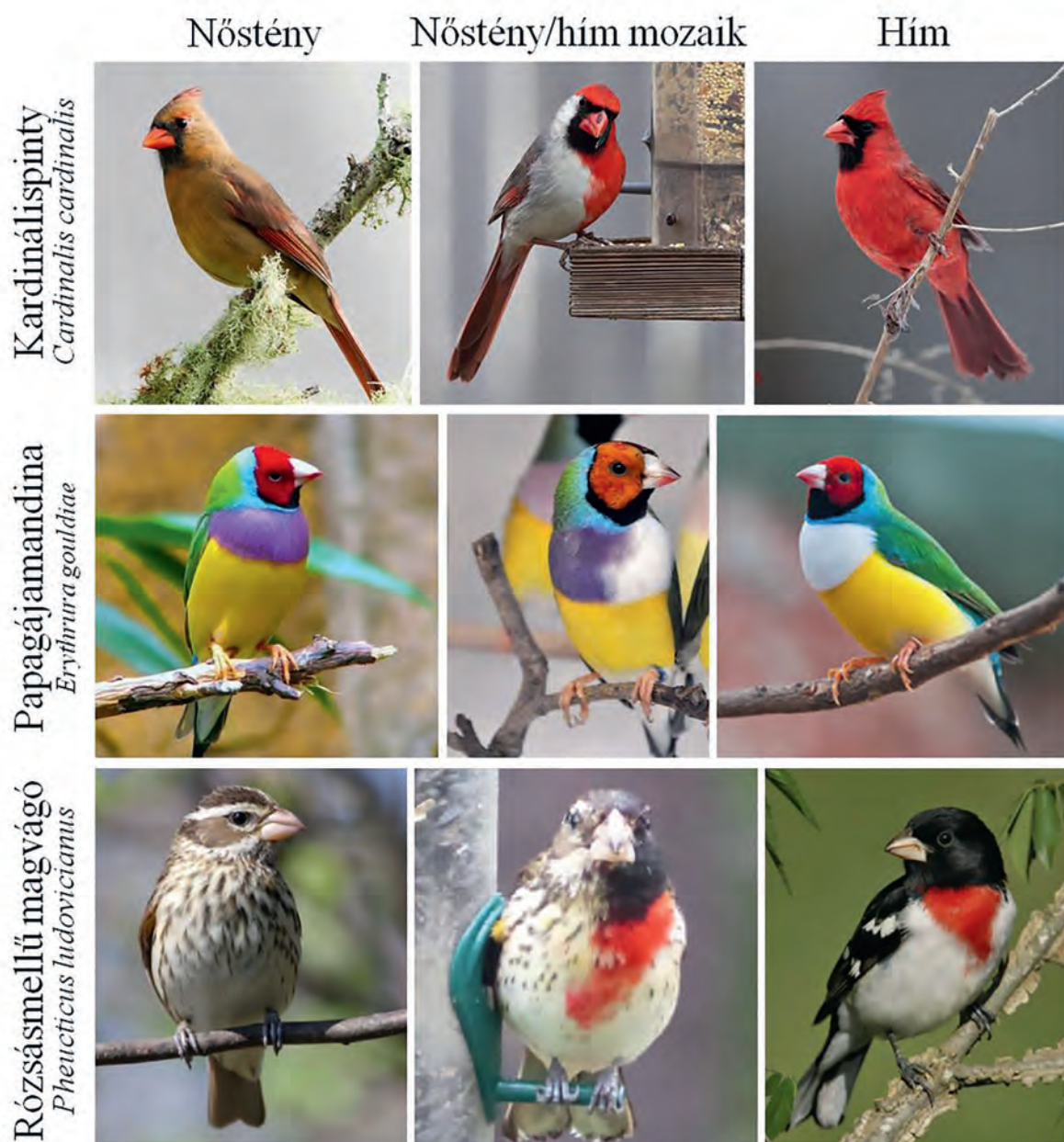
A kimérák olyan élőlények, amelyek testét alkotó sejtek úgy erednek több mint két ivarsejtből, hogy a sejtek diploidok vagy haploidok maradnak (2. ábra). Képződhetnek többszörös megtermékenyülés, embriók összeolvadása, összeolvasztása, vagy sejtcserék révén [7]. Itt a kétszeres megtermékenyülés szerepét mutattuk be, a további lehetőségekkel a Természet Világa következő számaiban ismerkedhetnek meg olvasóink.

A kiméra olyan lángot szóró oroszlántestű mitológiai szörny, amelynek három feje van: oroszlán, kecske és — a farka végén — kígyó (nyitóképünk és 8. ábra). A régi görögök úgy vélték, hogy a kiméra megjelenése szerencsétlenség előjele. Az évszázadok során aztán néhány további olyan képzeletbeli lény is született, amelyek különféle fajokból gyúrt össze az emberi fantázia, egyfajta jelei az ember szárnyaló képzeletének (8. ábra).

SZABAD JÁNOS

Nyitóképünk: Véssett mitológiai kiméra a XI. század végéről (San Pietro al Monte templom, Civate, Olaszország)

7. ábra. Nőstény/hím mozaikmadarak





8. ábra. Mitológiai kimerák. (A) A klasszikus, az úgynevezett Arezzoi kimerá oroszlántesttel és -fejjel, hátán kecske, a farka végén kígyó (vagy sárkány) fejjel. (B) Pegazust, a szárnyas lovat ábrázoló szobor. (C) Kentaur, hátán – szárnyas angyalként ábrázolva – Erósz, a szerelem istene a görög mitológiában. (A rómaiak Erószot Amor vagy Cupido néven tisztelték.) (D) Sellő. Szabó Gábor alkotása (Óbudai-sziget). (E) Krampusz, a „karácsonyi ördög”, patáival, szarvaival és szőrös testtel, a képzeletbeli kimerák egyike. Hasonlít a római mitológia faunjára, a kecskelábú, -szarvú, félig ember alakú istenségre.

IRODALOM

- [1] Whiting PW: Mutants in *Habrobracon*. *Genetics* 17: 1-30, 1932.
- [2] Whiting PW: Modification of traits in mosaics from binucleate eggs of *Habrobracon*. *Biology Bulletin* 63: 296-309, 1932.
- [3] Clark AM, Gould AB, Graham SF: Patterns of development among mosaics in *Habrobracon juglandis*. *Developmental Biology* 25: 133-148, 1971.
- [4] Souter VL: A case of true hermaphroditism reveals an unusual mechanism of twinning. *Human Genetics* 121: 179-185, 2007.
- [5] Gabbett MT et al.: Molecular support for heterogonesis resulting in sesquizygotic twinning. *New England Journal of Medicine* 380: 842-84, 2019.
- [6] Machin G: Non-identical monozygotic twins, intermediate twin types, zygosity testing, and the non-random nature of monozygotic twinning: a review. *American Journal of Medical Genetics Part C: Seminars in Medical Genetics* 151C(2): 110-127, 2009.
- [7] Szabad János: *Genetikai mozaikok*. JATEPress, ISBN 978 963 315 407 6, 2019.
- [8] Szabad J et al.: *Horka*, a dominant mutation of *Drosophila*, induces nondisjunction and, through paternal effect, chromosome loss and genetic mosaics. *Genetics* 139: 1585-1599, 1995.
- [9] Szabad J, Fajsz Cs: Control of female reproduction in *Drosophila*: genetic dissection using gynandromorphs. *Genetics* 100: 61-78, 1982.
- [10] Szabad J et al.: Control of mating plug expelling and sperm storage in *Drosophila*: A gynandromorph- and mutation-based dissection. *Biologia Futura* 70: 1–11, 2019.



2023 ŐSZÉNEK IDŐJÁRÁSA

Rekordmeleg évszak

Rendkívül enyhe idő uralkodott 2023 őszén, az október a harmadik-, míg a szeptember, illetve a teljes évszak a legmelegebb lett 1901 óta. Mindemellett az ősz első fele száraz, a második csapadékos idővel telt. A cikkben szereplő mért és számított adatok forrása az Országos Meteorológiai Szolgálat.

Szeptember

A hónap első felében döntően anticiklonális hatások alakították az időjárást. Egyedül 2-án érkezett egy hidegfront, mely aznap és 3-án főként keleten okozott záporokat, zivatarokat, lokálisan jelentős, 20-30 mm csapadékkal. A front számottevő lehűlést nem hozott, így az ország nagy részén 13-áig 25 °C felett, 2-án, majd 8-ától több helyen kevéssel 30 °C felett alakultak a hőmérsékleti csúcértékek, az éjszakák viszont többnyire frissek voltak 10-15 °C körüli minimumokkal. A magasabban fekvő helyeken azonban melegebb volt, a János-hegyen 11-én, 12-én és 13-án is megdőlt a legmagasabb minimum budapesti rekordja. 13-án egy közeledő hidegfront előtt Kiskunfélegyházán a 35 °C-ot is elérte a maximum-hőmérséklet, ami a havi csúcérték lett az országban. A front 14-ére virradó éjszaka érte el hazánkat, és akkor északnyugaton, míg napközben az ország északkeleti felén okozott záporokat, zivatarokat. Helyenként ezúttal is előfordultak 30 mm körüli vagy azt meghaladó csapadékmennyiségek, sőt, 14-én Tiszabecsen 63,2 mm hullott, ami a legmagasabb napi összeg lett szeptemberben. 19-én újabb front érkezett, mely előtt 18-án északon és nyugaton már kialakult eső, zápor, a frontból pedig többfelé esett, és délután nyugaton zivatarok is előfordultak jégesővel. Számottevő lehűlést azonban sem a 14-ei, sem a 19-ei front nem hozott, így 22-éig folytatódott a nyári idő, 17-én és 18-án, majd 20-ától 22-éig helyenként 30-32 °C-os csúcértékekkel. 22-én Győrben

és Balatonlellén, 23-án Debrecenben éjszaka sem volt hűvösebb 20 °C-nál, mely mindkét napon rekordmagas minimumnak számított.

Utóbbi napon egy markáns, felettünk hullámot vető hidegfront érkezett, ami 23-án és 24-én sokfelé okozott kiadós csapadékot, főként eső, zápor formájában, de keleten zivatarok is kialakultak. A két napon a tartósan esős helyeken délután is csupán 15 °C körül alakult a hőmérséklet, a front elvonulása után azonban visszatért a száraz, meleg idő nyárias hőmérsékleti értékekkel, mely ki is tartott a hónap végéig. A havi középhőmérséklet végül 19,6 °C lett, mely az egész országban 3-4 °C-os pozitív anomáliát jelentett. A havi csapadékösszeg az ország legnagyobb részén elmaradt az átlagostól, egyedül az Északi-középhegység térségében és délkeleten fordult elő helyenként némi többlet. A két szélsőérték 8,5 mm (Adony) és 94,0 mm (Vése) volt.

Október

A hónap első felében még folytatódott a kifejezetten enyhe, anticiklon-dominanciájú, nagyjából száraz időjárás. 14-éig csak egy-egy front haladt át felettünk, de ezek általában kevés csapadékot okoztak, egyedül 9-én északnyugaton fordult elő jelentősebb, 5-10 mm-es mennyiség egy melegfrontból. A frontok előtt több napon is 25 °C köré melegedett még a levegő, sőt, 2-án és 3-án, 8-án, illetve 12-étől 14-éig néhol a 27-28 °C-ot is

elérte a csúcscérték. A 8-án átvonuló erősebb hidegfront mögött 9-én reggel északkeleten viszont több helyen meglett az első fagy — a leghidegebb Nyírlugoson volt $-4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal —, és ott napközben is $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt maradt a hőmérséklet.

Markáns hidegfront érkezett azonban 14-én, mely már sokfelé okozott csapadékot, a legnagyobb mennyiségben északkeleten. A front mögött a következő 3 napon $10\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$ között alakultak a maximumok, 17-én, 18-án és 19-én reggel pedig sok helyen fagyott. 18-án Zabaron $-5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot mértek, mely a hónap legalacsonyabb értéke lett az országban. 19-én és 20-án egy nyugatra örvénylő ciklon előoldalán igen jelentős és gyors melegedés zajlott le, melynek eredményeképp az utóbbi napon több melegrekord is megdőlt. A minimum Péren $19,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt, melynél magasabb értéket még nem regisztráltak ezen a napon, délután pedig Tiszaalpáron elérte a csúcscérték a $30,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, ami nem csak új rekord, hanem a jelenlegi adatbázis alapján a legkésőbb előforduló hőségnap, illetve az idei októberi maximum is lett. A ciklon hidegfrontjából éjjel és másnap az ország középső sávjában sokfelé esett jelentős, a Dél-Dunántúlon helyenként $30\text{--}40\text{ mm}$ eső, és néhol zivatarok is kialakultak. A front előtt 21-én Körösszakálon még elérte a hőmérséklet a $28,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, mely szintén új napi melegrekord lett, és ekkor, illetve másnap megdőlt a legmagasabb minimum rekordja is.

A hónap hátralévő napjait már változékony idő jellemezte gyakori frontátvonulásokkal, jelentős csapadékkal, ám folytatódott a szokásosnál jóval enyhébb idő. 24-én az ország északnyugati felén, 26-án és 27-én pedig már sokfelé hullott $20\text{--}30\text{ mm}$ körüli vagy a feletti csapadék. 27-én Kékestetőn $80,5\text{ mm}$ -t mértek, ami egyrészt a legmagasabb napi összeg lett a hónapban, másrészt pedig új napi rekord. Az ekkor átvonuló hidegfront következtében országosan ($33,6\text{ m/s}$, Balatonszemes)

és Budapesten ($28,7\text{ m/s}$, János-hegy) is új szélrekord született, és előbbi elmondható volt a 31-én átvonuló hidegfrontról is ($27,8\text{ m/s}$, Fülöpháza és Kab-hegy). A hónap végi hidegfrontokat szokatlan módon több helyen kísérték zivatarok is, a legnagyobb területet érintően 31-én.

Október végül $14,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os középhőmérséklettel zárt, ami $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal magasabb az átlagosnál. A havi csapadékösszegben kettősség mutatkozott: az ország délkeleti felén elmaradt a szokásostól, különösen a Viharsarokban, északon-északnyugaton viszont az átlagos felett alakult. A két szélsőérték $13,2\text{ mm}$ (Kondoros) és $164,9\text{ mm}$ (Kékestető) volt.

November

Az őszi utolsó hónapjában mindvégig egymást érték a ciklonok, frontok, így folytatódott a változékony, rendkívül csapadékos idő, fokozatosan csökkenő hőmérséklet mellett. Az első napok enyhe idővel teltek, 3-áig többnyire $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett alakultak a maximumok, de néhol a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot is elérték. 3-án Pocsajon $21,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os csúcscérték mértek, és ennél melegebb már nem is fordult elő novemberben az országban. 3-án egy hidegfront vonult át, sokfelé kiadós csapadékkal, majd 5-én újabb front okozott esőzést, 7-én pedig egy peremhullám vonult át, amiből főként északon hullott további $20\text{--}30\text{ mm}$ körüli csapadék. Ezekben a napokban helyenként zivatarok is kialakultak, melyek közül kiemelendő a 6-án késő délután a Balatonnál létrejött látványos, izolált szupercella, ami videófelvételek alapján akár egy rövid életű, gyenge tornádót is okozhatott. Ezek a frontok számottevő lehűlést még nem hoztak, továbbra is többször és több helyen $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé melegedett a levegő délutánonként, az éjszakák pedig jórészt fagymentesek voltak. Az 5-ei hidegfront mögött estére

2. ábra. A november 5-én este látható sarki fény Ferihegyről (A szerző fotója)



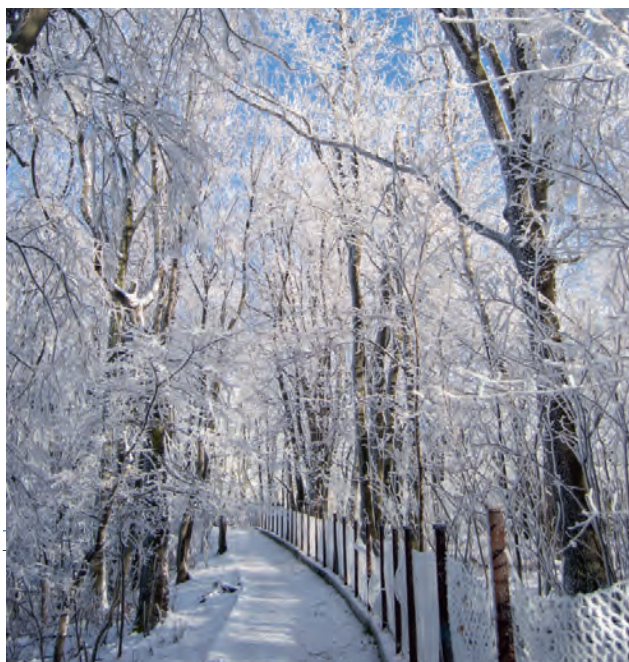


Az október 31-én érkező hidegfrontot kísérő zivatarrendszer peremfelhője Veszprémben
(A szerző fotója)

csökkent a felhőzet, kitisztult az idő, így a szerencsések megpillanthatták a negyedórára felragyogó, különösen erős, még a városokból is szabad szemmel látható sarki fényt.

Nyolcadikától fokozatos lehűlés zajlott le, több helyen megjelentek a gyenge éjszakai fagyok, 10-étől néhány napig pedig a maximumok is csak 10 °C körül alakultak. 10-én és 11-én egy hullámozó frontrendszerből ismét sokfelé esett jelentős eső. 14-én és 15-én egy nyugatról közeledő ciklon előoldalán átmeneti melegedés zajlott le, délnyugaton a 17-20 °C-ot is elérte a legmagasabb hőmérséklet. A ciklon frontrendszeréből 14-én délen 20-50 mm csapadék hullott. A legnagyobb, 50,7 mm-es összeget Kisszálláson mérték, ami egyben a novemberi napi maximum lett hazánkban. 15-én délnyugaton és északkeleten zivatarok is kialakultak. 17-én egy peremciklon vonult át, főként keleten okozva sok esőt, és mögötte több fokkal visszaesett a hőmérséklet. 19-ére virradóan szinte országos fagy volt, így a reggel érkező melegfrontból északon átmeneti havas eső, főként a magasabban fekvő helyeken havazás is előfordult – délután pedig északnyugaton megdörrent

3. ábra. Téli idő Dobogókőn hóval és zúzmarával november 29-én (A szerző fotója)



az ég. 20-án és 21-én egy délnyugatra örvénylő mediterrán ciklonból az ország délnyugati negyedén 10-30 mm eső esett.

A ciklon mögött észak felől hidegebb légtömeg érkezett, így az ország nagy részén 10 °C alá estek vissza a maximumok, a minimumok pedig sokfelé 0 °C alá csökkentek. 24-én egy markáns hidegfront haladt át felettünk, mely kivételesen nem okozott jelentős csapadékot, mögötte 25-én és 26-án viszont szórványosan már hózápor, kisebb havazás is előfordult, lokálisan néhány cm-es hótakarót eredményezve. Ezen a két napon már délután is csak 5 °C körül alakult a hőmérséklet, míg 26-án és 27-én reggel a szélvédettebb északi völgyekben -5 °C alá hűlt a levegő. Zabaron mindkét napon -10 °C alatti értéket rögzítettek, ezen belül 26-án volt a hidegebb -10,5 °C-kal, ami egyben az országos minimum lett novemberben. 27-én és 28-án egy ciklon alakította az időjárást, amiből újból sokfelé hullott kiadós csapadék, és ez északon, északkeleten már hó formájában érkezett, melyből 10-20 cm körüli hótakaró is kialakult (a vastagabb a magasabban fekvő részekben). Emellett ott 27-én, valamint 29-én és 30-án helyenként egész nap fagypont alatt maradt a hőmérséklet. A hónapot egy hullámozó frontrendszer révén újabb adag csapadék zárta, mely az északi hegyvidék térségében még nagyrészt hó volt, és az északi határvidéken helyenként 10-20 cm friss hó hullott. Másutt eleinte ónos eső, később eső volt jellemző. Az ország középső részén a csapadékösszeg elérte a 30-45 mm-t.

A november középhőmérséklete 6,3 °C lett, ami 0,8 °C-kal haladta meg a szokásost, de az északkeleti hegyekben átlag körüli középhőmérséklet is előfordult. A havi csapadékösszeg az átlag körül záró nyugati csücsök kivételével meghaladta a szokásost, keleten 2-3-szoros többletet regisztráltak. A két szélsőérték 48,7 mm (Hagyárosbörönd) és 195,7 mm (Gyöngyössolymos Nyírjes) volt.

HÉRINCS DÁVID



A GYERMEKKORI ELHÍZÁS ELLEN

Megelőzés és kezelés

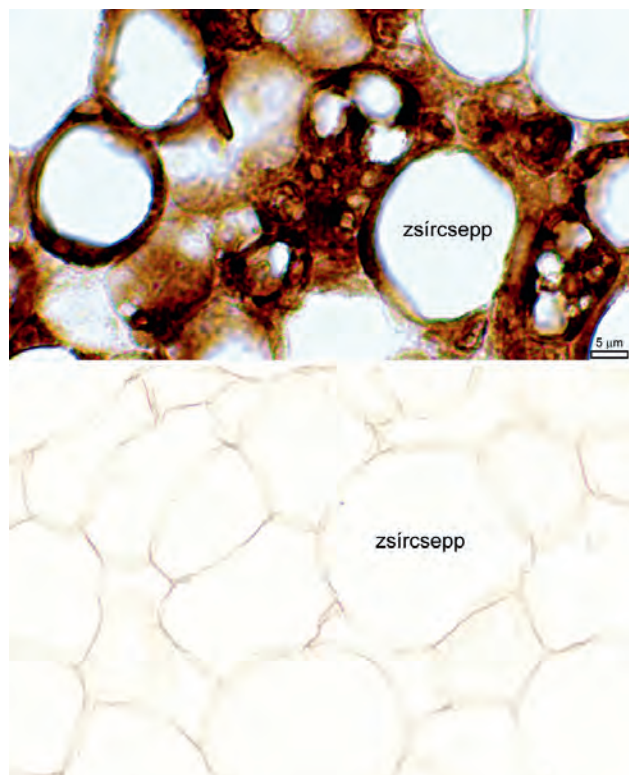
2. RÉSZ Korábbi cikkeinkben (Természet Világa 2023 december és Élet és Tudomány 2023/48 – a Szerk.) a gyermekkorban kialakuló elhízás egészségügyi kockázataival, a zsírfelődést szabályozó születés utáni és kisgyermekkorai hatásokkal foglalkoztunk. Ebben a cikkben az lesz a témánk, hogy milyen módon lehet megelőzni és kezelni a gyermekkorai elhízást.

A zsírraktárok felépülését a lipolízis, a termogenezis és a lipogenezis arányának megbomlása okozza, ami a lipogenezis, azaz a zsírraktározás túlsúlyához vezet. Ennek jelentőségéről korábbi cikkünkben már részletesen szó volt. A lipolízis, a termogenezis és a lipogenezis egyensúlyát több tényező, együttesen teremti meg, ami biztosítja a táplálékkal bevitt kalóriák felhasználását és a felesleg raktározását. A felesleges kalóriák zsír formájában raktározódnak el, ezzel okozva elhízást.

Emiatt a táplálék mennyisége és minősége meghatározza, hogy egészséges testösszetétel vagy elhízás jön-e létre: a gyermekkorai elhízás legfontosabb oka a szénhidrátban és telített zsírokban gazdag, cukrozott ételek és italok fogyasztása. Az édességek és cukrozott üdítők minden bizonnyal nem csak napjainkban voltak kedveltek a gyermekek körében. A gonosz boszorkány mézeslakács házikója csábítja el Jancsit és Juliskát a Grimm-fivérek meséjében, míg Carlo Collodi meséjében Pinokkiót és sok más gyereket cukrozott mandulával és aszalt gyümölcsökkel csalnak csapdába és változtatnak számárrá a szármárkereskedők. A gyermekeknek szánt gyógyszereket (rágótablettákat, szirupokat) szintén különböző édesítőszerrel, például szacharózzal, szorbitollal, mannitollal, szacharinnal; és esetleg édeskés gyümölcsíz utánzó aroma-anyagokkal látják el napjainkban. Ennek élettani magyarázata az, hogy az újszülöttek és a kisgyermekek ízérzékelése jelentősen különbözik a pubertás kor után és a felnőttkorban

kialakuló ízérzékeléstől. Alapvetően az édes ízeket részesítik előnyben, aminek valószínű oka az édes ízű laktózban gazdag anyatej elfogadásának elősegítése lehet. Az édes íz érzékelése (annak kalóriatartalmától függetlenül) nyugtatóan hat az újszülöttekre és fájdalomcsillapító hatása is van. Ezzel együtt a keserű ízek elutasítása is erősebb az újszülöttekben és a gyermekekben, mint a felnőttekben. Utóbbi talán a mérgező anyagok elkerülése miatt lehet fontos. A gyermekek édesíz-preferenciáját jól szemlélteti, hogy egy gyermek nagyjából a 0.5-0.6 mólos étkezési cukor oldatát (kb. 12 teáskanál cukor 230 ml vízben) érzékeli megfelelően édesnek, míg egy felnőtt ennek már a felét is túlzottan édesnek ítéli meg. A pubertás után, a fiatal felnőttkorban csökken le jelentősen az édes íz előnyben részesítése, és ekkor válik elviselhetőbbé a leserű íz. A korral tehát valóban változik az ízlés.

Az édes íz előnyben részesítése azonban fokozott veszélynek teszi ki a gyermekeket, mivel szívesen fogyasztanak főleg kalóriákban gazdag cukrozott ételeket és italokat, és elutasítanak rostban és komplex szénhidrátokban gazdag ételeket, mint például a zöldségeket. Az édes íz érzékelését lehetővé tevő receptort a T1R2 és T1R3 membránfehérjék hozzák létre, az ezeket kódoló gének pedig a *TAS1R2* és *TAS1R3*. Ezeknek a géneknek a polimorfizmusa befolyásolhatja az édes íz érzékelésének képességét, és az édes íz fokozott előnyben részesítése korai elhízással és romló fogászati állapottal, azaz fokozott fogszuvasodással jár együtt.



1. ábra. Hőtermelő és hőtermelésre képtelen zsírszövetek
Fent: szétkapcsoló fehérje 1-et (UCP1-et) kifejező zsírszövetek az újszülöttnél, melyek zsírok oxidációja során hőtermelnek és csökkentik a raktározott zsírok mennyiségét. A sejtek barna színét az úgynevezett immunhisztokémiai eljárással megjelölt UCP1 fehérje jelenléte okozza. Lent: Hőtermelésre képtelen, zsírokat raktározó zsírszövetek, melyekből hiányzik a UCP1 fehérje.

Érdekes módon, az anyatejes táplálás elősegíti az anyagcsere szempontjából kedvezőbb, kevésbé édes ételek későbbi elfogadását.

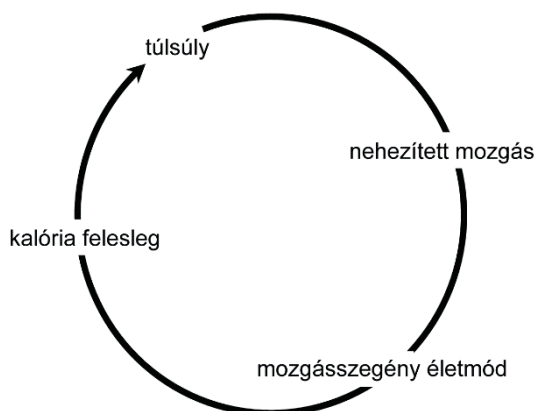
A gyermekkori táplálkozás kérdésében a szülői tudatosságnak van kiemelkedő szerepe, hiszen egy kisgyermek belátási képessége még nem teszi lehetővé saját étrendjének megtervezését. A szénhidrátok, ezen belül is a cukrok, fontos alkotói az emberi táplálkozásnak, azonban fogyasztásuk során fontos a napi bevétel mérséklése, és a többi tápanyaghoz való arányának betartása. Az egyes kontinenseken igen különbözőek az étkezési szokások, és emiatt a gyermekkori elhízást előidéző étrend sem univerzális, hanem a helyi szokásokban megfigyelhető, korunkra jellemző túlfogyasztást tükrözi. Közös jellemzője a gyermekkori elhízást okozó étrendnek, hogy dominálnak benne az édesített gyümölcslevek, a cukrozott üdítőitalok, az édesített gabonapelyhek, a teljes – zsíros – tej és az ebből készült tejtermékek, a tésztafélék, a pizzák, a gyorséttermi ételek, a sütemények, illetve az aránytalanul sok tojás és húsféle fogyasztása. Ezek között az élelmiszerek között találhatók olyanok, melyek alapvetően magas

étkezési értékkel rendelkeznek, mint például a tejtermékek, a tojás és a sovány húsok, mivel ezek gazdag forrásai a fehérjéknek, a vitaminoknak és az esszenciális zsírsavaknak. Összességében tehát az elhízást a túlzott fogyasztás, a tápanyagok arányának eltolódása az egyszerű cukrok és zsírok irányába, valamint az életkornak és az életmódnak megfelelő mértéket meghaladó kalóriabevitel okozza.

A táplálékból nyert energia felhasználása csökken, ha a szervezet aktivitása, a fizikai munkával és mozgással töltött idő lecsökken. A mozgásszegény életmóddal együtt jár, hogy energia-felesleg keletkezik, ami zsírraktározást okoz. Egy a közelmúltban készült felmérés szerint Európában naponta kevesebb mint fél órát és hetente kevesebb mint két órát töltenek aktív mozgással (pl. gyaloglás, kerékpározás, úszás, gimnasztika, stb.) a gyermekek, és a mozgásra szánt idő a serdülőkorban még tovább csökken. A túlzott kalóriabevitel mellett a mozgásszegény életmód könnyen okoz elhízást, ami egy ördögi kör kialakulásához vezet: a súlytöbblet miatt a gyermek kerüli a mozgással járó tevékenységeket, előnyben részesíti a négy fal között, ülve végezhető időtöltéseket, mint például számítógépes játékok, online jelenlét, televízió-nézés. Ezzel tovább növekszik a szervezet valós energiaigénye és a táplálékkal bevitt energia közötti különbség, ami további zsírfelhalmozódást okoz. A zsírdépök emellett fokozzák a férfi nemi hormonok női nemi hormonokká való átalakítását (az úgynevezett aromatáz enzim jelenlétének köszönhetően), ami tovább serkenti a zsírraktározás képességét. Ez például a pubertás korú fiúkban nőies zsírszövet-eloszlást, egyes esetekben úgynevezett ál-ginekomasztíát is okozhat.

A csontozat és az izomzat fejlődését a kisgyermekkori táplálkozás és az életkornak megfelelő mozgás döntően meghatározza, emiatt egy keveset mozgó, kalória-felesleggel küzdő gyermek esetében mozgásszervi panaszok alakulhatnak ki és az izomtömeg sem fejlődik megfelelően. A zsírdépök, mivel endokrin szervként működnek, a csontok erősségét csökkentő

2. ábra. A túlzott energiabevitel és a mozgásszegény életmód által létrehozott ördögi kör, mely elhízáshoz vezet



jeleket szabadítanak fel, emiatt a csontok növekedése csökkenhet, és a csont szerkezete meggyengülhet. Fokozódik annak a kockázata, hogy 11-16 éves kor között a combcsont feji ízületének növekedési magja leválik a combcsont többi részéről, és emiatt a csont elmozdul a csípőcsont vápájában. A lábra állás fájdalmassá, a mozgás korlátozottá válhat. A gyermekkori elhízás a csontváz szerkezetén maradandó nyomot hagy: régészeti anyagban például az aránytalanul hosszú törzs és a rövid alsó végtagok, vagy a csontok felszínén látható elszórtan megjelenő, fokozott csontosodást mutató gócek jelenléte összefüggésbe hozható az elhízással. Összességében, a kevés mozgás megnöveli az elhízás kockázatát, és az elhízás tovább csökkenti a mozgással töltött időt, sőt akár korlátozhatja is a szabad mozgást.

A napi kalóriabevitel csökkentése önmagában azonban nem hatékony módszer az elhízás kezelésében. A gyermek életkorának megfelelő, felügyelet alatt végzett rendszeres testmozgás szükséges ahhoz, hogy a zsírdépők mérete tartósan csökkenjen, a csontozat és az izomzat pedig megfelelően tudjon fejlődni. A gyermekkori elhízás kezelésében az első lépés emiatt a napi kalóriabevitel csökkentése és a tápanyagokat megfelelő arányban tartalmazó diéta bevezetése, amit rendszeres testmozgással kell kombinálni. Cél lehet például az úgynevezett 5-2-1-0 szabály betartása: naponta 5 vagy több gyümölcs vagy zöldségféle fogyasztása, 2 óránál kevesebb számítógép, tablet, telefon használat és televízió nézés, 1 óra testmozgás, 0 cukrozott ital fogyasztása.

Mindezek betartása gyermekek esetében sokkal nehezebb, mint felnőttkorban, emiatt igen fontos a szülői motiváció és a példamutatás. A sikert elősegíti a pozitív megerősítés, egy kitartásra ösztönző edző, vagy

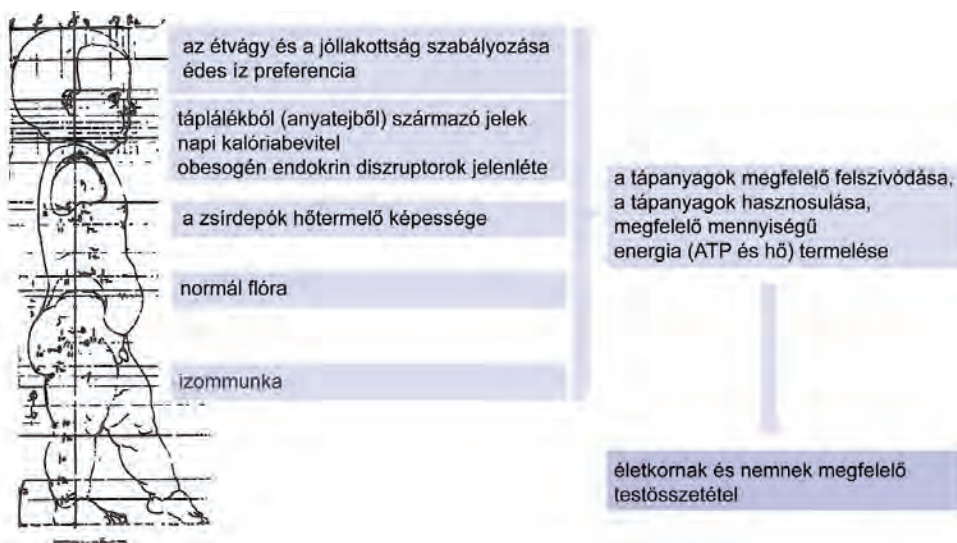
egy támogató gyermek pszichológus bevonása a szülők és a gyermek közös erőfeszítésébe. Magyarországon is elérhetőek olyan gyermektáborok, melyek elősegítik az elhízással és egyéb anyagcserebetegséggel élő gyermekek életminőségének javítását a tudatosság, a lelki gondozás, a viselkedésterápia, a motiváció és az orvosi tanácsadás, valamint a közösségépítés eszközeivel.

Abban az esetben, ha a kalóriabevitel csökkentése, a fizikai aktivitás fokozása és a motiváció együttesen nem vezet eredményre, szóba kerülhet a gyógyszeres kezelés és a zsírdépők méretének csökkentése műtéti eljárással. Ezek azonban olyan beavatkozások, melyek a gyermek további életére kedvezőtlenül is kihathatnak. Az étvágyat szabályozó hatóanyagok, a lipolízist elősegítő hormonok (pajzsmirigy hormonok, mellékvesekéreg hormonok), a tápanyagok hatékonyabb felhasználását fokozó inzulin-érzékenyítő gyógyszerek hosszú távú mellékhatásai a fiatal felnőttkorban alakulhatnak ki. Ne felejtsük el, hogy az elhízáshoz kapcsolódó anyagcserebetegségek korábban a felnőttkor és az időskor betegségei voltak, emiatt a jelenleg elérhető gyógyszeres terápiát nem kisgyermekekre és több évtizedig tartó kezelésre tervezték. Amennyiben az elhízás másodlagos módon, például a pajzsmirigy hormontermelésének zavara miatt alakul ki, az alapbetegség gyógyszeres kezelése indokolt, és ez egyúttal az elhízást kiváltó okot is mérsékli. A gyógyszeres kezeléshez ebben az esetben is társulnak a fogyást elősegítő változtatások az étrendben és az életmódban.

A lipogenezis túlsúlya kialakulhat genetikailag meghatározott okból is, például az étvágy és a jóllakottság központi idegrendszeri szabályozásának öröklött hibájából. Egerekben ismertek olyan gének, melyek mutációja csillapíthatatlan étvágyat és extrém mértékű elhízást okoznak. Ilyen például a leptin nevű hormon hiányát, illetve a sejtek leptin iránti érzéketlenségét okozó mutációk. A zsírsejtek minél több zsírt raktároznak,

3. ábra. A leptin jelentősége az elhízás elleni védelemben. Leptin rezisztens és leptin érzékeny egér zsírszövetének összehasonlítása.





4. ábra. A kisgyermekkorban ható főbb tényezők, melyek meghatározzák a testösszetételt.

Az illusztráció Albrecht Dürer (Della Simmetria dei corpi humani, 1528) rajza alapján készült, mely a kisdéd testarányait ábrázolja.

annál több leptint szabadítanak fel. A leptin csökkenti az étvágyat és fokozza a lipolízist, a zsírok mobilitációja révén energiatermelést segíti elő és csökkenti az elhízás esélyét. A leptin hiányát, illetve a leptin rezisztenciát egy öröklődő mutáció okozza. A leptin által fenntartott visszajelző rendszer hiánya elhízást okoz. Azonban gyermekkorban elhízást kiváltó elsődleges okok között az ehhez hasonló genetikai meghatározottság csak elenyésző mértékben jelenik meg.

Az utóbbi időben arra is figyelem irányul, hogy vajon a környezetben megjelenő obesogén (elhízást okozó) szennyező anyagok mennyire tehetők felelőssé a gyermekkorban elhízás egyre növekvő jelenlétéhez a társadalomban. A környezetben található obesogén anyagok lehetnek természetes eredetűek, mint például az egyes ételekben megtalálható fito-ösztrogének, vagy pedig emberi technológia eredményei, mint például műanyagok lágyítására szolgáló vegyületek, például a ftalátok, biszfenol a, és organotin molekulák. Ezeket a molekulákat együttesen endokrin diszruptoroknak nevezzük, mivel megbontják az étvágy-jóllakottság és energiafelhasználás endokrin szabályozását. A ftalátok, a biszfenol a, és az organotin molekulák a különböző műanyagok (például palackok, csomagolóanyagok) adalékanyagai, illetve növényvédő szerek, melyek a tengerek szennyezése révén a táplálékláncba is bejutnak. De még a bevásárlás végén kapott „blokk”, azaz úgynevezett hőpapír és számos műanyag termék tartalmaz obesogén anyagokat. Az endokrin diszruptorok a zsírok felhamozódását segítik elő, mivel az ösztrogén receptorokhoz kapcsolódó jelátvitelt aktiválják.

Emiatt például a bébitápszerek csomagolásában, a műanyag tápszeres palackokban nem lehet jelen biszfenol a, ennek felhasználása ugyanis 2018 óta tilos ezekben a termékekben az Európai Unióban. Jelenleg is tart az endogén diszruptor vegyületek használatának korlátozása a mindennapi életben használt termékekben, részben az elhízást fokozó lehetséges hatásai miatt.

Az újszülött és a kisgyermek zsírszövetének mechanizmusai jelenleg is tartó kutatások tárgya. Az anyatejből származó kémiai jelek, az ízérzékelés kialakulása, a zsírszövet

hőtermelő képességének szabályozása, az étvágy és a jóllakottság neuro-endokrin szabályozása, a normál flóra anyagcsere-termékei, az izommunka mind olyan lehetséges tényezők, melyek együttesen befolyásolják a test energiatermelését és energiafelhasználását. Ezeket a mechanizmusokat csak most kezdjük megismerni, de az már világos, hogy bármelyik tényező hibája okozhat a korai életszakaszban kialakuló elhízást, ami felnőttkorra is állandósulhat.

A megelőzés mindennél fontosabb, a csecsemő anyatejes táplálása, a kisdéd és a kisgyermek testtömeg-indexének figyelemmel kísérése, gyermekkorban az életkori sajátosságoknak megfelelő testedzés, túlzott testtömeg-gyapodás észlelése esetén pedig gyermek endokrinológussal történő konzultáció a megelőzés alapvető elemei.

Ma még kevés olyan diagnosztikai eljárás érhető el, ami az elhízásra való hajlamot korán azonosítaná, illetve prognosztikus értéke lenne a testtömeg későbbi alakulásának becsléséhez. Az elhízásra hajlamosító génműtatók genetikai szűrése, a kisebb műtéti beavatkozások során eltávolított zsírszövet szövettani elemzése, valamint a testösszetétel mérése lehetnek azok a talán hamarosan elérhető módszerek, melyek az elhízás személyre szabott megelőzését és gyógyítását teszik majd lehetővé gyermekkorban.

A gyermekkorban elhízás okait nemcsak abból a szempontból fontos megértenünk, hogy megértsük, miként dolgozzuk fel újszülöttként és kisgyermekként a tápanyagokat, hanem abból a szempontból is, hogy ezeket a mechanizmusokat a felnőttkori elhízás csökkentésében miként tudjuk majd a jövőben felhasználni.

RÖSZER TAMÁS

A Szerző kutatásait az OTKA-NKFI 142939 és az ÚNKP-23-5 Program támogatja.



MELYIK MAGYARORSZÁG LEGKISEBB TELEPÜLÉSE?

Remeteszőlős táj- és településértékelése

Írásunk egy oktatási célú földrajzi kutatás eredményeit ismerteti hazánk legkisebb településének vonatkozásában. A vizsgálat célja *Remeteszőlős természet- és társadalomföldrajzi szempontú elemzése*, majd a táj- és településértékelés eredőjeként a potenciális erőforrások feltárása, valamint konkrét területfejlesztési javaslatok megfogalmazása volt.

Az Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Természettudományi Karának Geográfus mesterszakán az elmúlt év végén természet- és társadalomföldrajzi szempontú táj- és településértékelések zajlottak. A Földrajz és Környezettudományi Intézetben Dr. Dobos Annának, a Környezettudományi és Tájökológiai Tanszék egyetemi docensének szakmai vezetésével megvalósuló oktatási célú vizsgálatok kistelepüléseket céloztak. Jelen kutatás mintaterülete hazánk legkisebb települése, a Pest vármegyei, fővárossal határos *Remeteszőlős*. A 2022. október-december közötti vizsgálat célja a község természet- és társadalomföldrajzi szempontú elemzése, majd a táj- és településértékelés eredőjeként a potenciális erőforrások feltárása, végül a megfogalmazott hipotéziseket bizonyítva, konkrét területfejlesztési javaslat megfogalmazása volt. A téma gyakorlati jelentőségét az ország minden települését érintő területfejlesztési kihívások adták. Az ezzel kapcsolatos jogszabályi követelmények, valamint lakossági igények országszerte fontossá teszik a felsőoktatási közegből érkező vizsgálatokat és megoldási javaslatokat.

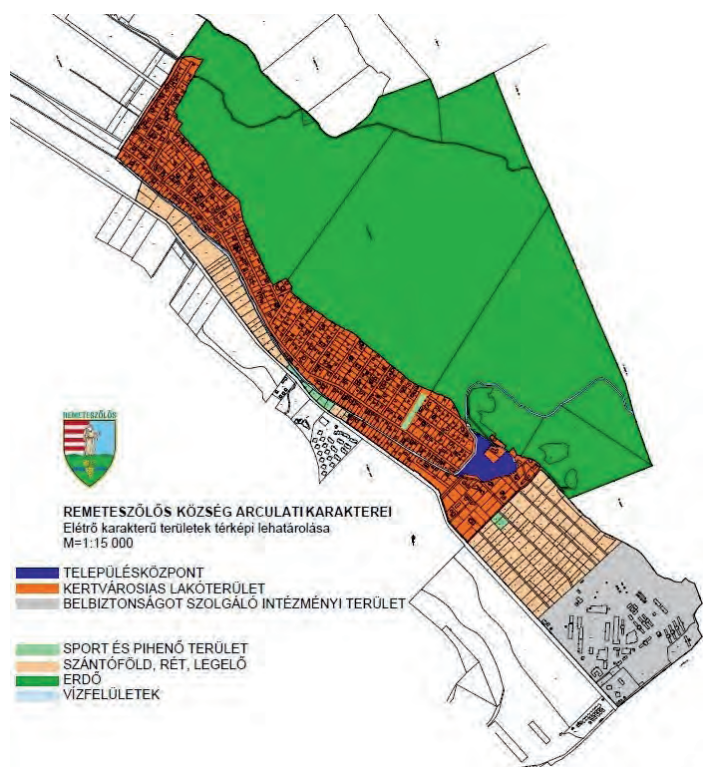
Földrajzi helyzetének bemutatása

„Napjainkban a legkisebb lélekszámú település a Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyei Debréte 8 fővel, a legnépesebb a főváros, több mint 1,7 millió lakossal. Budapestnek a legnagyobb

a területi kiterjedése, 525 km², míg a Pest vármegyében található Remeteszőlős nagysága nem éri el az 1 km²-t sem” — olvashatjuk a Központi Statisztikai Hivatal honlapján.

A település topográfiai helyzetének közigazgatási lehatárolása szerint a NUTS 1-es szintű Közép-Magyarország régió, illetve (a 2018-as változást követően) a NUTS 2-es szintre emelt tervezési—statisztikai Pest vármegye/régió részét képezi (Kocsis, K. 2018). A Budakeszi járáshoz és a Pilisvörösvári kistérséghez tartozik; önkormányzata Budajenővel közös. A község (korábbi anyatelepülésével) Nagykovácsival, Solymárral, valamint Budapest II. kerületével határos. Topográfiai ábrázolása során mind a *Google Térkép*, mint a *Google Earth* alkalmazás a település határait pontatlanul ábrázolja, többek között annak erdős külterületeit, jellemző geológiai képződményeit és geomorfológiai formakincseit Nagykovácsrhoz sorolja.

Remeteszőlős a rendszertani tájbeosztása szerint a Dunántúli-középhegység nagytájhoz, a Dunazughegység középtájhoz (Kocsis, K. 2018) és a Budai-hegység kistájhoz (Csorba, P. 2021) sorolt. A település arculatkaraktereinek ábrázolásából következően megkülönböztethetünk településközponti, kertvárosias lakóterületi, belbiztonsági szolgáló intézményi, sport—pihenő, szántóföld—rét—legelő, erdő és vízfelületi területeket (**1. ábra**).



1. ábra. Remeteszőlös térképi ábrázolása az eltérő karakterű területek lehatárolásával
(Forrás: Remeteszőlös község arculati karakterei)

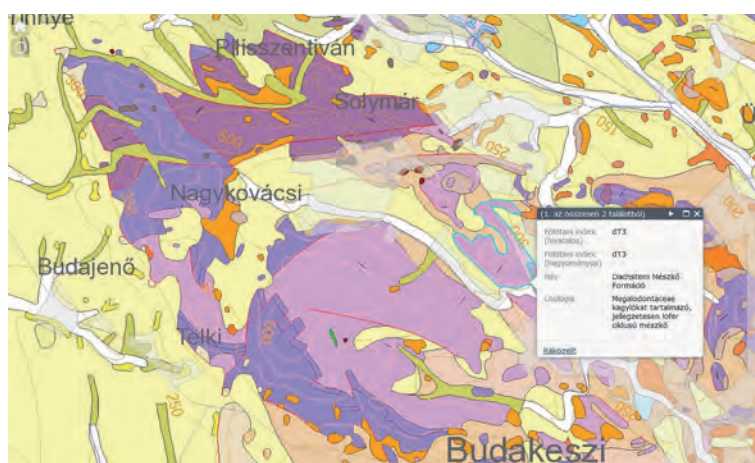
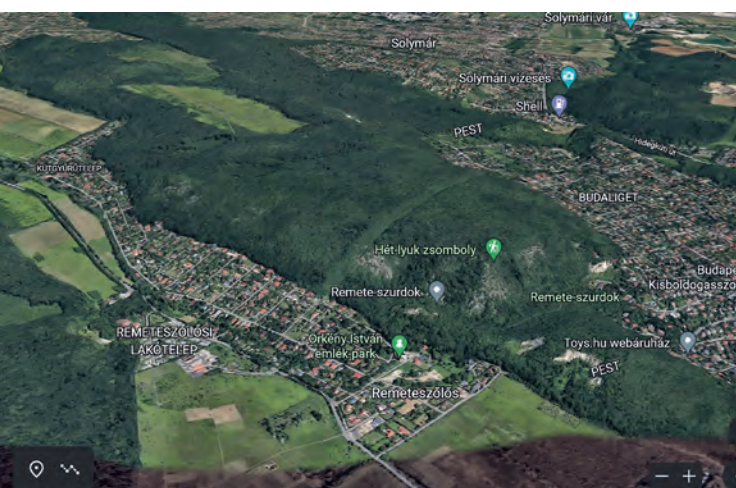
Földtani adottságok

Remeteszőlös területét négyféle geológiai képződmény jellemzi: Az Ördög-árok környezetét folyóvízi üledék alkotja. A lakóterület-településközpont részben ugyanerre, részben löszre települ. A külterületi erdővidék aljzata a Budai-hegység szempontjából meghatározó dachsteini mészkő (2. ábra). A rendőrségi használatban levő területen lejtőtörmeléket találunk.

Domborzati adottságok

A felszíni formák közül (bár nagytáj szerint középhegységben járunk) a dombságokra jellemző magaslattal találunk Remeteszőlös külterületén: a Remete-hegy

3. ábra. Remeteszőlös 3D-s képe a Google Earth alkalmazásban
(Forrás: Google Earth)



2. ábra. Dachsteini mészkő előfordulási helye Remeteszőlös felszíni földtani térképi ábrázolásán (Forrás: Magyarország felszíni földtani térképe, 1:100 000)

423 méterrel emelkedik tengerszint fölé. A bejárás során szemrevételezhető volt, hogy a mesterségesen, földmunkák eredményeként kialakított belterületi utcák párhuzamosan-teraszosan ereszkednek le a völgy aljáig. A település jellegzetes magasságviszonyai a 3D-s Google Earth térképi ábrázolásokon vizualizálhatók (3. ábra).

A domborzati viszonyok vizsgálatát célozva a kutatás során látszólag két eltérő térszintű helyszínen hajtottam végre magasságméréseket. Az alacsonyabb térszintet képviselő településközpontban, az Örkény emlékműnél; továbbá a magasabban, az erdőterületen fekvő Remete-barlangnál. A mérésekhez az EXA Tools 4.7.07.254.44 verziószámú Altimeter magasságmérő mobilalkalmazását használtam. Az Örkény emlékműnél 286 métert, a Remete-barlangnál 298 méteres tengerszint feletti magasságot állapítottam meg: tehát a bel- és a külterület ezen térszintjei közel azonosak voltak (1. táblázat). A terepbejárás makroszkopikus megfigyelése ugyanakkor megmutatta, hogy a Remete-barlang bejárata felet a Remete-hegy csúcsa nagyságrendileg 400 méterre magasodik, amely egyezésben van a térképi adatokkal.

1. táblázat. A Remeteszőlös két eltérő karakterű helyszínen végzett magasságmérések eredményei (2022)

Földrajzi koordináták	Helyszín	Település	Tengerszint feletti magasság
47°33'27"N; 18°55'43"E	Örkény emlékmű	Remeteszőlös	286 m
47°33'37"N; 18°55'46"E	Remete-barlang	Remeteszőlös	298 m

Név	Hossz (m)	Vert. kit. (m)	Mélység (m)	Magasság (m)	Település	Védettség	Látogathatóság
Hét-lyuk	70.00	33.00	33.00	0.00	Remeteszőlős	megkülönböztetetten védett	fokozottan védett területen nyíló
Hosszúerdő-hegyi-rókalyuk	3.00	1.00	0.00	1.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Hosszúerdő-hegyi-sziklaüreg	16.00	14.00	12.00	2.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Nagysuty-barlang	80.00	21.00	21.00	0.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Rácskai-barlang	176.00	27.00	25.00	2.00	Remeteszőlős	fokozottan védett	NPI hozzájárulásával látogatható (jogszabályban nevesített); magánterületen nyíló; lezárt; fokozottan védett területen nyíló
Rácskai-kőfejtő 3. sz. barlangja	2.00	1.00	0.00	1.00	Remeteszőlős	védett	magánterületen nyíló; fokozottan védett területen nyíló
Rácskai-kőfejtő 4. sz. barlangja	3.00	1.00	1.00	0.00	Remeteszőlős	védett	magánterületen nyíló; fokozottan védett területen nyíló
Remete-barlang	44.00	15.00	4.00	11.00	Remeteszőlős	fokozottan védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi 10. sz. barlang	20.00	4.00	0.00	4.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi 11. sz. barlang	18.00	7.00	4.00	3.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi 13. sz. barlang	4.00	2.00	0.00	2.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi 14. sz. barlang	49.00	11.00	0.00	11.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi 15. sz. barlang	3.00	0.00	0.00	0.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi 2. sz. barlang	14.00	6.00	3.00	3.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi 3. sz. barlang	16.00	9.00	0.00	9.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi 4. sz. barlang	5.00	0.00	0.00	0.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi 7. sz. barlang	18.00	3.00	3.00	0.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi 8. sz. barlang	76.00	18.00	18.00	0.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-hegyi-kőfülke	15.00	12.00	0.00	12.00	Remeteszőlős	megkülönböztetetten védett	fokozottan védett területen nyíló
Remete-völgyi Felső-barlang	29.00	5.00	0.00	5.00	Remeteszőlős	fokozottan védett	fokozottan védett területen nyíló
Tölcsér-zsomboly	30.00	20.00	20.00	0.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló
Törpe-zsomboly	3.00	2.00	2.00	0.00	Remeteszőlős	védett	fokozottan védett területen nyíló

2. táblázat. Remeteszőlős barlangjai (A Szerző összeállítása, az adatok forrása: Országos Barlangnyilvántartás)

A település közigazgatási határain belül az Országos Barlangnyilvántartás 22 kisebb-nagyobb üreget ismer (2. táblázat). Karsztos keletkezési körülményeikre egyes esetekben maguk az elnevezéseik is utalnak (például Tölcsér-zsomboly). 176 méterrel a leghosszabb a Rácskai-barlang, 33-33 méteres vertikális kiterjedésével és mélységével egyaránt a Hét-lyuk a listavezető, legnagyobb magassága a 12 méteres Remete-hegyi kőfülkének van. Védeltségük jogszabályi eredetű, oltalmuk mértéke természetvédelmi jelentőségükből adódóan eltérő. Látogathatóság szempontjából a leghosszabb a Rácskai-barlang, egyidejűleg magánterületen nyíló, lezárt és csak nemzeti parki engedéllyel vizsgálható.

Turisztikai szempontból megközelíthetősége, valamint holtversenyben 11 méterrel második legnagyobb magasságából adódó látványos megjelenésével a Remete-barlang a legismertebb. A terepi bejárás során így a barlangok közül mintavételezéssel ezt kerestem fel (4. ábra). Ahogy több társa, sőt utóbb maga a település, nevét az egykor itt élt remeték után kapta. Egyfelől kiemelt őslénytani lelőhely: 30 állatfaj csontjait, köztük barlangi medvét, ősbivalyét és ősorrszarvút tárták fel. Régészeti rétegsora országos szinten egyedülálló, az őskortól a mai emberig íveli át a történelmi korszakokat (Adamkó, P. et al. 1992).

A barlangnál végzett terepi munka során megállapítottam, hogy a Remete-hegyet, így a barlangot felépítő dachsteini mészkő a világostól a szürkésfehérig vesz fel színárnyalatokat. Az erózió eredményeképp

4. ábra. A terepi munka és kőzetmintavétel helyszíne a Remete-barlangnál (A szerző fotói)



(aprózódás) kiterjedt repedéshálózat jellemzi, valamint jól láthatók (mállásos eredetű) oldásos gömbfűlkéi. Antropogén eredetűek barlangászokra és hegymászokra utaló emléktáblái, továbbá graffitije. A kutatás során (demonstrációs céllal) a barlangnál kőzetmintavételt is végeztem, ami a természetvédelmi oltalomból következően egy erózió révén már kimozdult kőzetdarab begyűjtését jelentette. Makroszkopikus megfigyelésével megállapítottam, hogy színe szürkésfehér, állaga tömör, ősmaradványokat nem tartalmaz.

Talajtani adottságok

Remeteszőlős területét az ún. Ramann-féle barna erdőtalajok jellemzik. A Ramann-féle erdőtalajok (másik elnevezésével a barnaföldek) közé azokat a talajokat soroljuk, amelyekben a humuszosodás folyamatához erőteljes agyagosodás járul. Színe barnás, szerkezete morzsás vagy szemcsés, pórusokban gazdag, gyengén savanyú vagy semleges kémhatású, vízgazdálkodásuk és tápanyag-ellátottságuk kedvező. Ahogyan Remeteszőlős esetében is igaz, egyik jellemző előfordulásai a barna erdőtalajokkal jellemzett területek déli kitettségű lejtői (Stefanovits, P. 1975).

A kutatás során (ugyancsak demonstrációs céllal) talajmintavételt is végeztem. Ezt az Ördög-árok partján, a Patak sétány játszótère mellett hajtottam végre (5. ábra). A természetes feltárás rétegsorát lefrissítve jutottam hozzá a mintához. Ezt követően egy héten keresztül a nyitott mintavételi zacskóban kiszárítottam. Az ezt követő makroszkopikus megfigyelésével megállapítottam, hogy színe szürkésbarna, állaga morzsás.

5. ábra. A terepi munka és talajmintavétel helyszíne az Ördög-árok Patak sétány játszótère mellett természetes feltárásnál (A szerző fotója)



Vízrajzi adottságok

Remeteszőlős vízrajzának meghatározó eleme az Ördög-árok patak. Forrása a Nagykovácsi-medence, hossza 21 kilométer. Vízigyűjtőterülete 65 km²; ennek legmagasabb pontja 558, legalacsonyabb 98 méterrel magasodik a tengerszint fölé. Középvízhozamának sokévi átlaga 0,25 m³/s (Szablyár, P. 1999). A múltbéli árvizek miatt, valamint a városiasodás következtében fővárosi szakaszának jelentős részét beoltották. A Erzsébet híd szomszédságában, a Budai alsó rakpartnál ömlik a Dunába.

A térképi ábrázolások segítségével megállapítottam, hogy az Ördög-árok folyásiránya délkeleti irányú. A meder domborzati viszonyaiból következően a terepbejárás során szemrevételeztem, hogy a patak a falu lakott belterületén középszakasz jellegű. Vízállása a mederteltségre utaló jelek alapján kisvíz-jellegű. Ugyanakkor medréből a terepi vizsgálati napok alatt teljesen eltűnt a víz, amelyből következően konstatáltam, hogy vízjárása szélsőségesen ingadozó. A patak a Remete-szurdokban felsőszakasz jelleget ölt. Medre itt is kiszáradt; mindösszesen kis területen borítja sekély, időszakos nyílt vízfelület, amely vízutánpótlását a csapadék biztosítja (6. ábra).

A felszínalaktani formákat a terepen szemrevételezve elmondható, hogy mind belterületi patakmeder-bevágódás, mind a nagyobb léptékű külterületi Remete-szurdok az Ördög-árok folyóvízi eróziójának a következtében képződött.

6. ábra. A Bodzaliget pihenőpark (Vénusz utcai emlékpark) patakhídja a kiszáradt Ördög-árok medrével; valamint a patak időszakos vízfelülete a Remete-szurdok medrében (A szerző fotói)



Éghajlati adottságok

A desktop research során megállapítottam, hogy az időjárási adatbázisok nem szolgáltatnak visszamenőleges mérési adatokat a településre vonatkozóan. Így a Kocsis, K. (2018) által szerkesztett *Magyar Nemzeti Atlasz* éghajlatra vonatkozó térképeiből és grafikonjaiból gyűjtöttem be a Remeteszőlősre vonatkozó információkat.

Hazánk éghajlata nedves kontinentális; ezen belül az 1981-2010 közötti mérésekre építve (Péczy György klimatológus tipizálása szerint) Remeteszőlős a hűvösmérsékelt száraz éghajlati körzethez tartozik. A napfénytartam évi összege 2000-2050 óra közötti. Az évi középhőmérséklet 8-9 °C. A klímaváltozás, a globális felmelegedés hatásait figyelembe véve ennek értéke a település esetében 2021 és 2050 között az *ALADIN-Climate* modell szerint 1,50-1,75, a *RegCM* szerint 1,00-1,25 °C-kal emelkedik majd. A csapadék évi összege 600-650 mm. A hótakarós napok száma évi 50-60. Az évi átlagos szélsébség 1,5-2 m/s; az uralkodó szélirány északnyugati.

Remeteszőlős története, címerének elemzése

Remeteszőlős igen fiatal település. A Köztársaság Elnökének 2000. július 24-én kelt, 97/2000. (VII. 26.) számú *KE határozata* (2000) rendelkezett községgé nyilvánításáról. E szerint „A belügyminiszter előterjesztésére Nagykovácsi község Rácskitelepe, Remeteszőlős és Kútgyűrűtelepe elnevezésű településrészeit Remeteszőlős néven községgé nyilvánítom”. A Köztársaság Elnöke rendelkezett arról is, hogy „ez a határozat a kihirdetését követő önkormányzati általános választás napjával lép hatályba”. Ennek megfelelően Remeteszőlős önállósága a 2002. október 20-i szavazás napján vetet kezdetét.

A település címe a községhez hasonlóan fiatal. Bár készítőjéről és készítésének körülményeiről nem lelhető fel szakirodalmi forrás, elmondható, hogy a heraldika klasszikus szabályai szerint megalkotott. Pajzs alakú, felezett, felső mezője két részre osztott. Bal felső traktusában a hétszer vágott vörös-ezüst árpásáv figyelhető meg. Jobb felső pajzsmezője világoskék, az égboltot szimbolizálja. A pajzsmező alsó része zöld színű, a környező hegyeket és erdőket stilizálja. Felső címerképe a település nevére utalva a környező barlangokban egykor meghúzódó ősz remete archetípust



7. ábra. A település címe (A szerző fotója)



8. ábra. Remeteszőlős nemzetiségi és vallási megoszlása (A szerző összeállítása; az adatok forrása: Központi Statisztikai Hivatal, Helységnévtár)

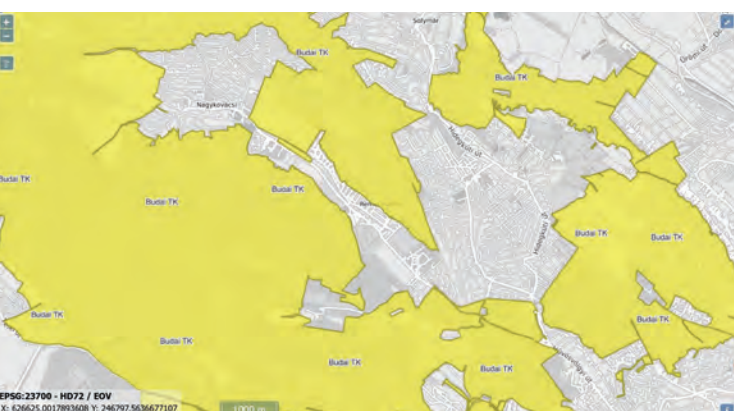
sát ábrázolja, csuhában, lábán saruval, kezében kereszttel. Alsó címerképe a több száz éves múltra visszatekintő környékbéli szőlőtermesztésre utal, szőlőfürttel, -levéllel és kaccsal (7. ábra).

Népesség- és gazdaságföldrajzi adottságok

A Központi Statisztikai Hivatal társadalomföldrajzi adatai megadják, hogy a falu KSH-kódja 34315, jogállása község. 2022. január 1-i adatok szerint 289 hektáron (azaz 2,89 km²-en) terül el (ezzel hazánk legkisebb területű települése), lakásainak száma 365, lakónépessége 1077 lélek. Nemzetiségi és vallási összetételére vonatkozóan 2011-es adatok állnak rendelkezésre; nemzetiségi szempontból egyeduralkodó a magyarság; felekezeti szempontból többségben vannak a római katolikusok (8. ábra).

A településen sem a primer, sem a szekunder gazdasági szektorhoz kapcsolódó tevékenység nem folyik. Egyedül a tercier szektor értelmezhető, amelynek vállalkozásait a Google Térkép, valamint a település honlapja segítségével lehet áttekinteni; ezek egy része helyben kínált szolgáltatás, másik része cégek itt bejegyzett telephelye. A kvaterner szektor vonatkozásában

9. ábra. A Budai Tájvédelmi Körzet Remeteszőlős-környéki áttekintő térképi ábrázolása (Forrás: TIR)



nincsenek fellelhető információk. Ezen adatok birtokában kijelenthető, hogy tipikus alvótelepülésről van szó.

Természeti és kultúrtörténeti értékek

A Védett Természeti Területek Törzskönyvének adatai szerint Remeteszőlős meghatározott területei természetvédelmi szempontból az 1978-ban létrehozott, 163/TK/78-as törzskönyvi számú, országos jelentőségű egyedi oltalom alatt álló Budai Tájvédelmi Körzet részét képezik. A Természetvédelmi Információs Rendszer (TIR) áttekintő interaktív térképe segítségével vizualizálhatjuk a Budai Tájvédelmi Körzet Remeteszőlős környéki területeit (9. ábra). A terepbejárásaim érintették az említett településrészeket.

Remeteszőlősnek a Budai Tájvédelmi Körzethez tartozó egyes védett természeti területei átfedésben vannak a Natura 2000 hálózat élőhelyvédelmi irányelv alapján kijelölt különleges természetmegőrzési területekkel. A terepbejárásaim ugyancsak érintették az említett településrészeket.

Az időközben már üzemben kívüli TÉKA tájértéktár kataszter 2015-ig kilenc egyedi tájértéket vett nyilvántartásba, ugyanakkor a *Remeteszőlős új településrendezési eszközeinek készítése* (2015) munkaanyag azt is megjegyezte, hogy a falu nem rendelkezett egyedi tájérték kataszterrel. Két esztendő múlva a már jóváhagyott településszerkezeti terv ellenben három egyedi tájértékéről tett említést: Adyligeti Rendészeti Szakközépiskola — Határőr szobor, Remete-hegyi kőfülke, Remete barlang bejáratok (3 db). Ugyanazén évben a Földi, Z. A. és a Földiné Váradi, T. (2017) készítette *Remeteszőlős, Települési arculati kézikönyv* kerülve ugyan az „egyedi tájérték” kifejezést, de minden más helyi településfejlesztési dokumentumnál részletesebben vette számba a község természeti és kultúrtörténeti értékeit.

Örkény-emlékmű	Zenélő ivókút	Könyvmegálló	Feszület	Határőr szobor
1848-as emlékmű	1956-os emlékmű	Dr. Pápa Miklós emléktábla	Állattani utcanévek	Csillagászati utcanévek
Örökbe fogadott fák	Mezítlábas ösvény	Remete-szurdok tanösvény	Remete-barlang	Ördög-árok

3. táblázat. A remeteszőlősi egyedi tájérték kataszterhez javasolt tételek megnevezése (2022)



10. ábra. A remeteszőlősi egyedi tájérték kataszterhez javasolt kiemelt tételek fotódokumentációja
(A szerző fotói)

A terepjárások során az MSZ 20381:2009 szabvány szerinti tájérték típusok és fajták közül fotódokumentációt készítettem egy esetlegesen kibővített egyedi tájérték kataszteri összeállításhoz (10. ábra), melynek megnevezéseit külön táblázatban rögzítettem (3. táblázat). Ebben geotóp jellege miatt szerepeltettem a legjelentősebb turisztikai vonzerővel is bíró ex lege védett barlangot is.

REZSABEK NÁNDOR

IRODALOM:

- [1] Adamkó, P., Dénes, Gy. és Leél-Össy, Sz. (1992): *Budai barlangok*. A mi Budapestünk sorozat, Budapest Főváros Önkormányzata Főpolgármesteri Hivatala, Budapest, p. 46.
- [2] Csorba, P. (2021): *Magyarország kistájai*. Meridián Táj- és Környezetföldrajzi Alapítvány, Debrecen, 409 p.
- [3] Földi, Z. A. és Földiné Váradi, T. (2017): *Remeteszőlős. Települési arculati kézikönyv*. Jóváhagyási dokumentáció, Remeteszőlős Község Önkormányzata, Remeteszőlős, 55 p.
- [4] Gyalog, L., Maros, Gy. és Pelikán, P. (szerk.) (2016): *Budapest geokalauza. Budapest Geoguide*. Magyarország tájegységi térképsorozata, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, 314 p.
- [5] Kocsis K. (szerk.) (2018): *Magyarország Nemzeti Atlasza — Természeti környezet*. MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Budapest, 187 p.
- [6] A Köztársaság Elnökének 2000. július 24-én kelt, 97/2000. (VII. 26.) számú KE határozata. Remeteszőlős községgé nyilvánításáról. (2000) *Magyar Közlöny* 78, p. 4997.
- [7] Önkormányzati általános választások: 2002. REMETESZŐLŐS település választási eredményei. (2002) Belügyminisztérium Központi Adatfeldolgozó, Nyilvántartó és Választási Hivatal
- [8] Központi Statisztikai Hivatal, Helységnévtár
- [9] Remeteszőlős Község Önkormányzat Képviselő-testületének 7/2018 (VI.25.) önkormányzati rendelete a településkép védelméről. (2018) Remeteszőlős, 35 p.
- [10] Remeteszőlős új településrendezési eszközeinek készítése. (2015) 1. kötet, Megalapozó vizsgálat, Kasib Mérnöki Manager Iroda Kft., Budapest, p. 85.
- [11] Remeteszőlős új településrendezési eszközeinek készítése. (2017) Jóváhagyott településszerkezeti terv, Kasib Mérnöki Manager Iroda Kft., Budapest, p. 25.
- [12] Stefanovits, P. (1975): *Talajtan*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 194–195.
- [13] Szabylár, P. (1999): *Az Ördög-árok. A hajdan zabolátlan patak*. Élet és Tudomány 16, pp. 491–494.
- [14] Területi atlasz — Települések. (2023) Központi Statisztikai Hivatal

KÖVETKEZŐ SZÁMUNKBÓL

TÓSZEGI ZSUZSANNA: Interjú a 2023-as Év Természetfotósával

MACZÁK MÁRTON: Hollywood aranykora



A FÖLD ARCA KÖZÉP-ÁZSIA PUSZTASÁGAIBAN ÉS SIVATAGAIBAN

A láthatár áthatolása

Mottó: „Aki erre jár, nem tér vissza” avagy „joguk van az élethez”

Az igazi utazó nem tűri az otthon kényelmét. Nem tűr semmiféle állandóságot, nyugalmat, kiszámítható körülményt. Megveti a biztonságot. Úttalan utakon jár, a világ legtávolabbi, legsötétebb sarkaiban forgolódik. Ingerli mindenfajta ismeretlenség. Lehet világhírű felfedező, lángeszű tudós, elismert tagja számos akadémiának, az igazi utazó leginkább mégiscsak kalandor.

Közép-Ázsia egyes területeit a keleti földrész máig legismertebb modern kori utazója, a svéd *Sven Hedin* tárta fel elsőként a nyugati világ számára. Ugyancsak ő nevezte először e holdbéli tájat Ázsia szívének. Ez már a XX. század első éveiben történt. Nem túlzás tehát azt állítanunk, hogy mindaddig ez a — Kaszpi-tótól az Aralig húzódó — földrésznyi terület szinte teljesen ismeretlen volt a tudomány előtt. De még *Sven Hedin* után sem nagyon volt hozzáfűzni valójuk a kutatóknak e táj szokatlan képéhez és a hely történetéhez. A múlt eseményeit a mindent elborító homoktenger szinte teljesen hozzáférhetetlenné tette a kutatás számára. Ezért is emlegette Közép-Ázsiát találóan (nem sokkal a svéd utazó után) *Stein Aurél* — az egyik legnagyobb magyar Ázsia-kutató, aki brit alattvalóként *Sir Marc Aurel Stein* néven vált világhírűvé — Ázsia halott szívéként.

Sven Hedin

Rémes, félelmetes, élettelen táj, kietlenség, semmibe vesző, mérhetetlen láthatár. Embertelen klíma, homok- és kőivatagok, üvöltő, féktelen erejű, fagyos szél. És mégis ide vágyott korunk békétlen hőse, a geológus, sinológus és térképész *Sven Hedin*, akit nem hagyott

nyugodni az ismeretlenség. Négy expedíciót vezetett Közép-Ázsiába (számos továbbit Ázsia más tájaira), beutazta a mai Hszincsiang-Ujgur Autonóm Terület addig Európában teljesen ismeretlen vidékeit és Tibetet, járt Perzsiában, Bagdadban, 1500 éves romvárosokat fedezett fel a Takla-Makán sivatagban. Feltérképezte a Transzhimaláját, megtalálta a Brahmaputra, az Indus és a Szatledzs folyók forrásvidékét. A Kínai nagy fal maradványaira bukkant a Tarim-medence sivatagjában, az ő tereptapasztalatai és térképvázlatai alapján készült el Közép-Ázsia első pontos térképe. Saját fényképfelvételeivel, akvarelljeivel és rajzaival illusztrált hallatlanul izgalmas úti beszámolókat írt. Hszincsiang és Tibet legjobb ismerőjének tartották.

Uralkodók és politikusok versengtek, hogy találkozzanak vele, megannyi földrajzi társaság vette föl tagjai sorába. Hódolt neki az egész világ, csodálták, bámulták. Ő meg beszélt, beszélt, beszélt, előadást tartott Budapesten is. Írásos életműve is mérhetetlen terjedelmű, határtalan, akár a pusztaság, amelyet életében bejárta. Mindenkinél el kellett mondania, mit látott, milyen ez a világ. Leküzdhetetlen volt a kényszerűség.



A Boszszsira nevű tájegység az Usztyurt peremén



A Hajó elnevezésű sziklavonulat az Usztyurt pereménél

Marco Polo

A nyugati utazók sorában azonban nem Sven Hedin volt az első, aki bejárta a közép-ázsiai sivatagokat, ezek sorát alighanem a híres-neves velencei *Marco Polo* nyitja meg. Legalábbis őt ismerjük elsőként, mivel ő is „szómilliomos” volt („Il Milione”, ahogy honfitársai nevezték), akár késői utódja odafent, északon. Marco Polo olyannyira közlékeny, sőt bőbeszédű volt, hogy Itáliába hazatérve fűnek-fának elmesélte utazásának minden részletét. Ez a terjedelmes elbeszélés máig lenyűgöz minket, csaknem nyolcszáz éve olvassuk utazásának lejegyzett történetét, isszuk minden szavát. (Kolumbusz Kristóf például olyan behatóan tanulmányozta Marco Polo beszámolóját, hogy jegyzeteket is készített hozzá. Ezek mindmáig megtalálhatók a hajós hagyatékában.) Elvarázsolta tehát a keleti utazás a fiatalembert, pedig amikor a világszép Velencéből tizenöt éves korában útra kelt, esze ágában sem volt gyönyörködni a rá váró kíméletlen, embert próbáló közép-ázsiai pusztákban, pontosan tudta, hogy hosszú útja Kínáig nem lesz kényelmes. Mégis rabul ejtette ez a rémes, félelmetes és gyönyörűsége világ. Hiába, kereskedő létére is érzékeny, finom lelkű fiatalember volt, ezt beszámolója is tanúsítja.

Stein Aurél

Am ahogyan láttuk, mindenáron Közép-Ázsiába vágyott a mi Stein Aurélunk is. 1900 és 1931 között vezetett expedíciókat Belső-Ázsiába — ez nagyjából Közép-Ázsia keleti része —, ezek egyike ráadásul világgraszoló felfedezéssel szolgált. Stein expedíciója talált rá a Góbi sivatag szélén a tunhuangi Ezer Buddha Barlangtemplomokra, és ezek felbecsülhetetlen értékű kincseire.

A több száz templom túlnyomórészt IV. századból származó kéziratos vallási és műtörténeti anyagát máig vizsgálja a tudomány. Stein írásos életműve is hatalmas (legnagyobb része magyarul is hozzáférhető), s tudományos értékén túl mindegyik munkája remek, élvezetes olvasmány. Legismertebb, legkedveltebb kötetei: *Homokba temetett városok* (1908), *Romvárosok Ázsia sivatagjaiban* (1913), *Ősi ösvényeken Ázsiában* (1934).

Őt azonban nem annyira a lázas nyugtalanság hajította erre a vidékre, Stein igazi filológus, elmélyült kutató volt. Azt mondhatjuk, hogy sokkal inkább a nyugati világ zűrzavara és csalódásai elől menekült keletre. Ő volt az, aki a régi Ázsia szellemi kincseit akarta megismerni és Nyugatra hozni, akit egyáltalán nem érdekelt az anyagi javak, sem pedig a hírnév.

A legismertebb Közép-Ázsia-utazók nevének említése után, most némi túlzással azt kell mondanunk, hogy aki rajtuk, hármójukon kívül jól ismerte Közép-Ázsiát, vagyis „számít a szakmában”, az már szinte mind magyar. Azt viszont egyáltalán nem tudnám megmondani, hogy a magyar utazókat mi vonzotta tucatjával erre a mostoha vidékre. Ezerféleképpen magyarázható vagy éppen megmagyarázhatatlan okból özönlöttek ide igazi magyar kiválóságok is.

Pedig szépszámmal és komoly haszon ígéretével várta Ázsia a merészebb nyugati vállalkozókat is. Itt volt például a — XIX. század elejétől kezdődően máig szakadatlanul zajló — Nagy Játssza (a történelem eddigi leghosszabb „proxy háborúja”), amely az angol–orosz birodalmi vetélkedés része volt, és amely a közép-ázsiai térségek fölötti befolyás megszerzéséért folyt. Ez aztán mindkét részről kémkedések, titkosszolgálati, majd katonai akciók sorozatát „követelte”, valamint ugyancsak

alapos helyismeretet, más szóval utazásokat, földrajzi, nyelvi és napi politikai tájékozódást igényelt. És mégis, mintha ennek ellenére a múltban sokkal gyakrabban jelentek volna meg erre felé a magyar utazók, mint a közvetlenül érintettek. Magyar őstörténet? Magyar romantika? Kalandorság? Ki tudja, mi magyarazza. Az biztos, hogy nem birodalmi érdek.

A beszámoló

Már az első európai – vagyis Marco Polo –, aki részletesen beszámolt ázsiai utazásáról, tudta nagyon jól, hogy valóban szommiomoshnak kell lennie annak, aki el akarja mondani, mit látott. Terjedelmes elbeszélése minden írói eszközt bevet: él emberek és tájak költői ábrázolásával, egy-egy élethelyzet megelevenítésének céljából pedig gyakran használ ügyes dialógusokat.

Persze, hogy Sven Hedin is idejében rájött, hogy hiába a jó előadó, a jó svádájú társasági szereplő, hiába a jó tollú író, Ázsia pusztáit és e tájak lakóit a nyugati szalonok szélesebb közönségével élénken láttatni, bizony igen nehéz feladat. Az igazi sikerhez kevés a szó. Ezért aztán az ügyes kezű svéd tudós utazásai közben reggeltől estig rajzolta, festette a látványt, jellegzetes arcokat, viseleteket örökített meg előadásai és könyvei illusztrációjaképpen. De a sokkal szerényebb és visszafogottabb Stein Aurél is tudta ezt, pedig ő nem a nagyközönségnek dolgozott, ő tudományos pontosságra, hitelességre törekedett. Ezért aztán egyfolytában fényképezett.

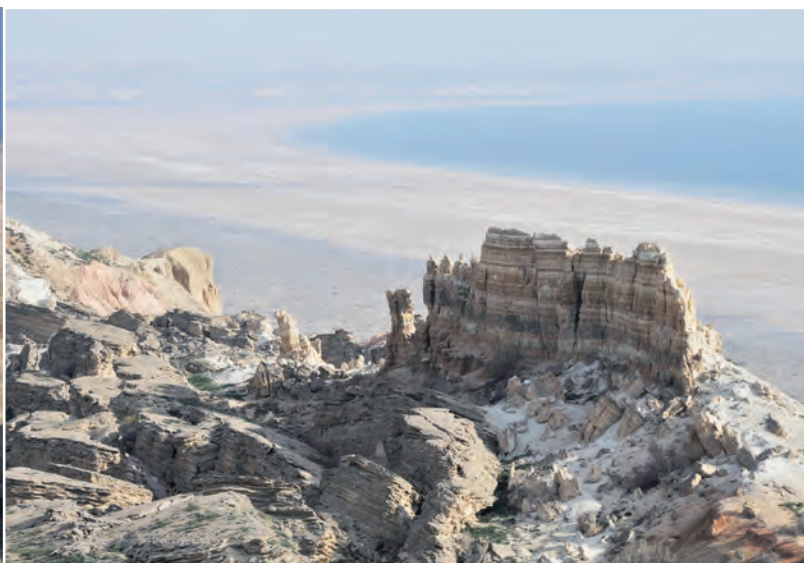
Mindemellett a többi magyar is igyekezett minél részletesebb, minél meggyőzőbb beszámolóval szolgálni. A szűkszávú *Kőrösi Csoma Sándor* Belső-Ázsiában

mesebeli nyelvtudását gazdagította, hogy majd később a nyugati tudományosság előtt addig teljességgel ismertelen tibeti nyelvű szövegek fordításával lepje meg közönségét; *Lóczy Lajos* terjedelmes földrajzi dolgozatai mellett ugyancsak remekül és sokat rajzolt; *Zichy Jenő*, *Cholnoky Jenő* és *Princz Gyula* geológiai és néprajzi emlékek gyűjteményével tért haza; *Vámbéry Ármin* meghökkentő, sőt vérfagyasztó történetekkel; *Diószegi Vilmos* hangzó és írásban lejegyzett sámánénekek százaival; *Ligeti Lajos* belső-ázsiai török, mandzsu, kínai, mongol és tibeti nyelvű kéziratokkal, fadúcos nyomtatványokkal; *Miklós Pál* pedig briliáns írásos beszámolójához naplójába másolta a tunhuangi barlangtemplomok falképeit. Mindezek a törekvések az itthoni közönség minél behatóbb tájékoztatását szolgálták, a leírhatatlanba, az elmondhatatalanba való beavatást.

A mai utazó sem tehet sokkal többet az imént említetteknél. Neki is máig a szó és a kép maradt legkézenfekvőbb eszközöként, hogy elbeszélje élményeit. Legfeljebb újabban már a bárki számára elérhető mozgókép áll rendelkezésére. Ám a filmnek is ugyanaz az a lényege, ami a rajznak és a fotónak: a jóleltalált, megörökített pillanat.

Péczy Lajos a klasszikus fotóművészetet választotta eszközüül írásos úti beszámolójához. Azt is joggal mondhatjuk azonban, hogy A láthatár áthatolása című kötetben szó sincs a fotók illusztratív szerepéről. A képek nem a szövegrészek kiemelésének, hangsúlyozásának eszközei, hanem – a szövegtől csaknem független – önálló mondanivalóval bírnak. Nála a fotó sohasem ugyanazt mondja, amit a környezetében olvasható írott szöveg (ahogy ez általában az ún. albumok esetében lenni szokott), hanem mindegyikük új

A Kendirliszor-medence várkastélyra emlékeztető sziklaalakzata



Az Aral-tó nyugati partvidéke



Az ókori Hvárezm Gyaurla nevű vára az Amu-darja közelében



Az Ustyurt-fennsík látványos peremrész a Karasor-árokban

megközelítést kínál a fölvetett témához. A képek a szöveggel azonos értékű hozzájárulást nyújtanak egy-egy leírás, esemény vagy szituáció teljesebb megértéséhez.

A könyv címe: *A láthatár áthatolása* és az alcím is: *A Föld arca Közép-Ázsia pusztaságaiban és sivatagaiban* ennek a világnak költői megközelítését sejteti. Ahol azonban a szó nem mutatkozik elegendőnek e szándék megvalósításához, ott a fotók segítik ki a szerzőt. Mert tényleg kevés ám ide a szó, Közép-Ázsiáról lehetetlen képek nélkül beszélni.

Annál könnyebben magukkal ragadnak minket a kötet történetei, akár múltbéli, akár az utazáshoz kapcsolódóak. Az élménybeszámolón túl a szöveg fejezetei pontos földtani és történelmi leírásokkal szolgálnak, ezek között olyan részleteket is találunk, amelyekről nemigen szólnak a történelemkönyvek. Ilyenek például a Nagy Játzsma ma már alig emlegetett eseményei. De még — egy mindmáig csaknem teljesen ismeretlen — négyezer éves civilizáció (Margus) múltjának rejtelmek is váratlanul élénk tárulnak, a szerző maga is szemtanúja volt e régészeti feltárás egyes eseményeinek. Beszámolójának ez a fejezete tehát „helyszíni tudósításnak” tekinthető.

Mivel e terület jelentős része többnyire a régmúlt homályába vesző emlékeket őriz, ezen a tájon bőven teremnek a legkülönösebb mesék, borzongató legendák. Magányos romvárok tornyosulnak lidércfényes mocsarak szigetein, rémes-titokzatos hangokat hallat föld és ég, „aki erre jár, nem tér vissza” — ijesztgetik az utazókat a helybéli. Azután mégiscsak útba igazítják őket, ha úgy ítélik meg, hogy „joguk van az élethez”.

Péczy arra is megtanította Közép-Ázsiát, hogy félni, borzongani is lehet, sőt *kell* ebben a világban. Itt, az univerzum fenyegető némaságában, e táj időtlen és csodás tüneményei közt semmiség az emberlét.

A végjáték

A Nagy Játzsma történelmi szereplőinek száma ma már erősen bővülni látszik ezeken a kietlen vidékeken is. Az egész világ tudja már, hogy mit rejt maga alatt a mélyben a homok, azt is tudják mindenütt, hogy mekkora értéket jelent a sivatag rejtőzködő gazdagsága. Meg is jelentek itt több kontinens könnyed és derűs ajánlattevői, mintha éppen csak erre sétálgattak volna.

Az önálló államiságuk csecsemőkorát élő helybéli tapasztalanságát kihasználva, az évszázadok óta civilizációs szerepben fellépő élmesebb országok kufárjai nem sokkal ez után meg is kezdték a sivatag természeti kincseinek kitermelését. Ázsia szíve nemsokára valóban halott lesz, ha már ez sem marad meg az itt élőknek. Végképp megszűnnek az életfeltételek. Akkor is, ha napjainkban ez a természeti kincsek iránt támadt érdeklődés, a fellobbanó élénkség egészen mást mutat.

Péczy Lajos könyvében a múlt, a jelen és a jövő még együtt jelenik meg. Hiteles, meggyőző ábrázolásban. Ám az olvasó mégis attól tart, hogy közel a pillanat, amikor már csak egyetlen idő — egy végtelenített, mozdulatlan jelen idő — borul majd rá a közép-ázsiai pusztákra.

SÁRI LÁSZLÓ

Péczy Lajos: *A láthatár áthatolása*, Scolar Kiadó, 2023

Nyitóképen: Az Ustyurt-fennsík erózió által felárkolt pereme.

Lánglovagok öltözete

A tűznek és mechanikai sérüléseknek ellenálló ruha önmagában nem elegendő ahhoz, hogy teljes biztonságot nyújtson a viselője számára. A tűzoltók védőfelszerelésének tesztelése folyamatos.

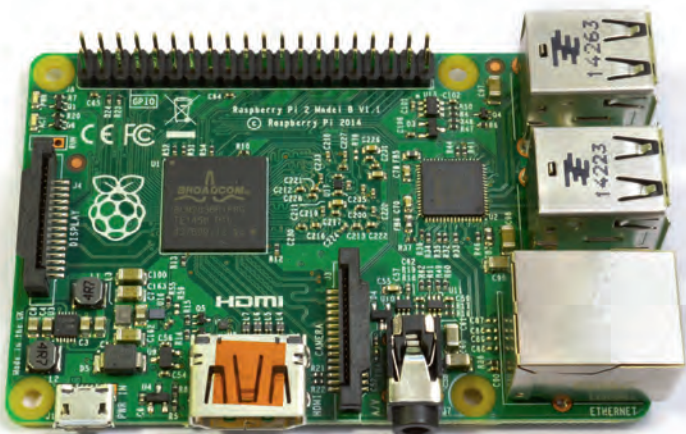
A tűzoltó védőruhákat kifejezetten azzal a céllal fejlesztették, hogy védelmet nyújtsanak a magas hőmérsékletekkel és a tűzzel szemben. Ezek a ruházatok általában három fő elemet tartalmaznak: külső réteg, bélések és barrier réteg. Azok a hőmérsékleti tartományok, amelyekkel a tűzoltó védőruházatoknak rendelkeznie kell, függhet az adott típustól és a szabványtól is, de általában elmondható, ezek az anyagok 500 °C (932 °F) és 1000 °C (1832 °F) közötti hőmérséklettel szemben is ellenállnak. A pontos értékek a ruha típusától, gyártótól, és az adott szabványoktól függenek. Az NFPA 1971 az Egyesült Államokban a tűzoltóruházat követelményrendszerére és tesztelési szabványra vonatkozik, míg az EN 469 az Európai Unió szabványt határozza meg.

A nemzetközi szabályok meghatározzák, hogy milyen magas hőmérsékletnek és fizikai erőhatásoknak, például ütéseknek, vágásoknak kell ellenállnia a ruházatnak. Mindkét esetben külön pontokba szedve szerepel a védőruha ellenállóképességének kiterjesztése, ugyanis ez a speciális viselet nem csak a hőtől véd, hanem megakadályozza az égő cseppek, részecskék és egyéb veszélyes anyagok áthatolását is, valamint biztosítja a tűzoltónak a légzési és mozgási képességét beavatkozás közben. Habár tévhit, hogy a ruha alkalmas a tűzbelépésre is. A bevetési védőruhák nem használhatók arra, hogy közvetlenül a tűzben tartózkodjon benne a viselője, erre a célra a tűzbelépő ruha szolgál. Ezen kívül a veszélyes anyagok környezetében történő munkavégzéshez vegyi védelemmel ellátott védőruházat is rendelkezésre áll a katasztrófavédelemnél, mely megvédi viselőjét a mérgező, maró vagy egyéb anyagok káros hatásaitól.

Hat szempontot vizsgálnak

Az általános, és a beavatkozások során leggyakrabban viselt védőruha tesztelése laboratóriumi körülmények között zajlik, és hat szempont alapján vizsgálják az ellenállóképességét, amely általában egy beöltöztetett babával történik. Az első, és egyben legfontosabb a hőállóság felmérése, amikor a védőruhát hő- és





lángállóság szempontjából tesztelik. A ruha akkor teljesít sikeresen a vizsgán, amennyiben ellenáll a magas hőmérsékletnek és a lángoknak. Azonban lehetetlen teljes mértékben tűzálló ruhát gyártani, hiszen a magas égési hőben a tűzbelépő ruha is porrá éghet. Ezért a hőállóság során rövid, alig néhány perces tűznek szükséges ellenállnia a tesztelt ruhának. Az idő, amennyit egy tűzoltó elvisel a tűzben való tartózkodás alatt, számos tényező függvénye, mint a tűz intenzitása, a hőmérséklet és a környezeti tényezők. A védőruha fejlesztésének célja, hogy rövid időn belül hatékonyan dolgozhasson benne a tűzoltó anélkül, hogy sérülést szenvedne. A gyakorlati tesztelés során a ruhákat különböző hőforrások elé helyezik, így mérik a hőálló képességet. A védőruha tesztelés második fontos

szempontja a szakítószilárdság és kopásállóság felmérése. Ezeknek a ruháknak ellenállóknak kell lenniük a szakításokkal és kopásokkal szemben is, mivel a tűzoltók gyakran dolgoznak olyan környezetben, ahol a ruhákat könnyen károsíthatják éles tárgyak vagy égő törmelékek. Gondoljunk egy autóröncsből történő mentésre, vagy egy romokban álló épület átvizsgálására. A laboratóriumi vizsgálat harmadik szempontja a ruha lélegzőképességének felmérése, erre azért van szükség, hogy a ruha viselője ne melegedjen túl, és ezzel ne veszélyeztesse a tűzoltó testi épségét. A negyedik fokmérő a radiológiai védelemre koncentrál. Egyes körülmények között, például nukleáris vagy sugárzó anyagokkal történő tűzoltás esetén, a védőruhának radiológiai védelmet kell nyújtaniuk. Az ötödik szempont a vízálló képesség mértékét kutatja. Mivel a tűzoltók gyakran találkozhatnak vízzel vagy más folyadékokkal tűzoltás közben, ezért a védőruhákat vízállóság szempontjából is tesztelik. A tesztelés során ellenőrzik, hogy a ruhák milyen mértékben őrzik meg vízállóságukat. Végül az utolsó pont egy evidensnek tűnő, ám különösen kiemelt jelentőséggel bíró jellemző analízisa, ez a ruha fényvisszaverő képességének felmérése. Ennek a célja, hogy a tűzoltók könnyen láthatók legyenek a sűrű füstben és rossz látási viszonyok között. Ezen tesztek és szempontok mellett a tűzoltó védőruhákat rendszeresen karbantartják és felülvizsgálják, hogy biztosítsák az optimális működést és a tűzoltók biztonságát a tűzoltási műveletek során.



Magyar fejlesztés

A tűzoltó védőruha tehát elsősorban az anyag ellenálló képességét vizsgálja, míg a fejlesztések is az anyaggal kapcsolatban zajlanak. A közelmúltban azonban egy káreset hatására elkészültek az első tervek az úgynevezett okos tűzoltóruha elkészítésére. 2016. október 13-án és 14-én Rómában, a Maker Faire elnevezésű szakkiallításon mutatták be azt az okos tűzoltóruhát, amelyet a Nyíregyházi SzC Bánki Donát Műszaki Technikum diákjai fejlesztettek ki a Szabolcs-Szatmár-Bereg Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság támogatásával közösen. Még ugyanebben az évben a Bánkirobot diákcsoport második helyezést szerzett a 25. Ifjúsági Tudományos és Innovációs Tehetségkutató Versenyen. Az okos védőruha fejlesztése egy ismert káreset után került sor, amikor is 2006. augusztus 8-án este 21 óra után kigyulladt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem központi épületének mínusz második szintjén található lőtér, és bár tűz oltásában a helyszínen 130 tűzoltó vett részt, a mentési munkálatok közben három tűzoltó életét veszítette, hét tűzoltó pedig füstmérgezést szenvedett. A tragédia a hivatalos közlés szerint azért történhetett meg, mert a tűzoltó rajok között nem volt megfelelő a kommunikáció, illetve nem voltak tisztában azzal, hogy van-e robbanásveszélyes gáz a levegőben, így nem tudtak közvetlen jelzést adni a „kintieknek”.

Egyes elméletek szerint mindez elkerülhető lett volna egy intelligens felszerelés alkalmazásával, amelynek a kifejlesztésére pedig évek múltán a tudományos diákkör talált megoldást. Az úgynevezett e-ruha fejlesztésére a csoport szerint azért volt szükség, hogy csökkentsék a káreset során felmerülő, a tűzoltók testi épségét veszélyeztető kockázatokat. Többek között ilyen a kommunikációs nehézség, hiszen a védősisak és a légzőkészülék viselés közben nehezebben tudnak kommunikálni egymással a beavatkozó tűzoltók. További kockázati tényező a nyomkövetés hiánya, hiszen előfordulhat, hogy a tűzoltó a füsttel telített térben a rossz látási viszonyok között elhagyja a párját. Ezért a Bánkirobot diákcsoport célja egy olyan okos védőruha fejlesztése volt, amely a testhőmérséklet és a pulzus folyamatos mérése mellett folyamatos vezeték nélküli kapcsolatot biztosít a viselők között, továbbá méri a külső hőmérsékletet, valamint a mérgező hatású és robbanásveszélyes gázok koncentrációját, végül riasztást ad abban az esetben, ha valamelyik érték a kritikus pont fölé emelkedik. Az intelligens rendszer a tűzoltó kabát elülső zsebébe kerül, így képes a lehető legpontosabb adatok begyűjtésére. Az agy egy Raspberry Pi 2, mely képes kommunikálni egy külső bevetésvezetővel,

míg a belehelyezett SD kártyára eltárolja a kapott adatokat, hogy azok offline módban is láthatóak legyenek. A valós idejű közlés a legfontosabb része az egész rendszernek, mivel csak így lehet nyomon követni az égő vagy füsttel telített zárt térbe lépő beavatkozó tűzoltókat. Az okos védőruhát aktivizáló Raspberry, egy LTE/3G modemén keresztül közvetíti az adatokat egy MySQL adatbázisba, míg egy webes felület folyamatos frissítéssel megjeleníti a befutó adatokat. Az egész szerkezet áramellátása egy 2250mA-es Power Bankról történik, mely praktikus, helytakarékos és biztos energiaforrást jelent.

Ez a központi feldolgozó egységet könnyen eltávolítható a kabát zsebéből, amennyiben tisztításra vagy karbantartásra szorul. Az e-ruha tesztelés során a csapat egy tálcátűz mellett figyelte annak hatékonyságát. A mesterségesen előidézett tűz mellett mérgező, illetve robbanó gázok is voltak a levegőben, amelyeket időben észlelt a rendszer, majd azonnal leadta a jelzést a ruha viselőjén keresztül a további résztvevőknek. A ruhát közvetlen tűz érte, de a Raspberry, illetve a szenzorok is ugyanúgy és ugyanolyan pontossággal működtek tovább, 5 másodperces időközű adatközléssel. A fejlesztés tehát alkalmas arra, hogy éles helyzetben csökkentse a kockázati tényezőket. Tömeggyártásra és hivatalos bejegyzésre nem került, viszont a csapat szeretné, hogy a találmányuk a jövőben eljusson valamennyi tűzoltóállomásra.

Nézzük a számokat!

A bevetési védőruhákat akkor szükséges cserélni, ha megsérülnek, vagy valamilyen más okból elveszítik a védőképességüket. A védőruhák cseréje, beszerzése és karbantartása a hivatásos katasztrófavédelmi szervnél központilag történik. 2013 óta a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság összesen csaknem 10 ezer bevetési védőruhát — évente 500 és 1000 — szerzett be. A 2022-es statisztika alapján 10 062 hivatásos tűzoltó volt állományban. Egy személy kettő darab védőruhával rendelkezik, annak érdekében, hogy a védőruha meghibásodása esetén se maradjon bevetési ruha nélkül. Ez annyit jelent, hogy 2022-ben 20 124 bevetésre alkalmas védőruha tartozott az állományhoz. A fenti említett e-ruha alkalmazása a szabványok miatt egyelőre kérdéses.

VERMES NIKOLETT

A cikkben információkért külön köszönet a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Kommunikációs Szolgálatának, a Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság Sajtószolgálatának és Zsigó Zsolt szakképzésben oktató pedagógusnak, a Bánkirobot Team vezetőjének.

A VILÁG LEGNAGYOBB SZENNYEZŐI

Globális hulladékindex

A Global Waste Index világszerte 38 ország hulladékgazdálkodási hatékonyságát elemzi, és megnevezi a világ legnagyobb hulladékszenyezőit.

Törökország ismét a lista élén áll, mint a legkevésbé környezetbarát hulladékgazdálkodási ország. 2019-ben egyáltalán nem hasznosítottak hulladékot Törökországban. Ma, a hivatalos adatok szerint egy főre vetítve 47 kg-ot hasznosítanak újra. A látható javulás ellenére azonban az évente illegálisan ártalmatlanított nagy mennyiségű — fejenként összesen 176 kg — hulladékot ezzel még nem tudják ellensúlyozni.

Talán meglepő, de egyetlen más ország sem fullad annyira a hulladékba, mint az Egyesült Államok! Jelenleg minden amerikai állampolgár 811 kg hulladékot termel, és ennek körülbelül fele hulladéklerakókba kerül. Eközben ebből mindössze 95 kg-ot égetnek el. Az amerikai állampolgárok ma két kilogrammal több hulladékot termelnek, mint 2019-ben.

Az Egyesült Királyságban az egy főre jutó hulladék mennyisége ugyanebben az időszakban öt kilóval csökkent. Ez annak ellenére van így, hogy a világhírű növelte az eldobható tárgyak, például az orvosi maszkok és a Covid-gyorsteszték használatát.

A World Waste Index 2022 egyéb megállapításai

- Kolumbia termeli a legkevésbé települési hulladékot, 243 kg/fő
- A chilei hulladékkezelő rendszer lakosonként csak két kilogrammot hasznosít újra. Egyetlen más ország sem hasznosít újra kevesebbet. Egy főre vetítve 417 kg hulladék végzi a hulladéklerakókban, és a környezetre különösen káros módon kerül ártalmatlanításra.
- Izland hulladékgazdálkodása romlott a legjobban a legutóbbi globális hulladékindex óta. Az adatok szerint Izlandon a hulladéktermelés 7% -kal nőtt 2019 óta, és 68% -kal kevesebb hulladékot hasznosítanak újra.
- Környezetvédelmi szempontból a hulladékégetés előnyösebb, mint a hulladéklerakó. A jelentésben szereplő 38 ország közül azonban csak 17 ártalmatlanít több



hulladékot, mint hulladéklerakóban. Ezek Ausztria, Belgium, Dánia, Észtország, Finnország, Franciaország, Németország, Írország, Japán, Luxemburg, Hollandia, Norvégia, Szlovénia, Dél-Korea, Svédország, Svájc és az Egyesült Királyság.

- Svájc az egyetlen ország, amely nem küld hulladékot hulladéklerakókba. A svájciak fejenként 706 kg hulladékot termelnek, amelyből 333 kg-ot elégetnek és 210 kg-ot újrahasznosítanak.

A nagy újrahasznosítási mítosz

A műanyag hulladék magas újrafeldolgozási aránya félrevezető lehet. Ez a szám az újrahasznosító üzemekbe érkező hulladék mennyiségéből származik, de nem minden hasznosítanak újra. Ez a szám a hosszadalmas válogatási folyamat kezdetén keletkező hulladék mennyisége, amelynek a végén a hulladéknak csak egy töredékét használják fel újra. Ami marad, azt elégetik.

Az olyan környezetvédelmi szervezetek, mint a németországi Föld Barátai becslése szerint a Németországban újrahasznosításra szánt újrahasznosítható hulladék kevesebb mint 16 százaléka használható fel újra. A legnagyobb problémát az újrahasznosítható anyagok keveréke okozzák, olyan tárgyak esetében, mint pl. a joghurtos edény alumínium fedéllel. Ha ezeket érkezés előtt nem különítik el, nagy a valószínűsége annak, hogy regisztrálják őket az újrahasznosító üzemben, de végül mégis elégetik. A kicsi, nagyon vékony anyagokat és egyes élelmiszer-csomagolásokat nehéz újrahasznosítani, mivel újrafeldolgozásuk kifinomult technológiákat igényel, amelyek nagyon drágák. A kihívást jelentő újrahasznosítási folyamat később tükröződik a másodlagos nyersanyagok árban is, ami a piacon rendkívül versenyképtelenné teszi azokat.

SZEGŐ MIKLÓS



KÜZDELEM AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ELLEN

Erdővédő ōrszem

A NASA új programja segíti a kutatókat abban, hogy pontosabban kiszámítsák, mennyi bolygómelegítő szén-dioxidot tárolnak a védett területek. Annyi biztos, hogy sokat.

Az elmúlt évszázad során a döntéshozók szerte a világon határokat szabtak, hogy a világ legértékesebb ökoszisztémáinak ezreit megóvják a pusztulástól, Borneótól az Amazonas erdein át egészen Afrika szavannáig. E védett területek mentőövet dobtak a kihalás által fenyegetett fajoknak, támogatták számos hagyományos közösség életmódját, és megóvták a városok vízellátását.

A rezervátumokra azonban egyre nagyobb nyomás nehezedik, határaikat nagyrészt figyelmen kívül hagyják, miközben az emberek fákat vágunk ki, és mélyebbre hatolnak a védendő ökoszisztémákba.

Most, a Föld körüli pályán keringő, az erdők szemlélésének új módja világossá teszi, hogy a védett területek még akkor is döntő fontossággal bírnak az éghajlatváltozással szemben, ha támadás alatt állnak. A kutatók lézeres technológiát használnak az erdők biomaszájának mérésére szerte a világon, ami lehetővé teszi számukra, hogy kiszámítsák, mennyi bolygót melegítő szén-dioxidot távolítanak el a fák Földünk légköréből.

A védett ökoszisztémák széntároló képességének számszerűsítése régóta kihívást jelent a kutatók számára. Ennek nagyrészt az az oka, hogy a régebbi, „lapos” műholdfelvételek nem tudták megkülönböztetni a fák magasságát vagy szélességét.

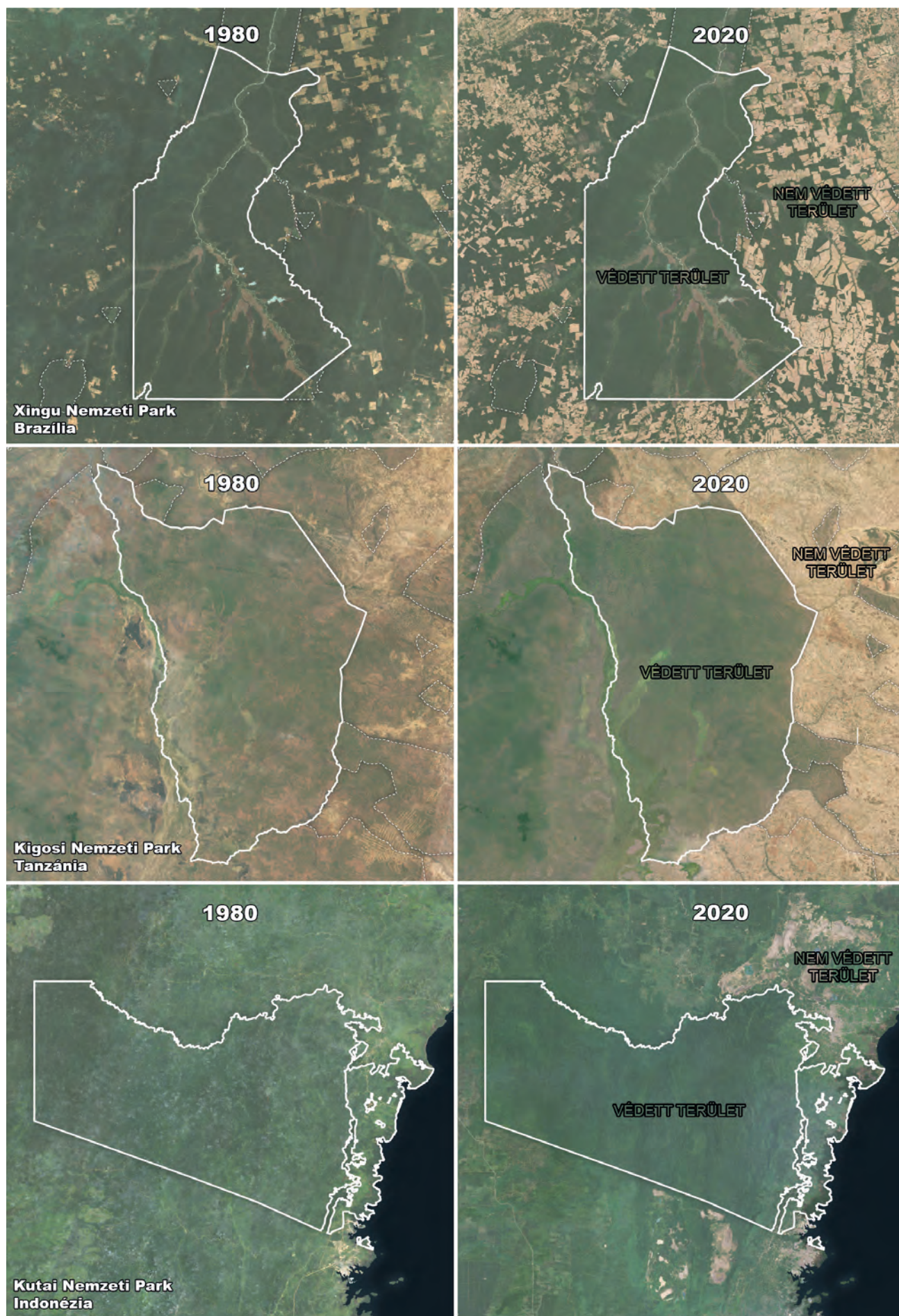
Az új műholdas adatfolyamokkal viszont az erdők változásait háromdimenzióban követhetjük nyomon, és oly módon tudjuk megfigyelni a szén-dioxid-szint alakulását, ahogyan korábban soha nem állt módunkban — mondta *Laura Duncanson*, a *Marylandi Egyetem* távérzékeléssel foglalkozó kutatója, az új adatokra épülő tanulmány szerzője.

A kutatás szerint az elmúlt két évtizedben a Föld védett területei segítettek fékezni az erdőirtást, emellett a fosszilis tüzelőanyagok egy évnyi kibocsátását tartották vissza. Az idén megjelent tanulmány kimutatta, hogy a természet védelmét célzó intézkedések fontosak lehetnek a globális felmelegedés mérséklésében is — mondta *Duncanson*.

A Tapajós Természetvédelmi Területet, mely a braziliai Pará államban található, New Jersey-nél nagyobb kiterjedésű erdőt foglal magában, 2006-ban hozták létre. „Zöld fal”-nak szánták, hogy megfékezze az Amazonas esőerdeinek pusztulási hullámát, amely egy autópálya-építés miatt következett be, mondta *Mauro Pires*, a *Chico Mendes Intézet*, a braziliai rezervátumokat felügyelő kormányzati ügynökség elnöke.

Ma a Tapajós védett helyzete ellenére az Amazonas legrosszabb állapotú területei közé tartozik. Folyóít illegális aranybányából származó vegyi anyagokkal

1. ábra. A védett, illetve nem védett területek időbeli változása a Föld különböző területein (Forrás: Protected Planet)





2. ábra. A védett, illetve nem védett területek időbeli változása a braziliai Pará államban (Forrás: Protected Planet)

szennyezték be, és a terület majdnem két évtizeddel ezelőtti létrehozása óta a fáinak legalább három százalékát elvesztette.

A friss tanulmány szerint azonban a Tapajós még mindig a világ azon erdei közé tartozik, amelyek a legsikeresebben vette fel a harcot a légkörbe kerülő szén-dioxiddal. Összehasonlítva a rezervátumot a két évtizeddel ezelőtti hasonló, de hivatalosan soha nem védett területekkel, a kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy ha a Tapajós kiirtása bekövetkezett volna, évente 900 ezer amerikai lakos által termelt mennyiségnek megfelelő szén-dioxid került volna a légkörbe. Bár számos nemzet megállapodott abban, hogy a világ ökoszisztémáinak nagyobb részét védi, egyre nagyobb a

politikai nyomás, hogy feléljék e tartalékokat, így egyre nehezebbé válik mindezek biztonságban tartása. Néhány területet, amelyről sokáig úgy gondolták, hogy távoli fekvésük miatt védettek maradhatnak, egyre nagyobb veszély fenyeget, ahogy az országok gazdasága bővül.

A kutatók ezért évtizedek óta keresik a hatékonyabb módszereket az erdőkben, gyepekben és mangrovékban tárolt szén mennyiségének kiszámítására. Végül 2018-ban a NASA elindított egy programot *Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI)* néven, melynek keretében egy olyan érzékelőt telepítettek a világűrbe, ami képes pontos háromdimenziós méréseket végezni a lenti növényzetről.

A GEDI-vel együttműködő kutatók a világ több százezer védett területét — köztük a kaliforniai mamutfenyőket, az indonéziai mangrovékat és az európai erdősegeket — hasonlították össze a 2000-ben hasonló, de védtelenül hagyott területek összességével. Ezután kiszámították, hogy az egyes ökoszisztémák mennyi szenet tartalmaztak, ami védekezés nélkül a légkörbe került volna.

A tanulmány szerint a rezervátumok ott bizonyultak a legjelentősebbnek, ahol — ha tökéletesen is, de — megakadályozták a körülöttük zajló pusztítás hullámát. (Néhány védett terület hatalmas mennyiségű szenet zárt magába, de összességében nem hozott akkora változást, mivel a környező területeket nem fenyegette veszély).

A védett területek lassíthatják a degradációt azáltal, hogy befolyásolják a lehetséges beruházások áramlását. Sok vállalat például nem akar majd faipari létesítményt építeni egy jogilag megkérdőjelezhető területen. Az állami infrastruktúrát, például az utakat pedig gyakran nem védett területek felé vezetik.

Szakértők a rezervátumok aktív védelmét kulcsfontosságúnak tartják azok megőrzése érdekében. Pires, a már említett brazil tisztviselő szerint a hatékony bűnüldöző csapatok elengedhetetlenek. Nélkülük a védett területek fokozatosan veszítenének értékükből, és a döntéshozók egyre nagyobb nyomás alá kerülnének, hogy teljesen megszüntessék a védelmet.

A NASA programját márciustól szüneteltetik, de várhatóan jövő év elején újra működésbe lép, és 2026-ig további adatokat fog szolgáltatni. A kutatók remélik, hogy az erdők szén-dioxidra vonatkozó adatai hosszabb távú nyilvántartása segít bizonyítani az őshonos ökoszisztémák védelmének értékét, és több forrást vonz a megővésükre. Sikerükön múlhat az éghajlatváltozás megfékezéséért folytatott küzdelem is.

SZOUCSEK ÁDÁM

Nyitóképünk: A GEDI 80 centiméteres teleszkópja, amelyet a Nemzetközi Űrállomásra (ISS) szereltek fel (Forrás: NASA Goddard Space Flight Center)

DRÓNOKAT IS IGÉNYBE VESZNEK A NEMESÍTÉSI MUNKÁKHOZ

Alacsony vízigényű rizsfajták Szarvasról

Alacsonyabb vízigényű, illetve jó hidegtűrésű rizsfajtákat állítottak elő magyar kutatók az elmúlt években. A létrehozott két új fajtának az egyéb tulajdonságai is kiemelkedően pozitívak.

A közelmúltban két új rizsfajta is született a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) szakemberei munkája során az egyetem Környezettudományi Intézetéhez tartozó szarvasi Galambosi Rizskísérleti Telepen, Jancsó Mihály, a kísérleti telep tudományos munkatársa vezetésével. A fejlesztések egyik legfőbb célja a rizstermesztés jelentős vízigényének csökkentése volt. A kutatók az árasztás nélküli rizs termesztéstechnológiáját is vizsgálták, hogy a szokványosnál kevesebb víz felhasználásával is lehessen rizst termeszteni. Ez világszinten nagyon fontos a globális klímaváltozás körülményei között, amikor extrém szárazság is gyakran fellép. A szarvasi kutatásokban a hidegtűrés fokozása is fontos szempont volt. A legutóbbi két rizsfajta az SZV Szellő, mely rendkívül hosszú szemű rizsfajta, és az SZV Tünde, mely kiemelkedő termésmennyiség létrehozására képes a magyarországi körülmények között is.

A nemesítés hosszú folyamat volt — mondta el Jancsó Mihály. E két fajtánál a hagyományos nemesítés eszközeivel dolgoztak. Mindkét fajta esetében egy kiinduló keresztezést végeztek olyan fajtákkal, amelyek értékes

tulajdonságokat hordoztak. Az SZV Tünde esetében 2006-ban történt a kiinduló keresztezés, az SZV Szellő esetében egy még korábbi időpontban, s ezt még Jancsó Mihály korábbi témavezetője, Simonné Kiss Ibolya és munkatársai végezték. Az SZV Tünde egy japán fajta, és a Dáma nevű korábbi magyar fajta kereszttetéséből született meg. Az SZV Szellő több más nemesítési törzs mellett a Galdo olasz fajtát és ugyancsak a Dáma fajtát egyesíti. A hagyományos nemesítés megfelelő lépésein végimentek ezek a fajtajelöltek, éveken keresztül zajlottak a vizsgálatok, illetve a szelekciók. Mindkét fajta esetében több mint tíz évet igényelt a válogatás, melynek során a magyarországi körülmények közötti megfelelést, illetve a nemesítési céloknak megfelelő legfontosabb tulajdonságokat vizsgálták és keresték. Az SZV Tünde esetében ez a magas termőképesség, és a járványos barnulás elleni jó betegségellenálló-képesség volt. Az SZV Szellő esetében a betegség-ellenálláson kívül a hosszú szemtípus volt az elérni kívánt tulajdonság. Majd mikor a kutatók eljutottak arra a szintre, hogy egészen stabil, kiegyenlített állományaik voltak,

Rizstenyészkert





Alacsonyabb vízigényű rizsfajta

bejelentették a két fajtajelöltet az állami rendszerben. A NÉBIH vizsgálatait után elismerték először az SZV Szellőt, majd az SZV Tündét.

A keresztezések és a szelektálások során a kevés vízigény, és a hidegtűrés is azon tulajdonságok voltak, amelyeket vizsgáltak a kutatók a két új fajtánál; mindkét fajta bekerült az aerob, az ársztás nélküli körülmények közé is a nemesítés során. A vízfelhasználás a termesztéstechnológiának köszönhetően akár 50 százalékkal is csökkent az új fajták esetében. 600-700 milliméter körül van az éves vízigényük, míg hagyományos termesztés esetén 1000-1200 milliméter. Az SZV Szellő kicsit több vizet igényel, mint az SZV Tünde, viszont, mint már említettük, nagyon hosszú szemű, különleges minőséget képvisel, és a hidegtűrése is kifejezetten jó.

Egyébként a nemesítési vizsgálatok során csúcstechnológiát, drónokat is igénybe vesznek ma már a kutatók: a magasból átfogó képet kaphatnak az állományokról. A szakemberek rendelkezésére álló drónokon többféle kamera van, a hőkamera a szárazságtűréssel kapcsolatban nyújt segítséget. Egy forró nyári napon,

SZV Szellő

SZV Tünde



mikor a vízmennyiség már csökken a talajban, azok a növények maradnak hűvösebbek, melyek továbbra is jól párologtatnak. Ahol pedig nő a levelek hőmérséklete, ott csökken a vízfelhasználás. Ez alapján jól ki lehet szűrni azokat a növényállományokat, amelyek „jobbak” vagy „rosszabbak” az adott körülmények között. A stabil vízfelhasználás adódhat abból, hogy a növények jobban hasznosítják a rendelkezésükre álló vizet, vagy például nagyobb gyökérzetet fejlesztenek, s így nagyobb talajrétegből tudnak vizet felvenni a növény. A drónokkal emellett különböző anyagokat, például növényvédő szereket is ki lehet juttatni a területre. Ez egy új és jelenleg is formálódó lehetőség, ahol nem kell taposási kárral számolni, mint hagyományos, a talajon járó gépek esetében. S a két új fajta mikor kerülhet termesztésbe? Az SZV Tündét már kipróbálták, és jónak minősültek az eredmények, az SZV Szellő kipróbálása nemsokára várható.

A rizsnemesítési munka ezzel nem állt le, további új fajták létrehozásán dolgoznak a szarvasi kutatók, immár biotechnológiai módszerekkel (sejt-, illetve szövettenyésztés), amely módszerek lerövidítik a hagyományos fajtalétrehozás több évét, akár egy évtizedet is igénylő folyamatát.

Az intézmény a hozzánk hasonló klimatikus körülmények közötti országok közül kapcsolatot tart például Chile kutatóival, legfőbb partnerországuk azonban a trópusi Fülöp-szigetek. Sok rizsfajta kaphatnak a magyar kutatók az említett országokból, melyek bár a mi viszonyaink között közvetlenül általában nem termesztethetők, viszont keresztezésekre nagyon jól fel lehet használni őket, akár a betegség-ellenállóképességgel, akár az egyéb környezeti stresszekkel, mint például a szárazságtűréssel kapcsolatban.

Mi a rizstermesztés jelene hazánkban? Magyarországon jelenleg háromezer hektáron termesztene rizst, elsősorban a Nagyunságon, illetve a Körösök völgyében; a legnagyobb rizstermesztő a Nagyuns 2000 Mezőgazdasági Zrt, mely majdnem ezer hektáron állít elő rizst – látható tehát, hogy jelentős mérvű területeken is fel tudják majd használni a termelésben az SZV Tündét és az SZV Szellőt.

S még valami: az utóbbi időkben a természetvédelem szakemberei is „felfedezték” a rizstermesztés helyszíneit, mint vizes élőhelyet: itt olyan növények is megtalálhatók, mint a virágkaca, a mocsári nőszirm, és a különleges számba menő látványok, illetve olyan állatok, mint a különféle kételtűek, és a madarak közül a fekete gólya, a vörösgém, s a batla.

FARKAS CSABA



BESZÉLŐ KÉPEK

Körforgásos lapbemutató

November 29-én a Tudományos ismeretterjesztő Társulat (TIT) tudományünnepi rendezvénye keretében mutattuk be tematikus körforgásos gazdálkodási lapszámunkat. Trupka Zoltán felvételei e minikonferencián készültek.

Szakály Sándor professzor, a TIT elnöke köszöntője ▲

Bogáti Kamilla díjazott diákpályázati cikkének legfőbb megállapításait foglalta össze ►

Hollósi Gábor a hulladékgazdálkodás történetéről szóló tanulmánya megírásának kulisszatitkaiba adott betekintést ▼

Gózon Ákos főszerkesztő ismertette a lap tartalmát ►

A hallgatóság egy csoportja a TIT tanácstermében ►

Fleit Ernő előadása a biohidrometallurgia és a fenntarthatóság kapcsolatáról ►







ERDÉLY ARANYA

A tűzvetés, a gépelymester és a bányasáfár

A szerző Mátyás-Rausch Petra a Bölcsészettudományi Kutatóközpont Történettudományi Intézetének munkatársaként mintegy másfél évtizede kutatja az Erdélyi Fejedelemség nemesfémbányászatának történetét. Könyvében arra vállalkozott, hogy írott források felhasználásával átfogó képet adjon az újkori Erdélyi Fejedelemség ércbányászatáról, különös tekintettel az aranybányászatra.

Bevezetőjében röviden bemutatja az Erdélyi-érchegység aranytermelő vidékének legfontosabb bányáit és bányavárosait: Abrudbánya, Aranyosbánya/Offenbánya, Zalatna. Ezeket később részletesen is elemzi és egyúttal tényekkel igazolja, hogy a középkori Európa gazdasági vérkeringésébe bekerülő arany jelentős része a Magyar Királyságból és annak szerves részét képező Erdély területéről származott. Megtudhatjuk, hogy az erdélyi nemesfémbányászat a XV. században élte virágkorát, majd a XVI. század második felétől visszaesett a termelés, minden bizonnyal a felszínközeli bányászati lehetőségek csökkenése következtében. Ennek ellenére az Erdélyi Fejedelemség megalakulását (1570/1571) követő években a nemesfémbányászat a már önálló állami keretek között működő ország gazdaságának egyik fontos ágazata maradt. Mindehhez hozzájárult az is, hogy a partiumi, azaz a tiszántúli vármegyék Erdélyhez csatolásával az Erdélyi-érchegység lelőhelyei mellett már a Zaránd vármegyei Körösbánya, továbbá a szatmári bányavidék bányái és bányavárosai (Nagybánya, Felsőbánya) is az Erdélyi Fejedelemség számára termeltek.

A szerző egy nagyobb fejezetet szentel a korabeli bányászati technikák bemutatására. Így betekintést nyújt már az antikvitás időszakában is alkalmazott, gyors hasznót hozó aranymosásba. Majd a nagyobb tőkebefektetést igénylő, meglehetősen kockázatos mélyművelési módszer erdélyi elterjedését elemzi. A szerző rámutat, hogy a magas költségek miatt mélyművelésre az Itáliából és Németalföldről Erdélybe érkező bányabérlők, a helybeli polgárság tehető családjai, illetve a fejedelmi kincstár vállalkozott leginkább. A termelésre fordított kiadások nagyságának érzékeltetésére Mátyás-Rausch Petra sorra veszi, hogy mire volt szükség a korszakban egy mélyművelésű bánya működtetéséhez, milyen termelési módszereket alkalmaztak és melyek voltak ezek fázisai. Mások mellett kitér az aknák és a tárnák kialakításáért felelős vājárok komoly szakértelmet igénylő tevékenységére. Bemutatja a mélyfejtési munkálatok veszélyeit is, így a leginkább a szatmári bányavidéken alkalmazott tűzvetés (Feuer-Arbeit) módszere révén felszabaduló szulfittartalmú gázok egészségkárosító hatását. Továbbá a bányát üzemeltetők számára folyamatos problémát

és komoly költséget jelentő bányák víztelenítésének korabeli technikájáról kap képet az olvasó. A földfelszínre juttatott érc megmunkálásának a pénzverésig zajló többlépcsős folyamatát (sádozás, őrlés, ércmosás, kohósítás, finomítás) is végigkövethetjük. Ezen kívül felvázolja a bányákban dolgozó szakemberek, így a bányamester, a munkafelügyelő, a gépelymester és a bányasáfár feladatait, kiemelve tapasztalatuk és szakértelmük fontosságát.

Mátyás-Rausch Petra nagy hangsúly helyez a bányák ellátását, művelését biztosító uradalmak bemutatására. Az egyes bányauradalmak igen eltérő lehetőségeit az abrudbányai, offenbányai és zalatnai bányauradalmak összehasonlításával szemlélteti. Egy komoly fejezetet szentel a bányászat igazgatási és jogi kereteinek bemutatására. Ezt abból a szemszögből vizsgálja, hogy a bányászati jog a középkortól a mindenkori uralkodó felségjoga volt. Az évszázadok során azonban a királyok és fejedelmek lemondtak ezen regálék egy részéről, utat engedve a bányászati és földesúri bányasza-badságnak. Ugyanakkor kiemeli, hogy az uralkodók bizonyos felségjogokat megtartottak, így a kitermelt érc után beszolgáltatandó, úgynevezett köteles rész (urbura) megadásának igénye mellett az érc forgalmazására, finomítására és a pénzverésre továbbra is jogot formáltak. A szerző ismerteti, hogy a bányászati szabadságot – azaz az érclelőhelyek szabad felkutatásának és az érc kitermelésének jogát – a Magyar Királyság területén már a XVI. század első harmadában törvénybe iktatták. Rámutat, hogy a középkori Erdélyben ezt a törvényt nem alkalmazták a gyakorlatban. Az önálló állam időszakában pedig a mindenkori fejedelem adhatott engedélyt az ércbányászatra és a bányanyitásra.

Ezt követően a bányakamarák feladatainak rövid bemutatására vállalkozik. Kiemeli, hogy a bányák és a bányakamarák közötti nagy távolságok indokoltá tették a vidéki aranybeváltók működését, akiknél szabott áron válthatták be az ércet annak kitermelői. Az ércbeváltás utáni finomítás azonban hosszan elhúzódó folyamat volt, így a bányabérllők vagy bányatulajdonosok csak lassan jutottak hozzá a haszonhoz, ami utat engedett a „feketepiac” kialakulásának. A szerző

az érckitermelés kapcsán a bányabérllők szerepe mellett kitér a bányavárosok jelentőségére, amelyeket gyakorlatilag a bányászattal foglalkozó lakosság kiváltságokban való részesítése hívott életre.

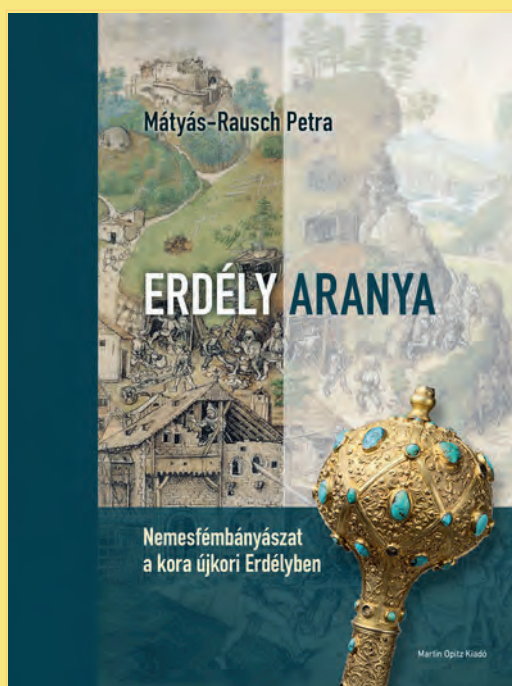
A kötetben külön fejezetben is szó esik a fejedelemségben tevékenykedő itáliai bányavállalkozókról, akiknek már a középkortól kezdve jelentős szerepük volt az erdélyi nemesércbányászatban. A szerző ennek kapcsán ismerteti a főképp a zalatnai érckitermelésben érdekelt Grison-Matalea, Genga és Muralto családok erdélyi működését. A kötetből az is kiderül, hogy az erdélyi nemesércbányák közül egyedül a Torda vármegyében fekvő torockói bányák voltak kizárólag földesúri kézben, nevezetesen a Thoroczkay család birtokában.

Zárásként pedig helyet kap a kötetben az erdélyi higanybányászat bemutatása is, amely azzal magyarázható, hogy a korszakban kénesőnek nevezett higany az aranyfinomítási eljárás nélkülözhetetlen „kelléke” volt (amalgamozás). A higany a kora újkori Erdély egyik legfontosabb exportcikke is volt. Ennek megfelelően a fejezetben olvashatunk az idriai és erdélyi higany rivalizálásáról, a XVI. századtól Erdély délnémet városok felé irányuló higanyexportjának jelentőségéről, valamint a Bethlen Gábor fejedelem idejében Velencével és az Oszmán Birodalommal létrejövő és egyre élénkülő erdélyi higanykereskedelemtől.

Összegezőként elmondható, hogy a könyv az újkori Erdély ércbányászatáról, elsősorban az aranybányászatáról ad áttekintést. A szoros értelemben vett bányászattörténet mellett a gazdaság-, igazgatás-, társadalom- és családtörténeti kérdések is bemutatásra kerülnek a kötet hasábjain. A „kulcsint” tekintve igényes munka. A „belbecs”, azaz a tartalom befogadását nagyban segítik a jeles bányászati szakírók és/vagy szakemberek életét és munkásságát bemutató, illetve rövid fogalommagyarázatokat tartalmazó szövegdobozok, valamint a színes képi illusztrációk és térképek. A téma egyes részleteiben való elmélyülésben pedig irodalomjegyzék igazítja el az érdeklődőt.

A 160 oldal terjedelmű könyv a Martin Opitz Kiadó gondozásában jelent meg 2022-ben, Budapesten.

HOLLÓSY FERENC





Eltűnt malmok nyomában

A palimpszesztus azoknak a kéziratoknak a neve, melyekben az eredeti szöveget gondosan kivakarták, hogy helyébe másikat lehessen írni. A múlt és a jelen különös viszonyulásának szimbóluma. Az épített és építetlen környezet, vagyis a táj pontosan úgy hordozza magán az egymás után következő időszakok változásait, mint egy ilyen többszörösen kivakart és átírt kézirat. Mi, emberek nemcsak tanúi, hanem építői, alakítói, rombolói is vagyunk a kivakarásnak, átírásnak, hiszen az ember és a táj, a társadalom és a természet elválaszthatatlanok. Pontosán ezért kapcsolatuk, együtt- vagy különélésük, változásuk kutatása igényli a természettudományok és a társadalomtudományok széles körének együttműködését. Magam is megtapasztaltam ezt, mikor lakóhelyem, Gyékényes környéki eltűnt vagy romos vízimalmok nyomába eredtem. Kellemes túrák, terepbejárások, természetes felszín vizsgálatok, valamint az azokat megelőző térképészeti, levéltári kutatások nyomán született meg jelen cikkem.

Az emberek nagyon korán rájöttek arra, hogy a vízre, mint éltető erőre szüksége van minden élőlénynek. Az igazi felfedezés azonban az volt, amikor rájöttek, hogy a vízben fizikai erő is van, amit fel tudnak használni munkájuk megkönnyítéséhez, életük minőségének javításához. Így alakultak ki, majd fejlődésük során tökéletesedtek a vízzel hajtott, különböző munkát végző gépek is, a malmok. Magyarország vízrajzi és éghajlati adottságai miatt nálunk elsősorban vízimalmokat építettek, azokból is főként patakmalomokat, túlnyomórészt a Dunántúlon. A vízimalmok fénykora a ki-egyezés környékére tehető, innentől kezdve számuk a

gőzgép elterjedésének, a háborúknak, majd az államosításoknak köszönhetően jelentősen csökkent (1. ábra). 80%-a teljesen eltűnt, 16-18% romos, s mindössze 2-4% maradt fenn épen, működésre képesen. Hozzá kell tenni azt is, hogy a legtöbb helyen, ha még állna is a malom, nem tudna működni természetes úton, mert vagy nincs víz, vagy mennyiségileg nem elegendő, mert a patak kiszáradt, a terület elláposodott. Nincs ez másképpen Gyékényes környékén sem, az idő vasfoga megette, bekebelezte ezeket a malmokat; csonkokat, téglafalakat, néhány helyen épületeket hagyva hátra az utókornak. Gyakran még ezt sem,

Malomtípus	1863	1873	1894	1906
Szárazmalom	7 966	6 361	2033	619
Vízimalom	13 474	17 249	15 417	13 425
Szélmalom	476	854	712	691
Gőzmalom	147	492	1723	1 908
Gőz- és vízimalom	—	—	120	167
Műmalom	70	—	—	—
Motoros malom	—	—	—	494
Összesen	22 133	24 956	20 005	17 304

1. ábra. 1863-ban, majd a statisztikai hivatal szervezésében 1873-ban, 1885-ben, 1895-ben és 1906-ban készült országos malomösszeírás

csak a terület elnevezése, néhány legenda, fennmaradt mese, történet, levéltári okirat, térkép jelzi, hogy itt már egy levakart, újraírt lappal van dolgunk.

Munkám első fázisában a táj már levakart részeinek, a lakóhelyem környékén lévő egykori malmok helyének történelmi, térképészeti és egybevetett terepi elhelyezkedésének megtalálása, beazonosítása volt a feladatom. A következő malmokat találtam: Balogh malom (Porrogszentkirály, Rigócz-patak), Vissza folyó-patak 4 malma (Örtilos), Tilosi malom, Vissza folyósi malom, Asszonyvári malom, Cserepes malom, Kakonyai malom (Belezná), Hatkerekű malom (Berzence, Tekeres-berki-árok, más néven Csernec-patak), Somogysimonyi és Ormánd-pusztá 1-1 malma (Somogy-Zala-határárok), Simonyi malom, Ormándi malom.

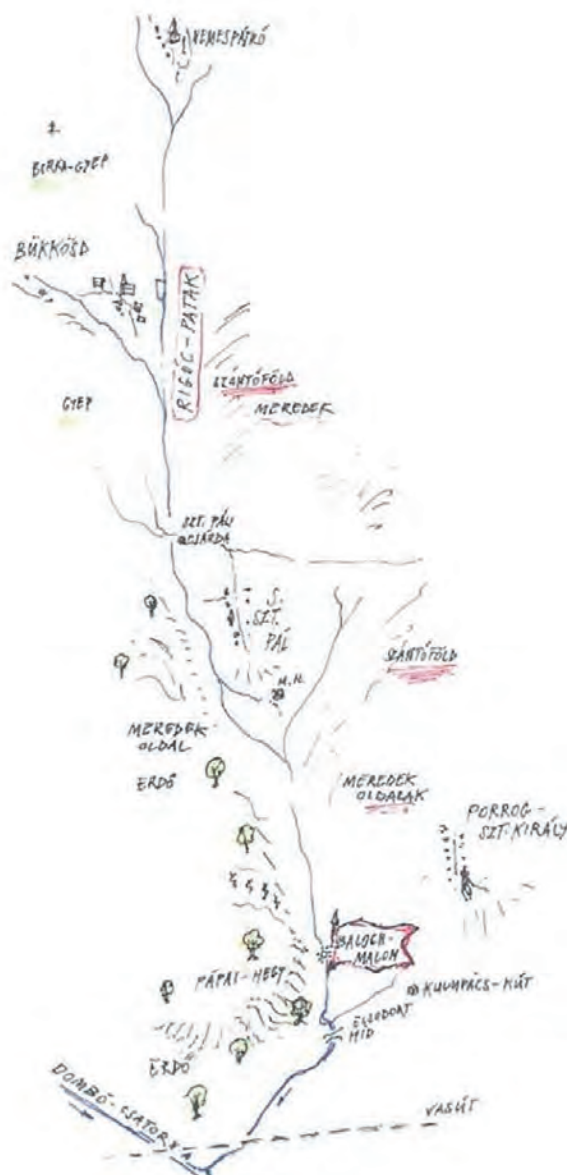
Minden kiválasztott malom helyét sikerült azonosítani, de jelen cikkben csak az első hat malom helyének bejárását ismertetem. Kutatásom során elengedhetetlen volt az adott terület katonai és más térképanyagának tanulmányozása, a családoknál, illetve a vízügyi múzeumban fellelhető tulajdonjogi iratok megismerése. Felhasználtam az I. II. III. Katonai felméréseket, az 1941-ES Katonai térképet, a kikért EOTR 10-eszes vonatkozó térképlapokat, Fortepan fotókat, a két világháború közötti Gazdacímtárakat, valamint kutattam a Vízügyi és Környezetvédelmi Levéltárban. Fontos szerepet játszottak a helyszíni nyomozások, felmérések, szondázások, természetesen a tulajdonosok engedélyével. Nagy hasznát vettük a kissé szubjektív Oral History módszernek, a személyes beszélgetések nélkül a terepi beazonosítás sokkal lassabb és nehezebb lett volna.

Vizsgált vizeink vízgyűjtő területe országunk olyan domb- és síkvidékére esik, ahol az átlagos évi csapadékmennyiség a legnagyobb, a 800 mm-t is eléri, de esős években, Gyékényesen, az erdészet vezette adatok szerint 1200 mm-nél is több hullik. E csapadék mennyiség talajba szivárogva, és a felső vízzáró réteg felett a rengeteg kisebb-nagyobb forrásokban újra megjelenve, vagy időnként részben a felszínen összegyűlve olyan vízfolyásokat táplál, melyek malmok hajtására nagyon alkalmasak voltak, vagy a nagyobb vízhozamúak modernkori energianyerésre. Hátrányul talán csak az hozható fel, lévén lakóhelyünk környéke alacsony domb és síkvidék, hogy vízfolyásaink enyhe esésűek.

Rigócz-patak

A Csurgói-dombságban, Nemespátró közelében ered kisebb forrásokból, észak-déli folyásiránnyal és időnként agyagtalajos szántóföldekről származó sárga bemosódással érkezik az egykori Porrogszentpáli ma-

2. ábra. A Rigócz-patak rajza





3. ábra. A Rigócz-patak betonhídja

lom alól a Balogh malomhoz, majd a pápai erdőn keresztülhaladva délnyugatias irányt felvéve jön ki a Drávai-síkságra és torkoll vize a Dombó csatornába. Vízjárása a vizsgált vizeink közül a legrapszodikusabb, ugyanis nagy esők, esőzések alkalmából a völgyét kísérő lejtős szántóföldekről bezúduló víz ijesztően fel tudja duzzasztani vízszintjét, így nem csoda, hogy a közelmúltban kimozdította helyéről az erdei, vizsgált malmunktól délre levő, egykori zákányi úti betonhidját () és a rajta átvezető vasúti hidat, töltést is alámosta. 2021-es őszi két ott jártunk között időben valósággal szétmorzsolta a malmunk feletti (a Balogh- malomtól északra, 40 méterre), kb. 40 éve fennálló üledékfogó vasbetonművet is **(Nyitóképünk)**.

4. ábra. A Visszafolyó-patak rajza



Visszafolyó-patak

Neve korábról torkolata fölé magasodó Új-Zrínyivár 1664-es ostromát ábrázoló rajzról ismert. Nevének eredete az, hogy a közeli Murával és Drávával összehasonlítva folyásiránya ellentétes. Vizsgálódásunk célja ennél a pataknál a fellelhető összes malomhely felkutatása, dokumentálása, bemutatva azt, hogy a rövid patakon, viszonylag kis vízgyűjtő területen is lehetséges öt malmot működtetni. A Visszafolyó-patak Jánosháza pusztá közelében ered a Csurgói-dombságban, részben homoktalajú szántóföldek szomszédságában, innen Őrtilos északi faluvégén erdők között csorog keresett malmainkhoz, vagyis inkább malmaink egykori helyéhez. Elsőként a Tilosi malomhoz, majd a Visszafolyósi malomhoz, mely korábban Madár, későbbiekben Kolonics malomként volt ismert. Láperdős, mocsaras talpasyögyben halad északnyugat felé a vízfolyás. A kétoldalt kísérő homoktalajú domboldalakat egykor szőlők borították, mint a híres Zákány-, Légrád-vidéki borok termőhelyét, de mára mutatóba is alig akad, így a szőlőterületből származó talajbemosódás szinte megszűnt, a szőlők helyét nagyrészt erdő foglalta el. A torkolathoz közeledve a Cserepes malom gyepek halmát már a nyugatra kanyarodó vízfolyás mellett érhetjük el, majd a Kakonyai csárda közelében, a magas duzzasztóművű Kakonyai malom romjához jutunk ki.

5. ábra. A Kakonyai malom 3 méter magasságú malomfője





6. ábra. A Balogh-malom rajza

Innen a patak magas partok közt folyik, a malomfő 3 méteres magasságú, de a romokról 1960-as évek elején készült fotón is közel ez az állapot tükröződik (5. ábra), tehát nemcsak mostani alakulás ez a kb. 90 méter hosszú, mély, hátravágódott mederszakasz, amely a Principális-csatornába tartó torkolatig tart. Az Új-Zrínyivár ostromát ábrázoló rajzokon a patak még a Murába torkolt, amely később vándorolt el innen, elpusztítva a vár egykori, túlparti kis redutját. A patak kis vízgyűjtő területének köszönhetően kis vízhozamú, dombvidéki, nagy esésű, az erdőnek és a jó vízelnyelő homoktalajnak köszönhetően kiegyenlített vízjárású.

Somogy–Zala-határárok

Síkvidéki pataknak tekinthető, eredete is lápos, mocsaras környezetből indul a Baláta-tó közeléből, a Kaszói erdőből északi irányba. Az egykori Fazekas-dencs alatt veszi fel jelentős mellékvizét, a Páldi-patakot, amely erősen bevágódott völgyében több malmot is hajtott. Patihíd pusztja közelében lankák, dombok közelében halad, itt is találunk egy malmát a kiterjedt halastórendszer közepén. Somogysimonyi északnyugati határán kanyarulatot vesz, majd kiér a Kis-Balatont kísérő mélyebb fekvésű területre. Itt találjuk a beazonosított, de jelen cikkben részletesen nem taglalt, még közelebről nem megvizsgált malmainkat, a Simonyi malmot és az Ormándi malmot. Innen mocsaras, gyeper környezetben északi irányban haladva éri el Vörstől nyugatra a Kis-Balatont. Vízhözama vizsgált patakjaink közül a legnagyobb, nagy vízgyűjtő területű, vízjárása viszonylag kiegyenlített, keresztülfolyik erdős, homoktalajos felszíneken, vízjárására a Pádi-patak, eredetileg Páldi-patak (eredeténél fekvő Páld

középkori faluról) kiegyenlítettenebb vízjárása szintén hatással van, mely itt szántóföldekről begyűlő vizekkel erősen feltöltődhet.

Tekeres–berki-árok, más néven Csernec-patak

Eredete kettős, a nyugati ág Iharosberény belterületétől keletre ered, s rövid szántóföldi környezet után a Szarkavári erdőben folytatja útját dél felé, itt áthalad a Pénzes út alatt, keletre halad el a középkori Csicsó falu helye mellett, s jobb parti szántók után torkol a keleti ágba. A keleti ág Jolánta pusztja közelében ered, déli irányban a mocsaras Borgyai erdőben folytatja útját, a Pénzes út alatt Borgyahigyánál (ez egy kb. 100 éve már nem létező major neve) folyik át, és összefolyásukig a nyugati ággal halastavakat táplálnak. Ezután tovább halad dél felé, s Ökörjárás (egykor, 60 éve még tanyás lakott terület) közelében gyevasérc padokat figyeltünk meg medrében. Innen tovább a bal parton a középkori Senta nagyterjedésű faluhelyét és újra halastavakat találunk, s halastógátnak használják jelenleg az egykori Szentai malom töltését, amit útnak is használtak Csurgó felé, de a mostani szentai bekötőút már máshol, egy magasabb töltésen vezet itt keresztül. Kelet felől a Potyogói-patak érkezik halastavas környezetben, szintén malomhely ez, de itt nemigen tudtunk vizsgáldni, kerítés zárja el az utat. Innen délre idillikusan kanyarog égerfás berken keresztül a Csernec, és tényleg fekete (a csernec feketét, mocsárszínűt jelent, szláv eredetű). Találunk itt keleti part meredélye felől induló bürüt, kar vastagságú akácszálakból összeszögelt karfás, keskeny hidat. Közepét elvitte egy áradás, vagy őszi halastó leeresztés. E patakszakaszon három magas, a patakszint fölé kb. 3 méterre magasodó homoksziget van, amiből kettőt rég elhalt környékbeli pásztorok tanúsága szerint várdombnak tartottak, megásva titkon kincset reméltek benne. A harmadik várdombon a berzenicei kispolgárság tette gyakran tisztelétét, a gyeper, mogyoróbokros hely kirándulóhelyük volt, s ennek egyik oldalát már a Hatkerekű malom előtt felduzzasztott tó vize mosta. A duzzasztómű közelében

7. ábra. A Balogh-malom malomfője



a patakmeder kellemesen fövényes, jó fürdőhely. A malom alól a víz Berzence belterületére érkezik, ahol régebben két további malmot hajtott, majd hamarosan méltatlanul beszennyezve és betonvályúba kényszerítve átkanyarog az alsó utcákon, felveszi baloldali mellékfolyócskáját, a Vadkerti-patakot, a vasúti híd alatt kiér a Dráva-síkságra és a Dombó-csatornába torkollik. A Csernec középkori malom, a malmok helykiosztását, egy korabeli oklevélre támaszkodva Zatykó



8. ábra. A Balogh-malom csavarjai

Csilla régész az MTA RI munkatársa rekonstruálta, így én ezzel, illetve az ezen a patakon lévő malmokkal nem foglalkoztam, annak ellenére, hogy a Berzence 205/116 Hat kerekű malom C 1852. vízimalom volt gimnáziumunk egykori nagy örlető malma, a diákok egyik fürdőhelye, talán Baksai Sándor karácsonyi novellájának is ez a helyszíne. Alapjai és néhány romos épület ma is látható. A zsilipfő az 1900-as évek első felét idéző stílusos oszlopokkal büszkén áll a nagy, feltöltetlen, náddal felvert medencéjű malomtő gátján. Sajnos azt is el kell mondjam, hogyan írt a telhetetlen, modern ember erre a valaha gyönyörűségekkel telített palimpsestre: a helyen szedd magad homokbánya alakult ki, aztán hozd magad szeméttel, ezt mostanra megszüntették, a szemét nagyobbik részét valahová elhordták, most pedig néhány méterrel odébb újra szeméttel, nyesedékepő, de bekerített, lakatolt, talán nem hozhat ide bárki bármit. Hát nem is hoz! Mellé teszi. Itt jártunk előtt egy friss homokgödör mellé nagy döglött disznót tettek tartós bűzforrásnak.

A Gyékényes környéki vizek bejárásakor leírt tapasztalataink után térjünk át a malmokra, leszűkítve a részletezést, ahogy már említettem, a Rigócz-patak és a Visszafolyó-patak malmaira.

A patakmalom vizsgálatához szükségem volt a működésük tanulmányozására is, hogy a természet által visszafoglalt helyeken be tudjam azonosítani a

maradványokat. Ehhez nagy segítségemre volt Vajkai Zsófia: *Malomtípusok és a molnármesterség a XIX. századi Magyarországon* című cikke, valamint Pongrácz Pál csodálatos, jól értelmezhető leírásai (Pongrácz Pál: *Régi malom építéset*).

Porrogszentkirály, Balogh-malom

Porrogszentkirály 201/52 Régi-malom C 1852. Malom helye. Volt vízimalom. A malmot az 1920-as években Balogh János birtokában találjuk, amit tűzgép segéderőforrással, pontosabban szívó gázmotorral szerelt fel.

Október elején kezdtem többet kijárni kerékpárral, hiszen az ide vezető földutat sorompóval lezárta az erdészet. Korábban már jártam itt, megcsodáltam a magas malomfőt (7. ábra). Több mint 3 méterről érkezhett a víz, de a pontos magasságot nem tudtam lemérni, mert az Alvíz csatorna feltöltődött, gondoltam, az alja is lehet betonozva, ahogyan az oldalfalai. Ásni kezdtem, betondarabokat, téglát, konzerválódott fát, vasöntvény géptörödékeket találtam. A malomfőtől 9 méterre ásnom se kellett, egy tengelycsonk állt ki az iszapból, de megmozdítani sem bírtam. A malom udvarát a korábban tanulmányozott katonai felmérések, kataszteri térkép alapján keletre a csalános, bozótos területen, vagy azon túl kerestem. Az egykori lakóépületből a megmaradt vasbeton pincelejáró keret pillantható meg először. A lakás a pince felett helyezkedett el. A tégláit elbontották, az északról csatlakozó istálló betonból készült jászolja a falkibontás miatt bukfencet vetett. De fél bukfencet vetettem én is, amikor a csalánosban a malomkút fedetlen gödrébe léptem. Néhány lépés ijedtség után felderültem, amikor egy kupac malomköre bukkantam. Északabbra kisebb melléképületek térdig sem érő romjai sorakoznak. Visszaérve a lerombolt malomépület északi előteréhez, benőve csavarok állnak ki a földből, vagy a félig lerombolt, misunggal bevont téglagépállvány maradványokból. A gazdacímtár kötetei hozzák 1924-ben (Magyarország Kereskedelmi Ipari és Mezőgazdasági címtára), hogy Balogh János malomtulajdonos, Sauggass-, azaz szívó gázmotorral rendelkezik. A szívó itt csak azt jelenti, feltöltés nélküli. Utána néztem, sok segédnek a haja égnek állt, ha üzemeltetését rá bízták. Először felfűtötték a gázgenerátort, drága szén helyett fával működtették, lezárták a levegőt, kellő nyomás elérése után a kondenzátorra vezették, ami egy függőleges tartály tengeri csutkával feltöltve. A finomszűrő gyaluforgács volt egy kisebb tartályban, ha ezek nem kerültek volna a motor elé, akkor annak szívószelepei a nagy kátánytartamú gáz miatt beragadtak volna, megghiúsították volna az indítást, esetleg szelepszár törés lett volna a vége. Sok helyütt az ilyen igényes gépeket a malmok államosítása után kényelemből, bosszúból, hozzá nem ér-

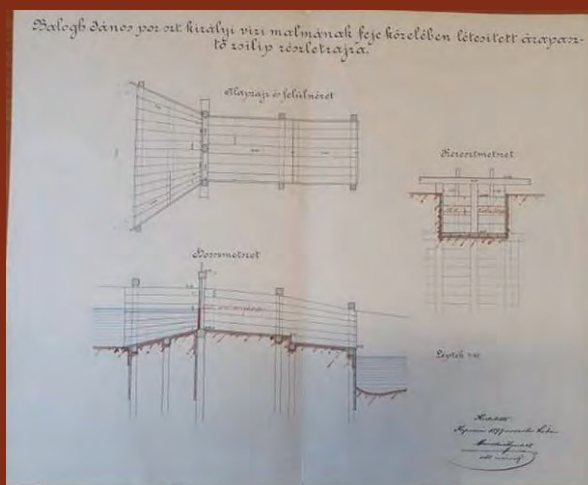
tés miatt szétverték, a vasat népgazdasági hiány ürügyén ócskavasként elvitették. A 2022. január 12-i kutatónapon letisztítottam a csavarokat, a gépalapokat, fotókat készítettem, de, hogy mit hová csavaroztak, nekem nyitott kérdés maradt (8. ábra). A Felvíz csatornában kutatgatva, vasból öntött gépalkatrészeket találtam, amiket nem tudtam azonosítani. A Malomipari Múzeumba szerettem volna elküldeni fotóikat, de kiderült, évekkel ezelőtt bezárt a múzeum.

Október elején Budapestre utaztam, a Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltárba. Két malomról, köztük a fent említett Balogh malomról is rendelkezésre állt helyszínrajz (9. ábra), valamint a csatorna helyszínrajza, a malomfej részletrajza, illetve az árapasztó zsilip helyszínrajza (10. ábra). Megtaláltam a vízhasználat megszűntéről szóló 1967-es határozatot is, melyben az 1930-ban történt zsilip és gátmű rongálódást is említik.

ható az ugyan már korhadó, de még egyben levő felülcsapó vízikerek. Három éve, mikor a közelében lévő Kakonya csárdát kutattam, a malomfőn még folyt a víz, sőt csodálatos, 3 méternél magasabbról leeső vízesést alkotott. Idén januárban már nyoma sem volt a víznek, csak a faszerkezet két cölöpét találtam meg az eredeti helyén a nagy betonmű mellett, és azt vettem észre, hogy a kibontott alsó malomszint, vagy partmű tégláinak lenyomata végigkövethető a betonfalban. A jelenlegi tulajdonossal nem egyeztettem előre, így nem ástam, nem kaparásztam meg a területet. Nem tudtam megkeresni a járósínteket, a falak alapját, de a katonai és a kataszteri térképen jól látható az épület hozzávetőleges nagysága. Levéltári adatok alapján kiderítettem, hogy 1947 után már nem működött malomként, csak darálóként.



9. ábra. A Balogh-malom helyszínrajza (Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltár)



10. ábra. A Balogh-malom árapasztó zsilipjének helyszínrajza (Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltár)

Január 12-én megmértem az általam alumínium lemezből kivágott Thomson bukóval a malom melletti zsilippromban a malom vízhozamát. Becslésem szerint 20% veszteséget produkált. A vízmagasságot a bukóban 9-9,5 centiméternek mértem, a bonyolult számítást mellőzöm, egy előre elkészített táblázat alapján ebből a vízhozam, a 20% hozzáadásával, 4,5-5,2 l/s. Nem túl nagy, de tudva, hogy a fagy megfogja a lefolyó vizeket, nem rossz (11. ábra).

A Vissza-folyó patak öt malmából összesen nem maradt annyi tárgyi emlék, mint a Rigócz-patak egyetlen malmából. Milyen titkos szert használtak a törléshez, ki tudja, de a Túri György múzeum 1961-ben készült fotóján a Kakonyai malom még egyben van, jól lát-

Az Asszony-várra vezető út hídjától délre található a valaha volt Cserepes malom. A hült helye legalábbis. Egy sűrűn benőtt széles vízmosás az, amelyről északkeletre lehetett a molnárház. Legalábbis ez látható a II. katonai felmérésen. Ma már semmiféle értékelhető nyoma nincs. A malomgátat találtam meg, valamint a malomhely északi előterében menő régi utat kísérő fasort és a kis betonhidat. Innen északra azonban a víz már elso-dorta az út töltését. Ezt a töltést ábrázolja valószínűleg az a tüzéségi belövési rajz, amely 1664-ben, az Új-Zrínyivár ostroma kapcsán készült. A malmot az első három katonai felmérés és az 1860-as évekbeli kataszteri térkép még ábrázolja, de az 1941-es katonai térkép már nem.



11. ábra. A Thomson bukós mérés

Felfelé haladva a patakon a következő malmot, az Asszonyvári malmot már csak úttalan utakon, felengetett fagyos föld tetején csúszkálva értem el. A malomgát csak az északkeleti magaspárt közelében nyílik meg egy kb. 2 méter mélységű nyílással, kijelölve a keresett malom helyét. Anyagát elhordták, a helyszínen mélyedést hagyva, néhány téglával, szétszórt betondarabokkal. Az I. katonai felmérésen sok épület van, a kataszteri térképre azonban csak egy lakóépületet rajzolnak a malommal szemben.

A Visszafolyósi malomról csak a Vízügyi Levéltárban találtam jegyzőkönyvet az őrkáro elhelyezéséről, igazolásokat arról, hogy özvegy Madár Vendelné malma megfelel az 1885. évi törvényeknek, miszerint háborítatlanul működik már több mint 20 éve. Őrzik a vízhasználat megszüntéről kiadott értesítést is a Kalanics örökösök részére 1948-ból. Sokat kerestem a malom helyét az alig járható tarvágáson, végül Tóth Lajos őrtilos lakos segítségével (aki emlékezett rá gyerekkorából) sikerült megtalálni a beton malomfőt. Az idő, s az ember itt törölte leginkább tisztára a kéziratot.

12. ábra. A Tilosi malom kanalasfelvonó kanalai



A Tilosi malom (Hosszú malom, Gazsi malom) gyors, bonyodalommentes megtalálása is az őrtilos Tóth házaspár segítségének köszönhető. Tóthné Iváncsics Gyöngyi, a helyi tájház vezetője gyermekkorában, az 1960-as években gyakran megfordult az akkor még csodálatosan rendben tartott gazdaságban. Kimentünk a helyszínre, a malomhoz közeli, egykori cigány telep helyét is érintve. Alacsony falmaradványokat találtunk, melyek egyikén még jól láthatóak a páternoszter (kanalas felvonó) egymásba rakott kanalai, melyeket eredetileg széles Köpper szalagokhoz csavaroztak (12. ábra). Feljebb, a susnyásban sejthetjük Hosszú Gáspár, az utolsó tulajdonos valaha volt házáat, mintagazdaságát. A patak vízhozamának méréséhez elhelyeztem a magunk eszkábálta Thomson bukkót, megkaróztam, homoktalajjal gátaztam, sőt még téglákkal is megerősítettem, de meglepődve tapasztaltam, hogy a patak sodra, aláásva a laza talajt, fövenyt, magával vitte, így a vízhozam mérés meghiúsult.

FÜSTÖS JÁNOS

Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium,
Általános Iskola és Kollégium, Csurgó

IRODALOM

1. Pongrácz Pál: *Régi malom építészet*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1967
2. Vajkai Zsófia: *Malomtípusok és a molnármesterség a XIX. századi Magyarországon I.* In. Magyar Mezőgazdasági Múzeum Évkönyve. Budapest, 1978-1980.
3. *Somogy megye földrajzi nevei*. (szerk. Papp LászlóVégh József) Akadémiai Kiadó, Bp., 1974.
4. Kádár Péter: *A vízimalmoktól a vízerőművekig*. Budapest, 2010.
5. Patakmalomok, gátasmalomok. <http://mek.niif.hu/02100/02152/html/03/23.html#24>
6. Lantos Zoltán László: *A péterhidai Ratalics malom története*.
7. Somogy megye térképe 1:150 000. Kartográfiai Vállalat, Bp., 1980.
8. Freskay János: *Mesterségek szótára*. Hornyánszky Ny., Bp., 1912.
9. Dr. Lambrecht Kálmán: *A magyar malmok könyve*. Bp. 1914.
10. Völler István: *Vízikerek szerepe és építése a malmászatban*. In. Technikatörténeti Szemle, XI. 1979. 197-216. old.
11. Bencze Géza: *Somogyi vízimalmok a reformkorban*. In. Hidrológiai Tájékoztató, 1981.
12. Magyarország tájféldrajza. 4. A Dunántúli-dombság, Dél-Dunántúl. (szerk. Ádám László, Marosi Sándor, Szilárd Jenő) Akadémiai Kiadó, Bp., 1981.
13. Csánki Dezső: *Somogy vármegye (Magyarország Vármegyéi és Városai)* In. Magyarország Vármegyéi és Városai (szerk. Borovszky Samu) Országos Monográfiai Társaság, Bp., 1900.
14. Somogy megye néhány vízgazdálkodási kérdése. Országos Vízügyi Főigazgatóság, Bp., 1960.
15. Országos Vízügyi Levéltár (OVL) VI. 21. a. Székesfehérvári Kultúrmérnöki Hivatal iratai T 1-19/2.
16. *A magyar vízszabályozás története*. (szerk. Ihrig Dénes) OVH, Bp. 1973. 13.

A XXXIII.

Természet–Tudomány

Diákpályázat felhívása és versenyszabályzata

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) és lapunk immár harmincharmadik alkalommal hirdeti meg Természet–Tudomány Diákpályázatát középiskolások számára.

A TIT által meghirdetett, a Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat által lebonyolított diák-cikkpályázaton indulhat bármely középfokú iskolában a 2023/2024-es 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: 2024. március 31.

A diákpályázat célja, hogy az ismeretterjesztő 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.

Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvasmányos stílusban készüljenek, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalanok legyenek. Kérjük a felkészítő tanárokat, szíveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni tanítványaiknak!

PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK

Természettudományos múltunk felkutatása

- 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, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával. Vagy:

- A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi vagy épített emlékek, örökség bemutatása.

A kultúra egysége

- A pályázó e kategóriában a természettudományoknak a társadalom- és humán tudományok, valamint a művészetek különböző területeivel fellelhető összefüggéseit mutatja be.

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 és jelenét, 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. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az egészségtudományi etikai szabályokat teljes egészében tisztelően tartó pályaművek.

Környezetvédelem, körforgásos gazdálkodás, hulladékgyűjtés, fenntartható fejlődés

A pályázók a korszerű ökológiai szemléleten alapuló, a kategória elnevezésében szereplő témájú esszével nevezhetnek. A zsűri örömmel fogadja a saját jó gyakorlatokat bemutató esettanulmányokat is.

Választható műfajok mind az öt kategóriában:

- Ismeretterjesztő, olvasmányos formában megírt cikk vagy esszé (minimum 10 ezer, maximum 20 ezer karakter terjedelemben, szóközök nélkül, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval)
- Ismeretterjesztő interjú (minimum 10 ezer, maximum 12 ezer karakter terjedelemben, szóközök nélkül, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval)
- Ismeretterjesztő fotósorozat, minimum 10, maximum 20 db, JPG formátumú, 1 MB-4 MB közötti méretű fényképpel, minden képhez tartozó 1-3 mondatos képaláírással (word formátumban); valamint rövid bevezető írással: minimum 1000, maximum 2000 karakter terjedelemben, szóközök nélkül.

A Természet Világa szerkesztősége 2024 februárjában, egy később meghirdetendő időpontban *online konzultációs* alkalmat fog biztosítani a sikeres pályázatírás érdekében.

DÍJAZÁS

Minden kategóriában és minden műfajban I. díj, II. díj, III. díj, illetve különdíj, dicséret is adható. A zsűri a díjazott diákok felkészítő tanárainak a munkáját is elismeri. A Diákpályázat hagyományai szerint az Élet és Tudomány, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat hetilapja is különdíjban részesíti a legolvasmányosabb cikkek alkotóit.

A pályázat alkotói cikkpályázat, így bár a többszerzős pályamunkák elkészítése lehetséges és megengedett, de felhívjuk pályázóink figyelmét, hogy a díjazás pályamunkánként és nem szerzőnként történik.

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 megoszlanak a társzerzők között.

Tájékoztatásul közöljük az előző évi díjkategóriákat, melyeket a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával tudunk a pályázók számára megítélni:

1. díj: 60.000 Ft / díjazott pályamű
2. díj: 50.000 Ft / díjazott pályamű
3. díj: 40.000 Ft / díjazott pályamű

Felkészítő tanári díjak: 40.000 Ft / díjazott pályamű

A pályaművek elbírálására és a díjátadásra előre láthatóan 2024 áprilisában, diákkonferencia keretében kerül sor. A pályázat benyújtásával a pályázó hozzájárul, hogy pályamunkáját a Természet Világa folyóiratban ellenszolgáltatás nélkül megjelentessük.

A XXXIII. Természet–Tudomány Diákpályázat pályázati kiírását a Természet Világa számában közöljük, illetve olvasható a folyóirat honlapján is.



Nemzeti
Kulturális
Alap



ÚRKORSZAKI FÉMEK A SZTRATOSZFÉRÁBAN

PNAS

A jelenlegi elképzelések szerint igencsak meg fog növekedni az alacsony Föld körüli pályán (LEO) keringő műholdak mennyisége, és ezzel az is, hogy mennyi más nem üzemelő műhold lép be és ég el a légkör felsőbb rétegeiben. Az elégés során keletkező szemcsék kis mennyiségben a légkörünk e magasabb rétegeiben maradhatnak, egy újonnan publikált kutatás eredménye szerint ezek mérhető mennyiségűek és jellemzőek az űreszközök összetételére.

A modellszámítások eddig leginkább azt mérték fel, vajon a légkörbe lépő űreszközök mennyiben tudnak elégni, illetve mennyi eshet belőlük a felszínre és jelenthet veszélyt. Azonban az elégő űreszközök fémjei fémgőzőkként a magas légköri rétegekbe kerülnek, majd ott kondenzálódnak és leszivároghatnak a sztratoszférába. Azt régóta sejteni lehetett,



hogy az űrforgalom nem marad nyomtalan a légkörünkben. A kutatók a NASA és a NOAA közreműködésével speciális repülőgépes méréseket végeztek 19 kilométeres magasságban (ez már a sztratoszféra területe) Alaszka felett. A méréseket azért így időzítették, mert a téli időszakban a sarkvidékek közelében szállnak a sztratoszféra alacsonyabb rétegeibe azok az aeroszolok, amelyek a magasabb légrétegekbe kerültek korábban. Ezzel azt is kizárták, hogy a felszín felől felkeveredő anyagok zavarjanak bele az eredményekbe. A méréseket a repülők orrára szerelt műszerek végezték, így a repülők saját égéstermékai nem zavarhatták a mérési eredményeket. A sztratoszféra kénsavszemcséinek fele esik a 120-600 nanométeres tartományba, s e szemcsék adnak otthont a meteorok ablációjából, 75 kilométernél magasabbról szár-

mazó anyagoknak, általában pár tömegszázalékos arányban. A meteor eredetű anyagoktól eltekintve szinte teljesen tiszták a kénsavcseppecskék.

A sztratoszféra kénsav-aeroszolszemcséi közül fél-millió egyedi szemcsét vizsgáltak meg lézeres tömegspektrometria útján 2023 február-márciusa során, és azt találták, hogy a 120 nanométeresnél nagyobb szemcsék mintegy tizede hordoz valamilyen, az elégő űreszközökből származó elemet. 20 ilyen elemet tudtak azonosítani a szakemberek, s ezen elemek előfordulási arányai megfeleltek annak, amit az űreszközökben használt ötvözetek tartalmaznak. A szemcsék többségében egyébként állandó arányban vannak jelen az olyan fémek, mint a vas, a nikkel, vagy épp a króm — ezek az arányok megfelelnek a meteorok összetételének. A mérések arra utalnak, hogy a kénsav-aeroszolszemcsékben e meteor eredetű anyagok több meteorból, meteorok anyagának keveredéséből származnak, magyarul nincs például elkülönült vas-nikkel meteorból eredő anyag a szemcsékben.

A lítium, az alumínium, az ólom és a réz esetében a mennyiség ráadásul nagyobb volt annál, mint amit a kozmikus eredetű porszemcsék, elégő meteorok hoznak magukkal légkörünkbe. (A réz a meteorokban meglehetősen ritka, az űreszközökben viszont nemcsak a vezetékek, hanem egyes alumíniumötvözetek is jelentős mennyiségben tartalmazzák.) E szemcsék és a meteorok anyaga azonban gyakorlatilag állandó, mennyiségében és összetételében egyaránt, ám az űreszközök hagyta elemek eltérnek ezektől. Az alumínium és más fémek arányai egyértelműen az űreszközökre utalnak, emellett pedig vannak olyan „egzotikus” anyagok is, mint például a nióbium, amely egyértelműen a rakétatestek egyes részeinek (fúvókáinak) elégekor kerül a légkörbe. A vizsgált szemcsék 0,1 százaléka tartalmazott mérhető mennyiségű nióbiumot.

Az űreszközök visszatérésekor egyszerre kerül gyakorlatilag kis, koncentrált helyre az elégekor felszabaduló anyag, míg a meteorok, mikrometeorok a teljes légkört egyformán érik, egyszerre csak igen minimális mennyiségű anyaggal. A kutatók az egyes összetevőket azok eredete alapján is be tudták sorolni. Az eredmények alapján, az űrforgalom növekedését figyelembe véve a következő évtizedekben eljuthatunk oda, hogy a sztratoszféra kénsav-aeroszolszemcséinek fele fog valamilyen, ehhez köthető fémeket tartalmazni. Az pedig egyelőre teljesen ismeretlen, hogy ennek milyen hatása lesz a sztratoszféránkra, annak aeroszoljaira, s az ózonrétegünkre.

(PNAS, 2023. október)

ÚJ RÉTEGRE BUKKANTAK A FESTMÉNY ALATT

ScienceAdvances

Rembrandt *Éjjeli őrző* című mesterműve talán az egyik legtöbbet tanulmányozott festmény. Életet sugárzó, dinamikus mű, amelynek egy nemrégiben elvégzett vizsgálata újabb érdekességgel zárult. Az 1642-ben készült festmény vásznát, még az alapozóréteg felhordása előtt egy ólomtartalmú anyaggal impregnálta a művész. Efféle alapozót eddig se Rembrandt, se kortársai alkotásain nem fedeztek fel. A műalkotás részletes tanulmányozása céljával 2019-ben fogtak bele az *Operation Night Watch* (Éjjeli őrző hadművelet) projektbe a Rijksmuseum és számos kutatóintézet együttes erőfeszítéseiként, amelynek során számos, legnagyobb részben noninvazív módszerrel, a legmodernebb vizsgálati technológiákkal igyekeznek a festményből a lehető legtöbb információt kicsalogatni. A projekt célja nemcsak az, hogy megismerjük Rembrandt alkotási módszereit, hanem az is, hogy a festmény anyagainak, technikáinak azonosításán át, azok átalakulásának vizsgálatával, az elváltozások megértésén át a lehető legjobb állagmegővási módszerre is rábukkanjanak a szakemberek. Bár ma már rengeteg olyan képalkotó módszer rendelkezésünkre áll, amelyekkel bepillantathatunk a festmények egyes rétegeibe, felmérhetjük például a pigmentek összetételét és eloszlását, ám igazán 3 dimenziós adatokat ezek se nyújtanak.

Ez esetben a következtetéseket egy miniatűr festékminta vizsgálatával sikerült levonni, mégpedig szinkrotron-alapú korrelált röntgenfluoreszcencia (SR-XRF), és röntgen-ptichográfias nanotomográfia (PXCT) útján. Eddig a festékmintákon (más műveken) elvégzett hasonló, 3D vizsgálatokkal például feltárták a festékanyagban lévő pórusok hálózatát, az egyes festékrétegek pórusai közti összeköttetéseket, ezek pedig már valós képet adnak egy kép állapotáról. Ez a pórusrendszer azt is meghatározza, hogy a kép restaurálása során használt anyagok, oldószerek hogyan szívódnak fel. A festékanyagok kémiai összetételének ismerete legalább ennyire fontos, hisz ezen adatokból válik érthetővé, hogy a festékek színe miként alakulhatott át, így például Rembrandt kapcsán derült ki, hogy a minium lebomlásából miként jött létre a festményen az ólom- és kéntartalmú kéreg. A PXCT egy koherens diffrakciós képalkotó eljárás, amelyben koherens röntgensugár segítségével, különféle szögekből, egymással átfedő pozíciókból felméri a mintát, majd az adatok



elemzéséből összeállítják a rendkívül részletgazdag 3D képet. A kutatók a kétféle térképezési módszer kombinációja segítségével tárták fel a kis festékszempce tulajdonságait, legfőképp annak alapozására koncentráltak. A mintát a festmény egy olyan pontjáról vették, ahol a vászon két részét összeerősítették, és ahol emiatt már régebben lepattogott egy kis részen a festékréteg, így szabaddá vált alatta az alapozás.

Mire is jutottak az elemzések? A festmény nagy mérete és tervezett elhelyezése miatt Rembrandt nem használhatta a megszokott, nehéz alapozást, ezért alternatív módszer után nézett. Az *Éjjeli őrző* legalsó rétege egy soha korábban nem látott, ólomtartalmú anyag volt. Bár az ólmot a minta egészében megtalálták, annak alján tömör, homogén, valóban rétegszerű megjelenést mutató formában bukkantak rá. A festményt eredetileg egy elég dohos környezetre tervezték, ezért Rembrandt valószínűleg erre felkészülve egészen új módszert használt az alapozásra. Egy Theodore de Mayerne nevű orvos leírásaiban szerepelt az ólom-oxid alapú olaj javasolt használata a nedves helyszínekre szánt festményeknél a hagyományos enyv helyett, miután az orvos maga látta, hogy az enyv alapozású kép ledobta a nedvesség hatására a festékréteget. Valószínűleg Rembrandt is ebből az írásból meríthette az ötletet.

A teljes festmény egy korábbi XRF-vizsgálata már kimutatta a vászon teljes területén az ólom jelenlétét, amelyet nagy, laza ívű mozdulatokkal hordott fel a mester, ez is megerősíti, hogy a mostani elemzésben legalul talált ólom az alapozásból eredhet. Az eredmény a mester újító hajlamának ismételt bizonyítéka.

(Science Advances, 2023. december)

