

Előfizetőknek: 600 Ft

# ELET és TUDOMÁNY



AZ ÉV  
ÉRCE



Címlap: A Minas de Riotinto rézbánya (Andalúzia, Spanyolország)

- 483 Első kézből  
**• KANNIBÁLREZISZTENCIA**  
*Molnár Csaba*  
**• A CSÍPŐZÜLET ÉS A BORDÁK KAPCSOLATA**  
*Sz. M.*  
**• AUSZTRÁL ASZÁLY**  
*Dávid Tibor*

- 486 Az Év Nyersanyaga, 2024  
**A RÉZÉRC TÖBB EZER ÉVE**  
*B. Kiss Gabriella*  
 489 Nyelv és élet  
**COMBFIX ÉS KOMBFIX**  
*Minya Károly*  
 490 Segít a mesterséges intelligencia  
**A PARKINSON-KÓR DIAGNOSZTIKAI TÁMOGATÁSA**  
*Jenei Attila Zoltán*  
 493 **EGYSZERŰBB ÉS KÉNYELMESEBB DIGITÁLIS KIFIZETÉS**  
*MNB*  
 494 Ahol bárki kísérletezhet



#### BÉRLABORATÓRIUM

- Vermes Nikolett*  
 497 Megnyílt a Komlóverzum Látogatóközpontot  
**ŐSÁLLATOK ÉS BÁNYAJÁRATOK**  
*Rezsabek Nándor*

- 498 Interjú Timár Anikóval  
**MÁGNESES NULLTÉR AZ ŰSTÖKÖSKNÉL IS**  
*Trupka Zoltán*  
 500 A Róka-hegy titkai  
**ÜREGEK ÉS KRISTÁLYOK**  
*Pásztor Péter*  
 502 Élet és tudomány képekben  
**ÉT-GALÉRIA**  
*P. B.*  
 504 **LogIQs**  
 505 Lélektani lelemények  
**VALAMI BÚZLIK...**  
*Mannhardt András*  
 506 Agyi aktualitások  
**ELNAGYOLT EMLÉKEK**  
*Reichardt Richárd*  
 508 Látásjavítás 3D nyomtatással  
**ELVESZTETT SZEMGÖLYŐ PÓTLÁSA**  
*Szegő Miklós*  
 509 **KERESZTREJTVÉNY**  
*Schmidt János*  
 510 **ÉT-IRÁNYTŰ**  
*Bánsághy Nóra*  
 511 A háttapon  
**KAFFERBIVALY**  
*Bankovics Attila*

## Kedves Olvasónk!

A BME által művelt tudományterületek legfrissebb eredményeinek népszerűsítésére a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (továbbiakban: BME), a Pro Progressio Alapítvány és az Élet és Tudomány közös ismeretterjesztő cikkpályázatot hirdet. *A pályázaton indulhat:* minden olyan tudományos kutató vagy egyetemi oktató, aki a BME-vel alkalmazottként jogviszonyban áll vagy az Egyetem nyugalmazott oktató-kutatója; vagy minden, a BME teljes idejű alapképzésében, mesterképzésében, egységes osztatlan képzésében, valamint doktori képzésében aktív, nappali tagozatos hallgatói jogviszonnyal rendelkező hallgató. A pályázatra olyan pályaműveket várunk, amelyek ismeretterjesztő megközelítéssel készülnek. Választható kategóriák:

**Önálló kutatás:** a BME által művelt tudományterületek legfrissebb eredményeinek és kérdésselvetéseinek széles körű megismertetése és népszerűsítése – *Oktatói-kutatói és hallgatói kategória.*

**Fenntarthatóság:** körforgásos gazdaság, környezettudatos megoldások témában várunk ismeretterjesztő cikket – *Oktatói-kutatói és hallgatói kategória.*

**UNKP:** az Új Nemzeti Kiválóság Program keretében folyó kutatási projektekhez kapcsolódó ismeretterjesztő írásokat várunk. – *Oktatói/kutatói pályázati minőségben saját kutatással lehet kéziratot benyújtani. Témavezető minőségben nem nyújtható be pályázat. Hallgatók is pályázhatnak.*

**Tudománytörténet:** olyan tudomány- és egyetem-történeti írásokat várunk, melyek ismeretterjesztő megközelítéssel mutatnak be a 2023–24-es évekhez kapcsolódó évfordulós kutatást, kutatót, tudományos eseményt vagy eredményt. – *Oktatói-kutatói kategória.*

**TDK:** a TDK keretében folyó kutatási projektekhez kapcsolódó ismeretterjesztő írásokat várunk – *Hallgatói kategória.*

A cikkek terjedelme 10 000 – 11 000 karakter (szóközök nélkül számítva) doc formátumban, 3–4 illusztrációval (az utóbbiakat külön fájlban, képfarmátumban), képaláírásokkal ellátva.

A díjazott írásokat az Élet és Tudomány megjeleníti. A díjazottak ösztöndíjban részesülnek, melyekre a kiírók díjalapokat hoznak létre. *Oktatói-kutatói pályázati díjalap: 500 000 forint. Hallgatói pályázati díjalap: 400 000 forint.* Az írások díjazására szakmai zsűri alakul, melynek tagjai a Műegyetem oktatói és az Élet és Tudomány szakemberei. A zsűri tesz javaslatot a díjak megosztására vonatkozóan. Mind a díjazásban részesült, mind a nem díjazott, de közlésre érdemes írásokat az Élet és Tudomány szerkesztett formában, ellenszolgáltatás nélkül fogja megjelentetni.

A pályázat benyújtása a BME honlapján található *Forms pályázati űrlapon* lehetséges. A pályázatok beküldésének határideje: *2024. május 15.* A pályázók írásbeli értesítést kapnak a pályázat eredményéről. A díjak ünnepélyes átadására a Kutatók éjszakája keretében kerül sor.

## Kannibálrezisztencia

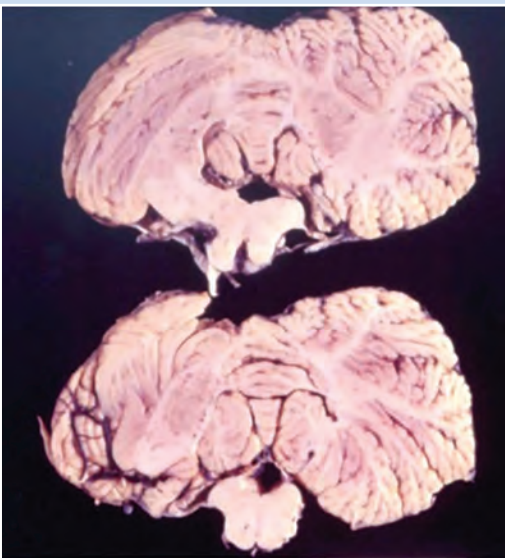
Amikor kilencven évvel ez előtt ausztrál aranyásók először behatoltak a pápua-új-guineai esőerdő belsejébe, senki (pontosabban a külvilággal kapcsolatban álló népcsoportok körében senki) sem tudta, hogy egyáltalán élnek-e emberek a sziget világtól elzárt belső területein.

A következő években aztán számos meglepetés érte a nyugati „felfedezőket”. Kiderült hogy egymillió pápua ember él a külvilágtól évezredek óta elzártan a Keleti-Fennföld nevű tartományban, és egy részük akkor még rutinszerűen folytatott kannibál életmódot (vagyis rituális, illetve táplálkozási céllal fogyasztottak emberi szöveteket). A kannibál csoportok egyike, a 11 ezer tagot számláló fore törzs faluiban egy rejtélyes járvány pusztított, amely arányaiban hatalmas halálozást okozott, hiszen évenként kétszázán estek áldozatul neki.

Senki sem tudta, hogy mi okozza a kuruban nevezett betegséget (amely fore nyelven reszketést jelent). A tünetek megjelenése után a kór lefolyása már szélvészgyors volt: a beteg néhány héten belül már nem tudott járni, a végtagjai remegtek, hónapok múlva már fel sem tudott kelni, és nem volt képes ellátni magát, majd meghalt. A helyiek természetesen boszorkányságnak tartották a járványt, amit csak alátámasztott az, hogy a betegség főként a nőket és a gyerekeket ragadta el. A pusztítása

Kuruban elhunyt személy agya

(FOTÓ: WIKIPÉDIA)



olyan katasztrofális méreteket öltött, hogy voltak falvak, ahol gyakorlatilag nem maradt nő életben.

A forek tudták, hogy a betegség a kihalásukkal fenyeget, ezért vonakodva bár, de elfogadták a külvilágból érkezett tudósok segítségét. Miután kizártak minden szoba jöhető környezeti szennyezőanyagot, a kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy a betegségnek örökletesnek kell lennie. De nem volt igazuk. Shirley Lindenbaum, a New York-i Városi Egyetem antropológusa 1961-ben elutazott Pápua-Új-Guineára, és szisztematikusan feltérképezte, hogy a kuruban szenvedő emberek milyen kapcsolatban állnak egymással. A kutatásai cáfolták a genetikai eredetre vonatkozó hipotézist, hiszen a betegség nem a családokban öröklődött, inkább a lakóhelyhez kötődött.

Idővel kiderült, hogy a kurut a temetkezési rítusok „terjesztik”, konkrétan az úgynevezett gyász-kannibalizmushoz köthető. A forek ugyanis elfogyasztották az elhunyt hozzátartozóikat (kivéve az epehólyagját), mert úgy gondolták, hogy az elhunytal szemben akkor járnak el a legtiszteleteljesebben, ha nem hagyják, hogy a kukacok bontsák le a szervezetét. Minthogy a hitük szerint az agy tárolta a rossz szellemeket (és bizonyos értelemben, a kuru esetében sajnos igazuk is volt), azt a nők ették meg, mert abban hittek, hogy ők elég erősek e szellemek féken tartásához. A nők gyakran adtak az agyból (amelyet fűszerekkel dörzsöltek be, majd bambuszcsőben sütöttek meg) a gyerekeiknek is.

Innen már csak egy lépés volt bizonyítani, hogy a kuru az agyevéssel áll összefüggésben. Az amerikai Országos Egészségtudományi Intézetben (NIH) kuruban elhunyt beteg agyából készített kivonatot fecskendeztek csimpánzokba, aminek hatására bennük is kialakult a betegség. Az eredmények hatására hivatalosan betiltották a kannibalizmust Pápua-Új-Guineán, de ettől még a kuru évtizedekkel később is fel-felbukkant. Ennek oka részben az volt, hogy a forek fittyet hánytak a tilalomra, és tovább ették a rokonaikat, de szerepet játszott a kuru néha több évtizedes lappangási ideje is. Mindenesetre idővel – a jelek szerint – a kuru eltűnt: az utolsó halálesetet 2009-ben jelentették, és 2012-ben hivatalosan is befejezettnek nyilvánították a kurujárványt.



Kurual fertőzött fore gyermek

(FOTÓ: WIKIPÉDIA)

Azóta kiderült, hogy a kurut a prionok okozzák. Ezek nem vírusok, hanem abnormálisan feltekeredett fehérjék, amelyek furcsa mód fertőzők, vagyis rábírák az idegsejtek egészséges felszíni fehérjéit, hogy maguk is abnormálisan hajtogatódjanak – és ezzel elveszítsék normális funkciójukat. Így a kuru szoros kapcsolatban áll a Creutzfeldt-Jakob-szindrómával. Bár a járvány hatalmas pusztítást vitt véghez a fore közösségben, korántsem minden veszélyeztetett személy kapta el (noha fogyasztottak fertőzött agyat). Ezért már régóta gyanítják a kutatók, hogy valamilyen rezisztenciának kellett kialakulnia a populáció egy részében a betegség ellen.

A University College London genetikusai most 943 ember genomját elemezték, amelyek 68 faluból származtak, és a rezisztencia hátterében lévő génvariánsokat keresték. Az eredményeket az *American Journal of Human Genetics* folyóirat közölte. Az analízisből kiderült, hogy bár az alanyok mindössze 11 ezer négyzetkilométeres területen éltek egymás szoros közelségében, a csoportjaik genetikailag rendkívül izoláltak: az átlagos genetikai távolságuk megegyezik a finnek és a spanyolok különbözőségével. Nyelvi szempontból is távol állnak egymástól a csoportjaik: a 68 falu népessége 21 különböző nyelvi csoportba sorolható.

A genetikusok úgy találták, hogy az idős nők egy része olyan génvariáns hordozó, amely egy különleges

prionfehérjét kódol. Feltételezhetően e fehérje biztosított számukra védelmet a kuruval szemben. A szerzők azt remélik, hogy a megtalált védőhatású gének esetleg más prionbetegségekkel, például Creutzfeldt-Jakob-betegséggel szemben is potenciális terápiás célpontokat kínálhatnak a jövőben.

MOLNÁR CSABA

**ÓSLÉNYTAN**  
**A csípőízület és a bordák kapcsolata**

Az evolúció hiányzó láncszemei mindig hatalmas tudományos érdeklődésre tartanak számot. A madarak és hüllők közti evolúciós kapocs egyik legfontosabb hírvivőjét, az *Archaeopteryx lithographica*t, melyet Németország jura időszi kiüledékében fedeztek fel, a világ legértékesebb ősmaradványai között tartják számon. Ugyancsak hasonló fontosságú a *Tiktaalik roseae*, mely a halak és kétlélűek közti evolúciós átmenet, egyben az uszonyok lábához vezető fejlődési útjának iskolapéldája lett 2004-es felfedezésekor.

Az uszonyok lábakká fejlődése előtt a gerincesek axiális csontvázában (fej, nyak, gerincoszlop és bordák) hatalmas változások zajlottak le, melyek megelőlegezték, hogy a korai szárazföldi gerincesek a vízi élőhelyeken túl is képesek legyenek saját testtömegük mozgatására. Kutatók egy csapata most ismét elővette a *Tiktaalik* csontvázát, hogy egy kicsit többet tudjanak meg a végtagok axiális csontvázhoz csatlakozó pontjainak (vállöv és medenceöv) evolúciójáról.

A kutatást *Thomas A. Stewart*, a *Pennsylvaniai Egyetem* munkatársa vezette, az elemzésekből összegzett eredményeket pedig a *Proceedings of the National Academy of Sciences* tudományos folyóirat hasábjain jelentették meg.

A *Tiktaalik* jelen ismereteink szerint a lábakkal rendelkező gerincesek legközelebbi halrokona. Mellső végtagja halakhoz mérten rendkívül fejlett volt, rendelkezett a mai lábas gerincesek végtagjainak nagyjából minden csontjával, noha ujjai még nem voltak, így végtagjai összességében véve uszonyszerűek voltak. A kutatók már jó ideje úgy vélik, hogy ez az állat ilyen fejlett végtagokkal egyértelműen a szárazföld meghódítását célzó első pionír gerincesek egyike lehetett, és

noha szinte biztos, hogy tényleges járásra nem lehetett képes, testét a sekély vízben vagy a vízparton hatékonyan tudta ide-oda mozgatni vagy manőverezni annak érdekében, hogy élőhelyet váltson vagy táplálékot szerezzen.

Stewart és csapata mikrokomputertomográfias (mikro-CT) vizsgálatokkal vizsgálták meg a *Tiktaalik* ősmaradványait, és olyasmire lettek figyelmesek, amire korábban egy kutató sem figyelt fel. A csontelemek kapcsolatát vizsgálva ugyanis feltűnt, hogy a *Tiktaalik* medencéje kapcsolódott az állat bordáival, ezzel is mintegy megtámogatva az állatot annak érdekében, hogy elbírja önön testtömegét.

„A *Tiktaalik*ot még 2004-ben fedezték fel, ekkor a test hátsó része még nem volt ismert – magyarázta Stewart. – Újnan felfedezett maradványok mikro-CT-felvételei segítségével kiváló felbontásban láthatjuk az állat csigolyáit és bordáit. Az új felvételek birtokában már lehetővé válik a csontváz beható elemzése, ami esszenciális az állat mozgási képességeinek megismerése szempontjából.”

A halak hasi úszóinak, és azok csontos tövének csontelemei nem kapcsolódnak az axiális csontvázhoz, hanem attól függetlenül helyezkednek el a testben. A szárazföld meghódítása során a négylábú gerincesek – melyek közé mi, emberek is tartozunk – megnövelték a hasúszó, és az abból kifejlődő hátsó végtag méretét,

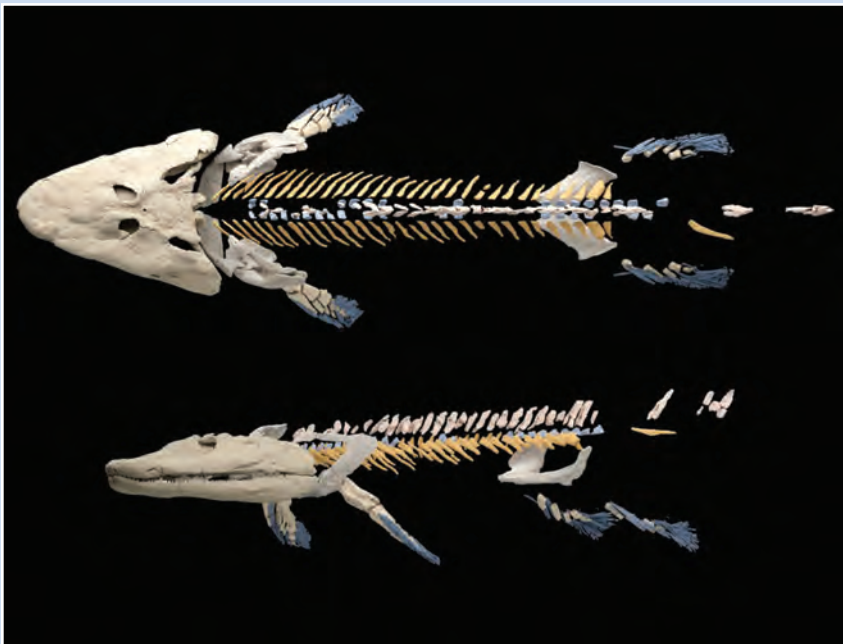


A *Tiktaalik* művészi illusztrációja (KALLIOPHI MONOYIOS ALKOTÁSA)

és csontos elemekkel csatlakoztatták azt a gerincoszlophoz, hogy a járás hatékonyabban tudjon megvalósulni.

„A *Tiktaalik* lenyűgöző abban az értelemben, hogy csontvázában felfedezhetők olyan adaptációk is, amelyek még egyértelműen a vízi életmódban segítették az állatot, ám néhány dolog már láthatóan a szárazföldi életmód kezdeti fázisára utal” – tette hozzá Stewart.

A *Tiktaalik* újonnan rekonstruált csontváza (KÉP: THOMAS STEWART)



A *Tiktaalik* leírásakor a kutatók főleg az állat impozánsabb elülső felére koncentráltak. A maradványokat kritikus aprólékosággal tisztították meg a beágyazó kőzettől. Már akkor is feltűnt, hogy a *Tiktaalik* bordái aránylag jól fejlettek és nagyok voltak, ám az, hogy ez miként járult hozzá az állat mozgási képességeihez, sokáig nem volt világos. 2014-ben, ugyanazon a lelőhelyen, ahol a korábbi maradványok is előkerültek, új kőületekre bukkantak, benne az állat hátsó részével. A paleontológusok ezeket a maradványokat is alaposan kireparálták, ezek képezték a jelen vizsgálatok alapjait.

A kutatók vizsgálatai szerint a mi medenceövíünkkel ellentétben a *Tiktaalik* hátsó végtagjai még nem fixált csontelemekkel kapcsolódtak a törzshöz, hanem minden bizonynyal lazábban, lágy szövetek által.

„Azt, hogy a *Tiktaalik* hátsó végtagjai hatalmasak voltak, már korábban is sejtettük – mondta Stewart. – Arról persze a leghalványabb fogalmunk sem volt, hogy a hátsó végtagok milyen módon álltak kapcsolatban az axiális csontvázzal. A *Tiktaalik*knak speciális bordái voltak. A bordák különböző, ligamentumnak nevezett kapcsolóelemek révén kapcsolódtak a medenceövhöz. Ez igazából nem csak szokatlan, de egyben lenyűgöző is. Ennek az állatnak rengeteg kulcsa volt a szárazföldön járás stratégiájához vezető folyosóra. Járnai biztosan nem tudott, de valahogy mégiscsak elboldogult. Ez a hal biztosan képes volt a testét hatékonyan mozgatni a hátsó végtagjai segítségével.”

Sz. M.

## KLÍMAKUTATÁS

### Ausztrál aszály

A száraz időszakok természeti, társadalmi és gazdasági következményei számottevőek. Ausztrália nagy része szárazságra hajlamos, és ennek kockázata várhatóan csak növekszik a jövőben. Hatásainak ellensúlyozása megfelelő vízmenedzsmentet és az új helyzethez való alkalmazkodást igényli – ugyanakkor az irányelvek kidolgozását némileg akadályozhatja, hogy hosszú időtávra vonatkozóan a száraz időszakok gyakoriságáról, súlyosságáról és hosszáról a szükségesnél kevesebb tudás áll rendelkezésre.

Ennek egyik oka a csapadékmérések kezdete óta eltelt idő rövidsége (Ausztráliában körülbelül 120 év),



amely során négy jelentősebb, rendszertelenül jelentkező, több évig elhúzódó szárazság mutatkozott. Ezek alapján nem lehet tudományosan helytálló módon megítélni az aszályos időszakok lehetséges maximum időtartamát vagy súlyosságát. Történeti időtávon pedig a megfigyelés rövid ideje nem teszi lehetővé, hogy az aszályok jellemzőinek teljes spektruma ismert legyen az egész kontinensre nézve. Ez a vízhasználati irányelvek kidolgozása során a szárazságok jelentette kockázat alábecsüléséhez vezethet.

A *Hydrology and Earth System Sciences* tudományos folyóiratban megjelent friss kutatás a több éven át tartó szárazságok változékonyságát vizsgálta különös tekintettel a Murray–Darling-medencére. A kutatás alapja egy, a 850–1849 közötti évekre vonatkozó aszályszimuláció volt.

Ausztrália egyik legfontosabb területe az ország délkeleti részén fekvő Murray–Darling-medence: itt található az ország legnagyobb folyórendszere és mezőgazdasági régiója. Az 1997–2009 közötti aszályos évek jelentős veszteségeket okoztak a térség mezőgazdaságának, egyúttal a magas mértékű vízkivétel környezeti károkhoz vezetett.

Az *Australian National University* kutatói vezette csoport a valós, az 1900–2000. évek közötti csapadékmegfigyelési adatokból készített összesítést, valamint már közzétett éghajlati modellek felhasználásával szimulálták az ipari forradalom előtti évezredben a szárazságok változékonyságát. A teljes adathalmazt egyesítve pedig a Murray–Darling-medence sorsát próbálták meghatározni.

A kutatók eredményei szerint a kontinens nagy részén a szárazságok nem változtak jelentős mértékben a XX. században az ipari forradalom előtti időszak modellszimulált éghajlati képéhez viszonyítva. Kézzelfoghatóbban ez annyit jelent, hogy az aszályos évek súlyossága a megfigyelések szerinti évszázadhoz képest hasonló volt a szimulált ezer évben. A szimulációk azt is megmutatják, hogy Ausztrália délkeleti és délnyugati területein a szárazságok átlagosan hosszabbak voltak, mint a megelőző ezer évben, ugyanakkor a szárazságok maximális hossza a millenniumi modellben jócskán meghaladja a XX. században tapasztalt szélsőségeket.

A számítások szerint a húsz évet meghaladó hosszúságú aszályos időszakok az ország területének természetes jelenségei lehetnek, és nem feltétlenül szükséges ezek kialakulásához emberi tényező. Egyes régiókat tekintve azonban kimutatható némi antropogén hatás. A XX. századi megfigyelések szerint Ausztrália délkeleti és délnyugati részén a szárazságok átlagos hossza és a teljes, szárazságban töltött idő nagyobb, mint a megelőző évezredben. Az ország e területei azok a vidékek, ahol az éghajlatváltozás miatt várhatóan csökken a csapadék mértéke az évszázad során.

A változásokban így a Murray–Darling-medence is érintett, ahol valószínűleg egyre kedvezőtlenebb lesz az időjárás helyzet a mezőgazdaság számára. A tapasztalati tények és a szimulációk eredményei alapján érdemes hosszabb aszályos időkre számítani, és a döntéshozói szinten ehhez megfelelő intézkedéseket tenni.

DÁVID TIBOR

# A RÉZÉRC TÖBB EZER ÉVE

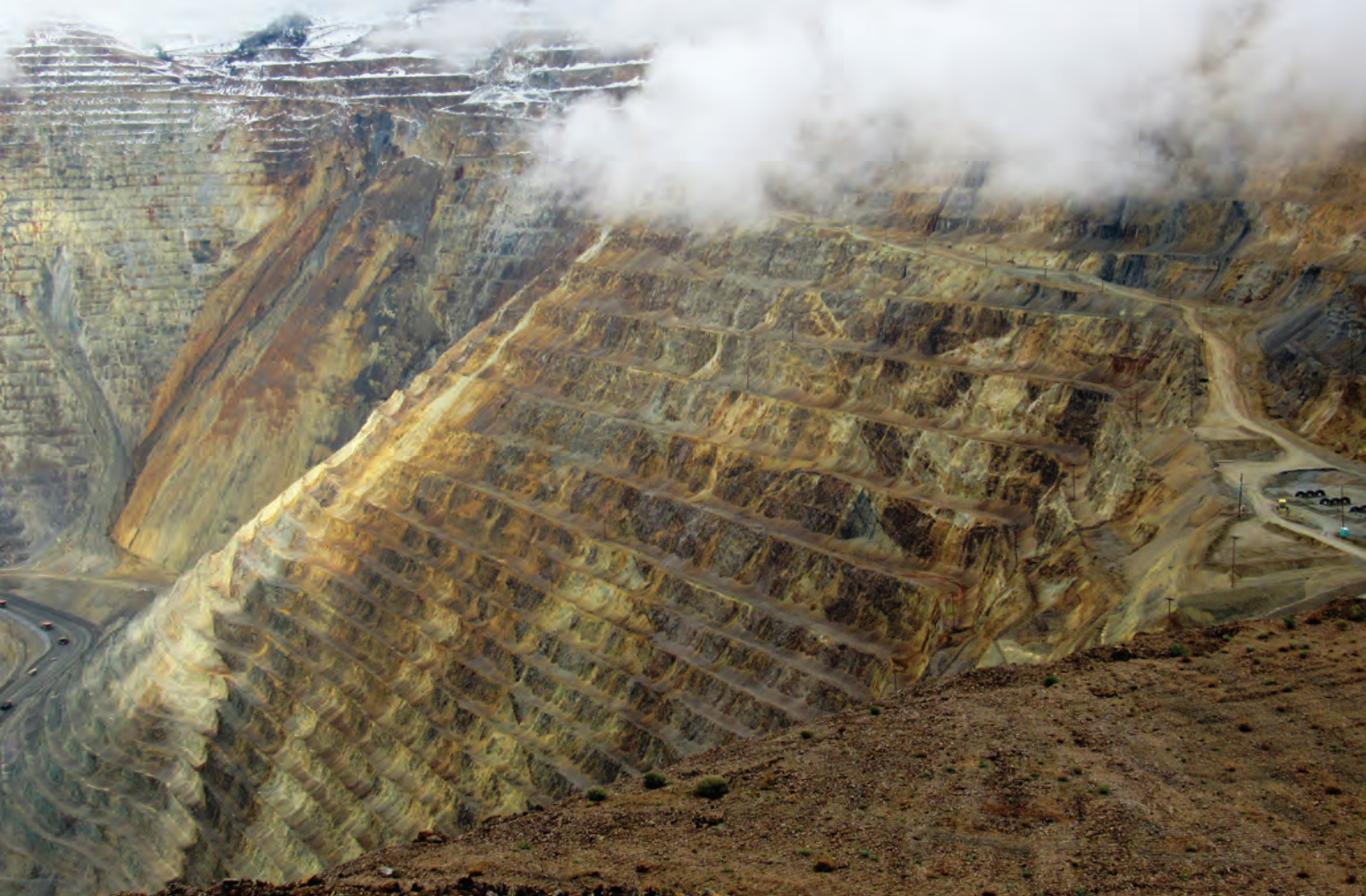
A Magyarhoni Földtani Társulat 2024-ben is meghirdette az „Év nyersanyaga” programot, melynek nyertese ezúttal a rézérc. A földtudományos ismeretterjesztés középpontjában így ez állhat, karöltve **az „Év ásványával”, a korunddal és az „Év ősmaradványával”, a gyapjas mamuttal. A rézérc méltán került a figyelem középpontjába, hiszen nemcsak a korai emberek fontos nyersanyaga volt, hanem – látni fogjuk – a modern társadalom, a felelős, környezettudatos gazdasági fejlődés sarokpontjává is vált.**

**A** gazdaság megfelelő működéséhez, az ipar fejlődéséhez, hétköznapi életünkhöz és a klímasemleges, fenntartható jövő biztosításához egyaránt nyersanyagokra van szükségünk. Ezek között kiemelhetők a fémeket tartalmazó nyersanyagok, hiszen a modern technológiák és a „zöld átmenet” nyersanyagigénye igen nagy, valamint sokféle fémre igényel. Jól mutatja ezt, hogy az elmúlt 30 évben például a vas és alumínium felhasználása megháromszorozódott, az arany, ezüst, réz, cink és ólom

iránti kereslet is jelentősen növekedett, illetve a technológiai fémek (például ritkaföldfémek, platinafémek) esetében akár teljesen új igények is megjelentek a piacon.

Bár a szükséglet egy kis részét újrahasznosításból is ki tudjuk elégíteni, nagyobb részét bányászattal lehet csak fedezni. Éppen ezért fontos szerepet kapnak a nyersanyagkutató geológusok, akiknek a feladata, hogy megtalálják azokat a területeket, ahol a különböző földtani folyamatok miatt az adott fémek jelentősen dúsultak. A földtani összefüggések, terepi,

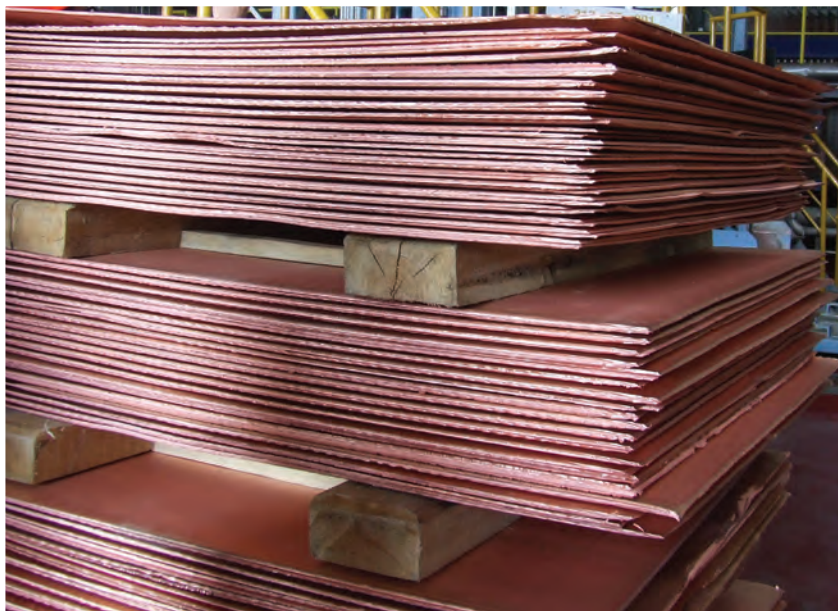
anyagvizsgáló kutatások eredményeinek ismeretében új ércesedések felfedezésével vagy korábban ismert lelőhelyek újraértékelésével segítik a bányászati szakemberek munkáját, akik modern, környezettudatos technológiák alkalmazásával tudják megtervezni a nyersanyag kitermelését, majd a terület rekultivációját. Közös érdekünk, hogy régióinkat ebből a szempontból is alaposabban megismerjük, hozzájárulva ezzel Európa nyersanyagimport-függőségének csökkentéséhez.



### Azuritból malachit

Összetételét tekintve bolygónk külső, szilárd burka, a földkéreg átlagosan 58 ppm (parts per million, milliommód rész) rézet tartalmaz, ami azt jelenti, hogy egy tonna kőzetben 58 gramm réz található. Ahhoz, hogy egy képződményt rézércnek nevezhessünk, az átlaghoz képest nagyságrendileg százszoros feldúsulásra van szükség. Az érc ugyanis olyan ásványkeverék vagy kőzet, melyben a fémek olyan mértékig dúsultak, hogy az adott társadalmi, technológiai, ipari körülmények között gazdaságosan kinyerhetők. A ma ismert technológiákkal már 0,3–2 százalékos réztartalmú érc is gazdaságosan feldolgozható, és mivel viszonylag alacsony a fémtartalmuk, ezért előbb fizikai dúsító eljárásokat (többnyire porítás után flotálást) alkalmaznak, és csak utána nyerik ki belőlük kohósítással a fémeket.

A rézércekben számos elsődleges (azaz a kőzettel vagy ércel egy időben keletkezett) és másodlagos (tehát a kőzet/érc képződése utáni átalakító folyamatok során keletkezett) réztartalmú ásvány is megjelenhet, melyeknek réztartalma akár igen jelentős is lehet. Kezdve a 100% réztartalmú termésrézzel, aztán a szulfidok (például a kalkopirit 34,5%, a bornit 63%, a covellin 66,4%, a kalkozin 79,8% réztartalommal), az arsenidek (például az enargit és a luzonit 48,4% réztartalommal), az oxidok (például a kuprit 88%, a tenorit 80% réztartalommal), a karbonátok (például a malachit 57%, az azurit 55% réztartalommal) és végezetül a foszfátok is szép



99 százalékos tisztaságú réztáblák egy bulgáriai ércfeldolgozó üzemben

(FOTÓ: B. KISS GABRIELLA)

számmal képviselhetik magukat, utóbbiakra példa az ékszerekben is használt türkiz.

Különösen a másodlagos réz-ásványokra igaz, hogy gyakran élénk kék vagy zöld színben pompázhatnak és mivel ez az ásványnak a saját színe, így elporítva festékként is használhatók. Jó példa erre a kék azurit, melynek azonban kellemetlen tulajdonsága, hogy a levegő víztartalma miatt instabillá válva zöld malachittá alakulhat, ami miatt a festmény kék színe idővel bezöldül.

### Változatos ércképződés

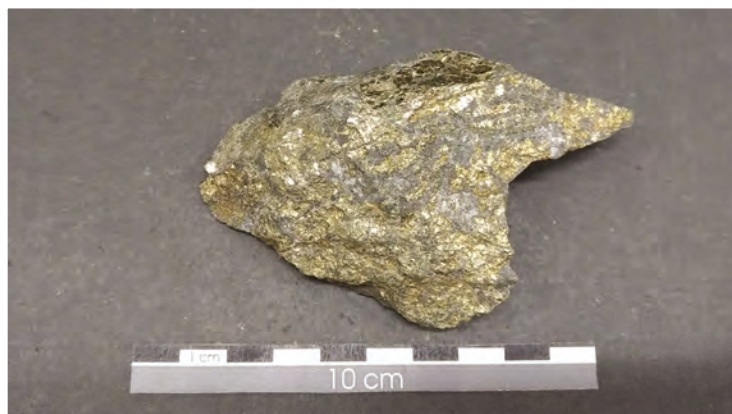
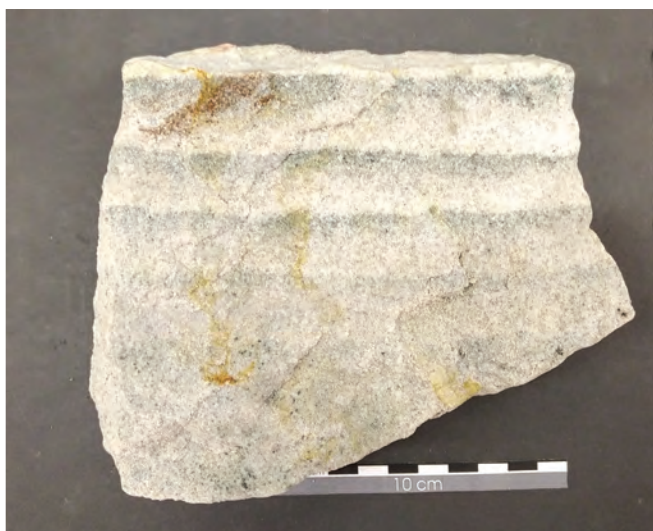
Rézércnek számos képződési környezetben, többféle földtani folyamat eredményeként létrejöhetnek. Ismerünk magmás folyamatok során, közvetlenül az olvadékból kikristályosuló ércetípust csakúgy, mint üledékes kőzetkörnyezetben vagy éppen

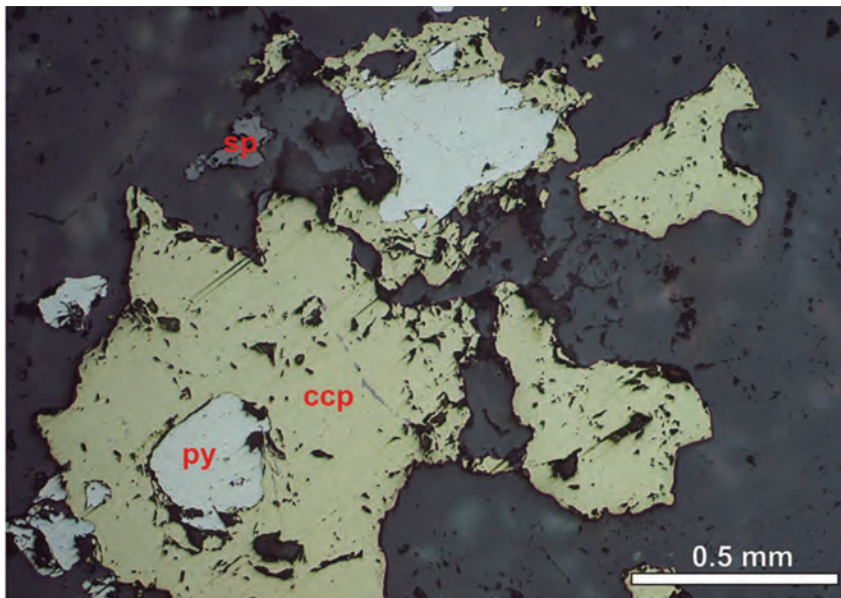
melegvízes oldatáramlási rendszerhez kapcsolódóan létrejött hidrotermás ércesedést is. A magmás ércetípusok, mint például a világhírű kanadai Sudbury, gyakran dúsultak a réz mellett más elemekben, így nikkelben és platinafémekben is. Ezen ércalkotók szintén fontos technológiai fémek. Üledékes kőzetkörnyezetben (például agyagpalában), de hidrotermás folyamatok közreműködésével jött létre Európa jelenleg legnagyobb mértékben termelt réz-ércesedése, a *réz-pala* is, mely nevét az itt említett befogadó kőzetről kapta. A hatalmas kiterjedésű érces zóna a mai Németország és Lengyelország területén található: jelentős történelmi bányászat kötődik például a németországi Mansfeldhez, míg aktív (és történelmi) bányászat folyik a lengyelországi Lubin környékén.

Kőzetpéldány egy rézpala típusú ércesedésből a lengyelországi Rudnából (FOTÓ: B. KISS GABRIELLA)

Kalkopiritet tartalmazó rézérc az északkelet-magyarországi Recskről

(FOTÓ: B. KISS GABRIELLA)





Egy olaszországi rézérc mikroszkópos képe. A kutatók a fénymikroszkópos vizsgálat során nemcsak az ércek ásványos összetételét ismerik meg alaposabban, de jobban megérthetik annak képződési folyamatát is. A képen a kalkopirit (ccp:  $CuFeS_2$ ) a piritet (py:  $FeS_2$ ) követően kristályosodott, míg a legfiatalabb ásvány a szfalerit (sp:  $ZnS$ ), amely a kalkopiritben vékony erezésként is megjelenik. (FOTÓ: B. KISS GABRIELLA)

Különböző hidrotermás érctelep-típusok kötődhetnek továbbá vulkáni és mélységi magmás kőzetekhez is, gondoljunk csak a tengeraljazati vulkanizmushoz kapcsolódó tömeges szulfidércesedésekre (lásd a

**Rézeszközök egy előkelő személy sírjában a Várna-kultúrából, Bulgáriában (Kr. e. 4500)**

(FORRÁS: MARK AHSMANN FELVÉTELE, CC BY-SA 4.0, [HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=34679282](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34679282))



*Fekete füstölők világa* című írást az ÉT/2021/45. lapszámban – *A szerk.*) vagy a lemezalábukási zónák magmatizmusával összefüggő epitermás és rézporfíros rendszerekre. A rézporfíros rendszerek a kéregben viszonylag sekély mélységben, de mélységi magmás testekhez (intrúziókhoz) kötődően alakulnak ki, míg a jellemzően felfeltűnik megjelenő szárazföldi vulkáni ívek hidrotermás rendszerei az epitermás ércesedések. E telepítusokra jó példa az északkelet-magyarországi Recsk, ahol Közép-Európa egy igen jelentős rézérc-készlete rejtőzik a felszín alatt. Bár a környéken történelmi és modern bányászat is folyt, jelenleg leginkább akadémiai kutatások színtere a *Recski Érces Komplexum*. Mindezek alapján



**Rézcsákány és -balta a Bádéni kultúrából (Kr. e. 3500-2700)**

(FOTÓ: BUDAPEST TÖRTÉNETI MÚZEUM)

tudjuk, hogy nemcsak jelentős réz-érc-, hanem ólom-cink-érc- és arany-készlettel rendelkezik ma is. A nyersanyagkutató geológusok számára külön izgalmas, hogy ezen a lelőhelyen gyakorlatilag minden olyan érctelep-típus vizsgálható, amely térben és időben, képződési folyamatában egy rézporfíros intrúzióhoz kötődik: a mélyben lévő mélységi magmás test ércesedésén túl az ahhoz kapcsolódó szkarn- és karbonáthelyettesítéses érc, valamint a felszínhez közelebbi epitermás rendszerek több típusa is megtalálható itt. Mindezen túl azonban számos további előfordulás ismert hazánkban, említhető például a Börzsöny, a Mátra és Rudabánya ércesedése vagy éppen a Darnó-hegy természetér előfordulása (lásd a *Hajdani óceán nyomai a Darnó-hegyen* című írást az ÉT/2012/27. lapszámban – *A szerk.*)

**A fejlődés nyersanyaga**

A rézet már a korai emberek is bányászták és széleskörűen felhasználták, nem véletlen, hogy az őskor egy időszakát *rézkornak* nevezték. A réz volt az első, széles körben használt fém, köszönhetően környezeti ellenálló-képességének, jó megmunkálhatóságának és viszonylag



**Rézcsákány Balatonyörökről**

(FORRÁS: BALATON MÚZEUM RÉGÉSZETI GYŰJTEMÉNY)



A chilei Escondida hatalmas rézbányája

## Combfix és kombfix

Napjainkban a nyelvek többségében az idegen eredetű szavak egyenlőek az angol szavakkal. Határozottan állíthatjuk, hogy a globalizmus eszköze az angol nyelv. Így például egy hazai multinacionális cégnél az alábbi mondat mindennapos használatú lehet: „Szükséges egy call, hogy a brief alapján eldöntsük a deadline-t, de egyelőre sok az issue.” „Szükséges egyeztetni az ügyféllel, hogy a projekt leírása alapján eldöntsük, mi lesz a munka elkészítésének a határideje, de egyelőre sok a probléma.”

Az angol eredetű szavakkal három gondunk van: a jelentés, a kiejtés és a leírás. Itt van például az egy kissé bizalmas spoileréz igénk. Az ejtéssel és a helyesírásával nincs nagy gond, gyakori, hogy s-sel írunk egy idegen szót, de sz-szel ejtjük. Azonban a jelentése nem mindenki számára nyilvánvaló: szándékosan elárulja egy könyv vagy film végét; lelövi a poént. Az idegen szavak ejtése kapcsán egy kollégám mesélt egy bájos történetet. Valakinek két (részben) magyar szóösszetétel aligha volt ismert, ugyanis az arctonik és a combfix kifejezéseket arktoniknak és kombfixnek mondta, gondolva arra a gyakori kiejtési gyakorlatra, hogy az idegen szóban a c-t k-nak ejtjük.

Az idegen szavakkal kapcsolatosan két szélsőséges vélemény alakult ki. A feltétlen purizmus hívei a nyelvtisztaságra való túlzott törekvésükkel mindent megmagyarítanának, esetenként akár a jövevényszavakat is. A másik véglet szerint nyelvünk nemzetköziesedése azzal oldható meg, ha az angolhoz igazítjuk. Mindkettő teljességgel elvetendő. Ezúttal is az arany középut járható: vegyük figyelembe a hallgató- és az olvasóközönséget, amikor ezeket a kifejezéseket használjuk, és támogassuk a magyarítások elterjedését.

MINYA KÁROLY

könnyebb elérhetőségének. Így már nemcsak dísz tárgyak készítéséhez alkalmazták, mint például az aranyat, hanem használati tárgyakat is készítettek belőle. Előbb természet, majd oxidos érceket, még később magas réztartalmú szulfidos érceket is használtak, ahogy a korabeli feldolgozási technológia fejlődött. Idővel aztán, további technológiai fejlődéssel, a még jobb ellenálló képességű bronz kiszorította a rezet „egyeduralkodó” helyzetéből.

A mai, modern gazdaság azonban szintén jelentősen támaszkodik a rézre, ami elsősorban jó elektromos vezetőképeségének köszönhető. A gazdaság fejlődésével, a zöld technológiák előtérbe kerülésével a réz iránti igény is drasztikusan növekvőben van. Jól mutatja ezt, hogy míg 1900-ban 1000 millió tonnánál is kevesebb rezet bányásztak és használtak fel világszerte, addig 2020-ra 20 000 millió (termelés) és 24 000 millió (felhasználás) tonnára nőtt (a két mennyiség közti különbség elsősorban az újrahasznosítás térnyeréséből ered). A világ legnagyobb ellátója Chile, ahonnan nemcsak a kitermelt réz 27 százaléka származik, de ott található a két legnagyobb bánya, Escondida és Collahuasi is. Szintén „top” kitermelőnek számít Peru (10%), Kína (8%), a Kongói Demokratikus Köztársaság (8%) és az Egyesült Államok (6%) is. Európaiként egyedül a 13. helyezett Lengyelország került fel a toplistára (2%), melynek termelése döntően a már

említett rézpala típusú ércesedésből származik. Mivel a gazdasági fejlődés, a társadalmi jólét – ahogy az előzőkből is láthattuk – nagy rézigényű, így az Európai Unió jócskán importra szorul. Korábban az egyik legnagyobb importőr Oroszország volt, ám mára átvette a helyét Chile és Peru.

### A kritikus nyersanyagok listáján

Az Európai Unió döntéshozói az utóbbi évekre felismerték, hogy a térség gazdasági megerősítése nagyban függ az elérhető, felelős módon felhasznált nyersanyagoktól. Éppen ezért, 2011-ben az Európai Bizottság először állapította meg a „kritikus nyersanyagok” listáját, melyben akkor 11 elem vagy elemcsoport kapott helyet. A lista – amelyet időről időre felülvizsgálunk – azon nyersanyagokat tartalmazza, melyek kulcsfontosságúak a gazdasági fejlődés szempontjából, ugyanakkor belőlük ellátási kockázat áll fenn. A legújabb, 2023-as jelentés már 34 nyersanyagot tartalmaz, köztük a rezet, és publikálásának célja, hogy serkentsen a kritikus nyersanyagokkal kapcsolatos kutatást, kitermelést, hatékony újrahasznosítást és ezekkel erősítse az európai ipar versenyképességét. Fontos szerep hárul tehát a hazai szakemberekre is, hogy jobban megismerhessük a térségünkben rejlő lehetőségeket.

**B. KISS GABRIELLA**  
ELTE TTK FFI  
Ásványtani Tanszék

# A PARKINSON-KÓR DIAGNOSZTIKAI TÁMOGATÁSA

**A technológia fejlődésével és a számítási kapacitás jelentős növekedésével ma már rengeteg termékünk használ mesterséges intelligenciával rendelkező komponenst. Találkozhatunk ezzel, amikor útvonaltervezést indítunk vagy amikor Sirivel vagy Alexával beszélgetünk. De nem hagyhatók ki innen a reklámajánlások, amik személyre szabott termékeket vagy szolgáltatásokat kínálnak a keresési előzményeink alapján, vagy éppen a ChatGPT, ami készséges társunk, ha kérdésünk merülne fel a világ nagy dolgairól. Az ilyen rendszerek listája már-már végtelen, viszont ami közös pontjuk, hogy valamilyen tanulási folyamat zajlik bennük, amely alapján megkomponálják válaszukat (válasz egy tetszőleges kérdésre, legjobb útvonal a végpontok megadásával stb.). Különböző feladatokra különböző adatkészlettel tanítják ezen algoritmusokat, amik eredményes tanulást követően akár az embernél is hatékonyabban képesek ellátni a munkát. A fent felsorolt példák mellett hasonlóan az egészségügy is igyekszik a megoldásokat felhasználni, szem előtt tartva a rá vonatkozó jogszabályokat és egyéb megfontolásokat.**

A mesterséges intelligencia (MI) fogalma 1956-ig nyúlik vissza, ami óta számos optimista és pesszimista cikluson jutott keresztül. Mára már számos típusa elterjedt, melyek közül a kapacitásalapú a legközismertebb. Ez a megközelítés három típust foglal magában, mint a gyenge, erős és szuperintelligens MI (e fogalmak nemcsak az MI kapcsán jelennek meg, de itt is alkalmazzák ezeket). Utóbbi kettő jelen ismereteink szerint csak elméleti alapon létezik. Az erős MI-rendszerekben egy tudatos entitás állna elő, ami (aki?) ugyanolyan fenomenológiai szintű, szubjektív tapasztalatokkal bír, mint az emberek. Míg a szuperintelligencia az emberi intelligenciát minden releváns területen jócskán meghaladó teljesítményt lenne képes nyújtani.

Tehát amit magunk körül látunk és használunk, az a gyenge MI kategóriájába tartozik. Azaz az ilyen algoritmusok egy specifikus feladatra betaníthatók, felülmúlva akár az ember teljesítményét az adott területen. Például gyártástámogatásban repetitív folyamatok (például selejtek kiszűrése) ellátását

gyorsabban képes elvégezni egy MI-algoritmussal rendelkező robot. Ellentétben viszont nem képes adaptívan reagálni egy új helyzetre (mint például ha kukorica helyett sebváltók kerülnek hirtelen a futószalagra).

## Mesterséges intelligencia az egészségügyben

A mindennapi teendőink elvégzésének megkönnyítésében számtalan MI támogatott eszköz vesz részt. Ezek mögött több ágazat részvevőinek megfontolása áll, mint például a pénzügy, szociológia, informatika, csupán néhányat megemlítve. E szereplők között az egészségügy is helyet kapott és igyekszik felzárkózni a többi ágazatban megfigyelt ütemes fejlődéshez. Természetesen az egészségügy innovációja lassabb, hiszen bármilyen új eljárás embereken való alkalmazása számos szabályozáshoz, illetve tesztfázis-hoz kötött. Viszont már e fázisokban is alkalmazhatók MI-algoritmusok az automatizálás, illetve a folyamatok felgyorsítása érdekében. Például egy tanuló algoritmus hatékonyan tervezhet gyógyszerhatóanyagokat, szerepe lehet a tesztfázisban résztvevők

értékelésében, majd a teszt kimeneti adatainak vizsgálatában. Egy másik, a köztudatban élenkebben jelen lévő eset a képkalkáló eljárásokkal kiegészített felvételek előzetes vizsgálata MI-algoritmusokkal. Hiszen egységnyi idő alatt több felvételt képesek részleteibe menően elemezni, mint egy több éves tapasztalattal rendelkező orvos.

Egyik oldalról egy fáradhatatlan, hatékony munkatársat tudhatunk az MI-algoritmus szerepében, mégis bizonytalanság és félelem övezheti. Ennek számos oka lehet, hiszen az algoritmusnak magának is számos pontja van, ahol hiba adódhat vagy elégtelenségre adhat okot. Viszont az egészségügyi alkalmazását kifejezetten nehezíti az MI-algoritmusok „szükszavúsága”. Azaz nem, vagy korlátozottan vagyunk képesek megmagyarázni döntésüket, ami főként az egészségügyi eseteknél különösen fontos szempont lenne. Természetesen ez nem egy eleve elrendelt hibája ezen eszközöknek. Jelenleg is számtalan kutatás zajlik olyan mesterséges intelligencia alapú algoritmusok fejlesztésében, melyek e hiányosságok kiküszöbölését célozzák.



*A futószalagon lévő termékeket válogató robotkar, ami a rajta lévő kamera (esetleg más szenzor) segítségével vizsgálja a termékeket. A képi információ alapján eldönti, hogy selejteknek számít-e az áru vagy sem. A selejteket a megfelelő módon kiválogatja.*

### A Parkinson-kór felismerésének nehézségei

Ez az egyik leggyakoribb neurológiai betegség, melynek előfordulása az idősödő korosztálynál a legjellemzőbb. Viszont kialakulásában az életkor mellett egyéb genetikai és környezeti hatások is szerepet játszhatnak. Az erre irányuló kitérített figyelem annak köszönhető, hogy jelen klinikai ismeretek szerint a betegség gyógyíthatatlan. A megfelelő terápiával és gyógyszeres vagy agyi stimulációval a betegség előrehaladottsága lassítható, illetve karbantartható.

A betegség kialakulásánál az agy dopamintermelő sejtjei pusztulnak el. A dopamin szintézise a vesékben és az agyban történik. Ez utóbbi területen ingerületkövetítő szerepet tölt be, azaz gondoskodik a neuronok közötti megfelelő kommunikációról. Emellett részt vesz a motivációban, a memóriaképzésben, a hangulat kialakításában, illetve a mozgások koordinációjában is. Ebből látható, hogy a dopamin mennyiségének csökkenése számos ponton befolyásolja az illető életkörülményeit.

A betegség előrehaladtával megváltoznak a szellemi folyamatok, problémák jelentkeznek a memóriaképzésben, szaglászomlás tapasztalható, illetve nehézségek az elalvásban. Ezeket a szakirodalom nem motoros jellegű tüneteknek nevezi. Ezek betegként változók lehetnek, illetve néhányuk része a normális öregedés jelenségének is, ezért önmagukban nehezen alkalmazhatók a diagnózis felállítására. Időben később jelentkeznek fizikailag is látható tünetek, melyek

közül a leggyakoribbak a nyugalomban jelentkező végtagremegés, a mozgások akadozó indítása, illetve izommerevség. Ezek megjelenése a beteg kórelőzményével és jelenlegi élethelyzetének felméréseivel már diagnosztikai erősséggel bírnak. A vizsgálatot végző orvos leggyakrabban szemrevételezéssel, tesztfeladatokkal igyekszik felmérni a beteg tüneteit. A dopamin előanyagára adott pozitív válasz (tünetek enyhülése) ugyancsak egy megerősítés a betegség jelenlétére.

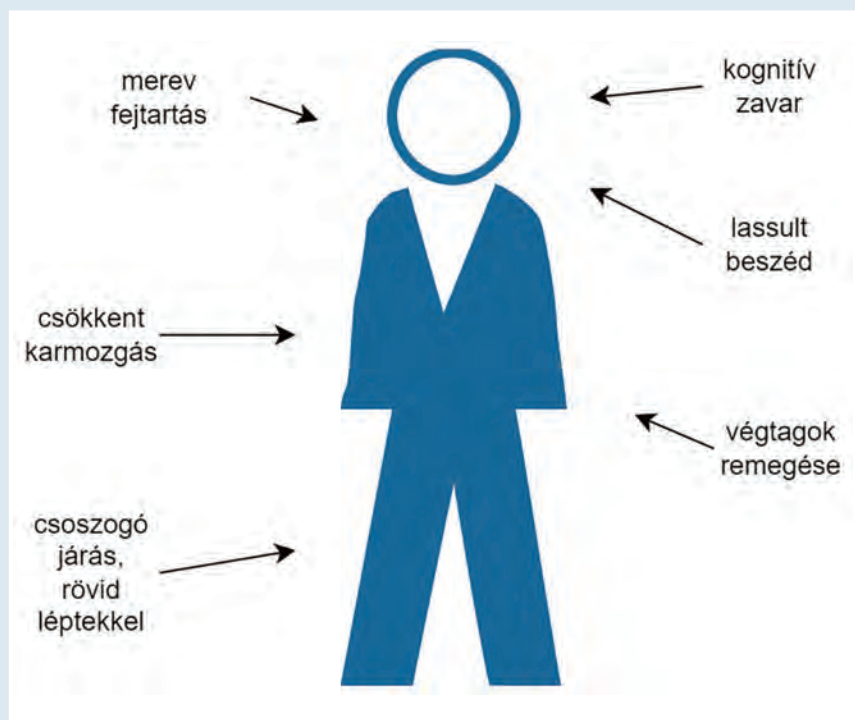
Belátható, hogy ez a diagnosztikai eljárás nehézkes és lassú lehet, hiszen az első motoros tünetek megjelenésénél már a dopamintermelő idegsejtek közel 60 százaléka elpusztul. Így a tünetek korai felismerése miatt a diagnosztika támogatása mesterséges intelligencia algoritmusokkal egy intenzív kutatási terület. Ezzel lehetőség nyílik az alanyoktól nem invazív módon mintát venni és azokat elemezve kiszűrni az eltéréseket (amik esetlegesen még szabad szemmel nem láthatók).

Kutatásom során a Parkinson-kór korai felismerésének lehetőségeit vizsgálom az alanyoktól rögzített beszéd, rajz és mozgásadatok felhasználásával. Kísérleteimet a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Távközlési és Médiainformatikai Tanszékének (TMIT) Beszédkusztikai Laboratóriumában végzem. Korábbi tanulmányomban a beszédalapú kutatást mutattam be és felvázoltam egy multimodális (különböző fajtájú felvételeket felhasználó) rendszer lehetőségét. Örömmre szolgál, hogy e rendszer működésének első változatát mutathatom be most az olvasónak.

### Egy multimodális diagnosztátámogató rendszer felé

A Parkinson-kórral kapcsolatos kutatások jelentős része a motoros tünetek felismerését célozza. Ugyanis

A Parkinson-kór jellegzetes tünetei



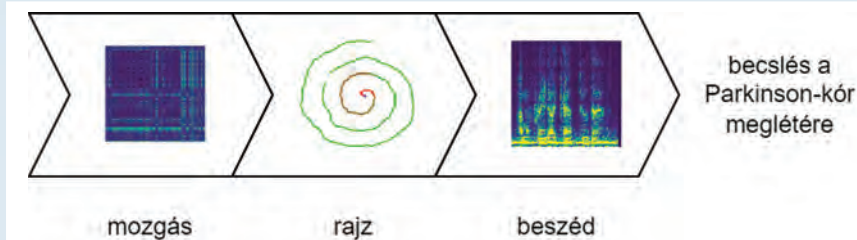
a mozgáskoordináció romlása az akaratlagos mozgások indításánál, irányultságuk megváltozásánál figyelhető meg. Például a beteg csak többszöri próbálkozás után képes egy székből felállni vagy álló helyzetből elindulni. További feladat lehet a karok kinyújtása előre és a tenyerek mozgatása vagy a végtagremegés vizsgálata nyugalmi helyzet, illetve bizonyos mozgások közben. Ilyen és ehhez hasonló mozgásfeladatok szerepelnek a vizsgáló orvos eszköztárában (például az *egységes Parkinson-kór értékelési skála*), ami alapján a tünetek felvetését végzi.

A finom motoros mozgások esetében is megjelenhetnek a jellemző tünetek. A Parkinson-kórral rendelkező személyek kézírása kuszábbá válik, a leírt betűk összetömörülnek, méretük kisebb lesz. Nehézség számukra a betűk írásának elkezdése és befejezése. Hasonlóan elterjedt vizsgálódási forma a különböző alakzatok, mint a csigavonal, egyenesek megrajzolása. Ez esetben fontos jellemző a vonalak lefutása, távolságok tartása, a rajzolás időtartama, illetve a fordulópontoknál a lassulás vagy megállás.

A dopamin csökkenésével elégtelené válik az idegsejtek közötti kommunikáció, sérül a mozgáskoordináció, ami érinti a hangszalagokat mozgó izmokat, az ajkakat és az arcizmokat, ezért a beszédképzést is közvetetten befolyásolja. Nehézzé, szabálytalanná válik a beszéd indítása, a mássalhangzók képzése, a magánhangzók kitarítása, a ritmus változtatása. Egy előrehaladottabb állapotban a suttogó beszéd is megfigyelhető.

### A készülő adatbázis és az eddigi eredmények

Valálik István idegsebészrel való együttműködés keretében 33 beteg-től volt lehetőségem mozgásfelvételeket, rajzadatokat és beszédet rögzítenem. Fontos szempont volt, hogy mindezt minél rövidebb idő alatt, a betegek legkisebb terhelése mellett végezzem. Emiatt a labor által fejlesztett *Parkinson* nevű szoftvert úgy alkottuk meg, hogy e három modalitást a beteg demográfiai adatainak felvétele mellett is 15 perc alatt elvégezhető legyen. Ehhez egy tabletet, egy mobiltelefont és egy csuklóra rögzíthető mozgásszenzort használtam.



**Az alkalmazott multimodális eljárás. Mozgásformák képi reprezentációján kapott becslések összefűzése először a rajzokon, majd a beszéden kapott becslésekkel. Az algoritmus súlyozhatja, mely feladatokat veszi figyelembe a feladatokon korábban elért becsléseken keresztül.**

Kontrollcsoportnak 47 egészséges személyt vontunk be a kutatásba. A kontrollcsoport képviselte az egészségesnek vélt emberek halmazát, amikhez képest az algoritmus a Parkinson-kór felismerését végezte.

Vizsgálatainkat a mozgásfeladatokkal kezdtük, mivel ezek voltak az alapjai a tünetek felmérésének. A mozgásfeladatok elvégzése során gyorsulásadatokat rögzítettünk egy csuklóra erősített mozgásszenzorral, ezen adathalmazokból pedig képi illusztrációkat hoztunk létre. Az így létrejött képeken, más adathalmazon előre betanított modellekkel leíró jellemzőket határoztunk meg, amiket osztályozásra használtunk fel. Az osztályozó algoritmusok becslést adtak arra, hogy az adott személy a mozgásfeladatokon keresztül Parkinson-kóros lehet vagy pedig egészséges. *Ezzel az eljárással 76 százalékos pontosságot értem el.* A pontosság a helyesen felismert esetek (például, aki egészséges volt, őt a modell is egészségesnek becsülte) arányát mutatja a teljes adatbázishoz képest.

Ézt követően az osztályozó algoritmusok becsléséhez hozzárendeltem a rajzokon elért becsléseket is, amik együttesen *81% pontosságot mutattak.* A rajzokat ugyanazon képalapú eljárással értékeltem ki, mivel ezek önmagukban képi reprezentációk. Az így meglévő eredményeket végül a beszédből származó becslésekkel egészítettem ki. A beszédet leíró jellemzőket hasonlóan egy már más adatbázison betanított jellemzőkinyerő algoritmussal nyertem ki, ezeken osztályozó algoritmusokat alkalmaztam. *Az így kapott végső eredmény 90 százalékos pontosságú volt.*

Fontos szem előtt tartani, hogy ezen eredmények egy kis elemszámú adatbázison jöttek létre, amiben a betegek

enyhe tüneteket mutattak. Viszont a pontossági értékek növekedése ígéretes. Továbbá a megközelítés abban az értelemben egyedülálló, hogy három mobilitás rögzítését egy szerénynek mondható eszközpark oldotta meg rövid idő (~15 perc) alatt. Így további kutatás tárgya a multimodális döntéstámogatás mélyebb elemzése, pontosítása, optimálisabbá tétele.

Nemzetközi szinten is zajlanak hasonló kutatások, melyek kapcsán videófelveteleket kombinálnak mozgásadatokkal, vagy éppen cipőbe helyezett nyomásszenzor adatokat rajzmintákkal. Ezek kutatása fontos célt szolgál és ígéretes eredmények láthatók. A mesterséges intelligencia közelítése a mindennapi gyakorlat-hoz és formálása az emberközpontúság felé elengedhetetlen ahhoz, hogy a társadalom életminősége növekedhessen. Optimizmusra ad okot, hogy ez a terület rendkívül népszerű és kutatók sokasága foglalkozik a technológia egészségügyi alkalmazásával, így a témához kapcsolódó kutatások száma várhatóan folyamatosan növekedni fog.

**JENEI ATTILA ZOLTÁN**

*BME VIK Távközlési és Médiainformatikai Tanszék,*

*Beszédakusztikai Laboratórium*

*A pályamunkában szereplő ábrák a draw.io és a Dall-e nevű képgeneráló mesterséges intelligencia segítségével készültek. A dokumentumban szereplő rendszer és eredményei idegen nyelvű folyóiratközleményként lesznek elérhetőek a jövőben.*

**A szerző 2021-ben a BME, a Pro Progressio Alapítvány és az Élet és Tudomány közös ismeretterjesztő cikpkampányán megosztott első helyezést ért el. Pályamunkája az Élet és Tudomány 2021/27 számában jelent meg A Parkinson-kór korai felismerése címmel.**

# EGYSZERŰBB ÉS KÉNYELMESEBB DIGITÁLIS KIFIZETÉS

Új fizetési megoldással bővült a hazai bankok kínálata áprilistól. A Magyar Nemzeti Bank által előírt új szabályozásnak köszönhetően 2024. április 1-től minden hazai fogyasztónak és vállalkozásnak lehetősége van fizetési kérelem elfogadásával, és arra válaszul Azonnali fizetés kezdeményezésével teljesíteni fizetési tranzakcióit. A fizetési kérelemmel indított átutalások a vásárlók számára minden esetben ingyenesek, míg a számlakibocsátók, kereskedők számára a jelenlegi megoldásoknál olcsóbb, kényelmesebb elektronikus fizetési alternatívát jelenthetnek.



100 éve Magyarország  
gyarapodásáért

A Magyar Nemzeti Bank (MNB) 2020 tavaszán indította el az Azonnali Fizetési Rendszert (AFR), amelynek köszönhetően az év minden napján, hétvégén és munkaszüneti napokon is a nap 24 órájában indíthatunk és fogadhatunk fizetési megbízásokat belföldön, 20 millió forintig. A tranzakció minden esetben maximum 5 másodperc alatt teljesül. Az utalások 43 százalékát az ügyfelek már a normál banki üzemidőn kívül, azaz este vagy hétvégén indítják, amely azt mutatja, hogy kihasználják az új technológia előnyeit.

A hazai Azonnali Fizetési Rendszer bevezetése nemzetközi összehasonlításban is sikeresnek mondható, amely egyrészt annak a magyar sajátosságnak köszönhető, hogy a szolgáltatást minden belföldi bank kötelezően biztosítja. Az idén áprilistól minden pénzforgalmi szolgáltatónál elérhető fizetési kérelem új, kényelmes fizetési alternatívát teremt a bolti, a személyek közötti és a számlafizetésekre is. Az új fizetési megoldás olcsó és egyszerű elektronikus elfogadást biztosít a kereskedőknek, és teljesen ingyenes a vásárlóknak. Használata biztonságos, mert jóváhagyáshoz kötött, és rendkívül gyors is, mivel a tranzakcióról másodpercek alatt visszajelzést kap mindkét fél.

## A fizetési kérelem működése a gyakorlatban

A fizetési kérelem megjelenésével a barátokkal, ismerősökkel eltöltött közös program – mint például egy vacsora, bowlingozás vagy utazás – során egyszerűen és kényelmesen szétoszthatjuk a költségeket. A fizető fél a telefonja segítségével elküldi mindenkinek a számlából rá eső részt, akinek pedig fizetnie szükséges – amennyiben rendelkezik mobilbanki alkalmazással –, kap egy fizetési kérelme érkezett üzenetet a telefonjára. Erre rákattintva, a személyes azonosítást követően, az igénylő félhez másodpercek alatt meg is érkezik a pénz.



A fizetési kérelem benyújtása nem jelent automatikus fizetési kötelezettséget a fizető fél számára, ugyanis ő eldöntheti, hogy teljesíti, visszautasítja vagy figyelmen kívül hagyja a kérelmet. Fizetési kérelmet nem csak számlaszámra, hanem a fizető fél regisztrált másodlagos számlaazonosítójára (e-mail-cím, mobiltelefonszám, adószám, adóazonosító jel) is küldhetünk. A fizetési kérelem esetén kötelezően meg kell adni a fizetési határidőt és az érvényességi időt is. Ugyanakkor a kedvezményezett nem csak magánszemély lehet, hanem közüzemi szolgáltató vagy akár vállalkozás is.

Az MNB célja, hogy megteremtse az AFR-re épülő új típusú szolgáltatások lefedettségét annak érdekében, hogy ezek teljes értékű fizetési megoldást kínáljanak minden fizetési helyzetben. További információkért látogasson el a Magyar Nemzeti Bank által működtetett Azonnali Fizetés felületre.

MNB

AHOL BÁRKI KÍSÉRLETEZHET

# BÉRLABORATÓRIUM

**Az úgynevezett bérlaboratóriumok célja, hogy lehetőséget adjanak a vállalkozóknak a különböző vegyi készítmények előállítására, így a cégeknek nem szükséges fenntartani egy komplett labort, elegendő, ha bérbé vesznek egy ilyen szolgáltatást. Cikkünkben bemutatjuk ezt a technológiai modellt.**

**M**ire jó egy bérlaboratórium? A Magyarországon üzemeltetett bérlaboratóriumok egyik példája a szigetszentmiklósi kutatóállomás. A Budapest vonzáskörzetébe tartozó kisváros az évek során kiemelt figyelmet fordított az innovációra és a kutatás-fejlesztésre, ennek részeként a település egyik fontos eleme a szigetszentmiklósi bérlaboratórium, amely lehetőségeket kínál a tudományos kutatások és fejlesztések terén, különös tekintettel az ipari szereplőkre és a helyi vállalkozásokra. A láthatóan modern és jól felszerelt létesítmény széles skálán kínál kísérletezési lehetőséget az analitikai, biológiai, kémiai és fizikai laboratóriumi vizsgálatok számára, ezt hivatottak támogatni a spektrofotométerek, kromatográfiai rendszerek,

mikroszkópok és egyéb analitikai eszközök. Vagyis a bérlaboratórium lehetőséget kínál a kutatóknak és vállalkozásoknak arra, hogy hozzáférjenek a legkorszerűbb laboratóriumi technológiákhoz és szakértői támogatáshoz, főként a termékfejlesztés céljából. Mielőtt azt feltételeznénk, hogy ide valóban bárki besétálhat, és kedvére kísérletezhet a vegyi anyagokkal, fontos tisztázni, hogy a bérbévevők a technológia és az eszközök mellett szakmai tanácsadói támogatást is kapnak, ami a gyakorlatban annyit takar, hogy szakképzett munkatársak segítik a gyártás folyamatát a tervezéstől a kivitelezésig. A bérlaboratóriumok alatt egy rohamosan fejlődő ágazatot értünk, éppen ezért érdemes megjegyezni, hogy a szigetszentmiklósi

mellett hazánkban aktívan üzemel külön biotechnológiai és orvosi kutatásokat végző bérlaboratórium, hő- és energiahatékonysági labor, kémiai és anyagtudományi labor, valamint élelmiszertudományi és élelmiszerbiztonsági laboratórium. De vajon pontosan milyen piaci szereplőknek van szükségük erre a ritka szolgáltatásra? Mindazoknak, akik vegyi anyagokat értékesítenek vagy használnak tevékenységük során, azonban nem rendelkeznek saját laboratóriummal úgy, mint például a nagyvállalatok.

## Példa a gyakorlatra

Lényeges kiemelni a szépségipart mint a bérlaboratóriumok egyik leggyakoribb megrendelőjét, hiszen a laboratóriumok nemcsak a tudományos



közösség számára nyújtanak hozzáférést a legkorszerűbb felszerelésekhez és technológiákhoz, hanem lehetőséget kínálnak az ipari szereplők számára is. Többek között ilyen a Naturiti néven ismert vállalat, melynek társalapítója, Nagy Krisztina személyes példáján keresztül betekintést enged abba, hogy megrendelőként milyen módon él a bérlaboratóriumok nyújtotta lehetőségekkel, amelyek kiemelt fontosságúak ezen a területen. A vállalat számára a szerződött labor lehetővé teszi a termékfejlesztést, kezdve a tervezéstől a gyártásig a szigorú minőségellenőrzési folyamatokig. Erre pedig óriási szükség van manapság, amikor a verseny egyre élesebb. A szakértő elmondása szerint a bérlaboratóriumban való munka előfeltétele a hatékony és biztonságos termékfejlesztésnek. „Kezdetben sokan háziilag kísérletezünk, de ez csak korlátozott lehetőségeket kínál a valódi termékfejlesztésre, amellyel kitűnhetünk a piaci szereplők közül. A laboratóriumi fejlesztés lehetővé teszi számunkra, hogy magasan képzett szakemberek segítségével kifejlesszük és optimalizáljuk a termékeket, ezáltal biztosítva a termékek maximális hatékonyságát és biztonságát.” Jelen esetben bőrápoló termékekre kell gondolni, amelyek használata manapság nélkülözhetetlen a bőr egészségnek megőrzése érdekében. Az adott termékek érdekessége, hogy a legérzékenyebb bőrterületen is biztonságosan alkalmazhatók, ehhez azonban megfontolt szakértői tudásra volt szükség a gyártó oldaláról. „A fejlesztés után a termék átfogó tesztelésen megy keresztül, amelynek során egyebek között a termékek állagát és az összetevők stabilitását vizsgáljuk. Ennél a fázisnál fontos, hogy a tesztelés a végleges csomagolásba töltve történjen, hogy az összetevők reakciója a csomagolóanyaggal is felmérhető legyen” – magyarázza Nagy Krisztina, ezzel válaszolva arra, hogy a bérlaboratóriumokban valóban az utolsó lépésig mindenben segítenek a megrendelőknek, ide értve a késztermék csomagolását, legyen szó újrahasznosított műanyagról vagy üvegről.



### Mérnöki pontosság az előgyártás során

A gyártási folyamatot szigorú ellenőrzés kíséri. Mint kiderül, a bérlaboratóriumokban zajló gyártás a GMP-szabványoknak megfelelően történik. „A fejlesztés után a termék egy 90 napos ellenőrző folyamaton megy keresztül. Különböző hőmérsékleten teszteljük az állagát illetve az összetevők stabilitását. Így egy centrifugában is, ahol nagyon gyorsan kiderül, ha az alkotóelemek »mégsem szeretik egymást«. Ez a tesztelés már a végleges csomagolóanyagba töltve történik, hiszen elméletben előfordulhat, hogy egyes összetevők rosszul reagálnak a csomagolóanyagra. A folyamat során többszörös mikrobiológiai vizsgálatot végzünk a laboratóriumban,

hogyan kiszűrjük az esetleges biológiai szennyeződések.” Amennyiben a gyártók a tesztelés során bármilyen problémát tapasztalnak, alapos felülvizsgálat után módosítanak a receptúrán, majd egy kilencven napos tesztelési folyamat kezdődik.

Mielőtt a bérlaboratóriumban kezdetet venné a végleges gyártás, a termék úgynevezett „félüzemi gyártás”-ba kerül, ahol kisebb mennyiséggel tesztelik le az adott terméket. A mikrobiológiai vizsgálat természetesen ezen a ponton sem maradhat el. A próbagyártás után sor kerülhet a tényleges gyártásra, ami egy szigorúan ellenőrzött üzemben, az MSZ EN ISO 22716:2008 szabvány szerinti helyes gyártási gyakorlat (GMP) szerint történik. A GMP egy olyan





XIX. századi laboratóriumi ábrázolás

minőségbiztosítási rendszer, amely biztosítja a gyártási folyamat megfelelő nyilvántartását, és ezért garantált a minőség. Ez egy nemzetközi szabvány, és az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) is jóváhagyta.

A bérlaboratóriumok tehát nemcsak a termékfejlesztés és gyártás terén nyújtanak kiemelkedő szolgáltatásokat, hanem biztosítják a termékek magas minőségének fenntartását is, megfelelően a legmagasabb iparági szabványoknak és előírásoknak. Adott esetben a kozmetikumok fejlesztése terén végzett munkájuk kulcsszerepet játszik a piaci versenyben és a fogyasztók elégedettségében.

### EU-s szabvány a laboratóriumi gyártásban

Az úgynevezett európai szabványügyi testület felel azért, hogy a kereskedelemben kerülő termékek ne okozzanak egészségügyi kockázatokat a felhasználók vagy fogyasztók számára. Habár a fent is említett szabvány alkalmazása nem kötelező, de a kívülvilág számára bizonyítja, hogy a termékek vagy szolgáltatások megfelelnek a minőségi előírásoknak. Ez a szabvány kimondottan a kozmetikai iparra összpontosít, szabályozza a termelést, tárolást, csomagolást, tesztelési és szállítási folyamatokat, kutatást és fejlesztést, kész kozmetikumok forgalmazását, a gyártó munkavállalók biztonságát és a környezet védelmét. A szabvány

nemcsak a termékkritériumok és követelmények alkalmazását biztosítja az áruk előállítására, hanem lehetővé teszi a gyártó számára az ellátási lánc minőségi és biztonsági követelményeinek kezelését, valamint a kozmetikumok veszélyeinek és kockázatainak figyelemmel kísérését. A gyártási folyamat során ismételt mintavétel és mikrobiológiai vizsgálat történik. A levett mintát a gyártást követő egy évig szobahőmérsékleten tárolják és őrzik.

Összességében tehát a bérlaboratóriumok vállalkozóknak és ipari szereplőknek egyaránt lehetőséget kínálnak a korszerű technológiák és szakértői támogatások igénybevételére anélkül, hogy saját laboratóriumot kellene fenntartaniuk. A bérlaboratóriumi szolgáltatás gyakori példáján keresztül láthatjuk, hogy a modern és jól felszerelt létesítmények széles skálán kínálnak kísérletezési lehetőségeket a laboratóriumi vizsgálatok terén. A gyártási folyamat szigorú ellenőrzés mellett zajlik, megfelelően a GMP szabványoknak, és az európai szabványügyi testület biztosítja, hogy a kozmetikai termékek megfeleljenek a minőségi előírásoknak és ne okozzanak egészségügyi mellékhatásokat. Így a bérlaboratóriumok nem csupán segítik a termékfejlesztést és gyártást, hanem biztosítják a termékek magas minőségének fenntartását is, hozzájárulva a piaci versenyhez és a fogyasztók elégedettségéhez.

VERMES NIKOLETT

# ŐSÁLLATOK ÉS BÁNYAJÁRATOK

2024. március 20-án Komló város Önkormányzatának meghívására közéleti személyiségek, valamint tudományos kutatók, egyetemi oktatók és tudományos újságírók gyűltek egybe a dél-magyarországi településen a Komlóverzum Látogatóközpont átadó ünnepségére.

**K**omló a térségi fejlesztési igények támogatását célozva nyert jelentős összegű kormányzati támogatást a Városi Könyvtár és Muzeális Gyűjtemény új látogatóközponttal történő fejlesztésére. A beruházás eredményeképp létrejött nívós kiállítóhely átadójának nyitányként Steinerbrunner Győzőné intézményvezető, valamint Polics József polgármester köszöntötte a résztvevőket, kiemelve, hogy a város nem felejté el múltját, ugyanakkor egy jövőbe tekintő településimázt formál. Ünnepi beszédében Dukai Miklós, a Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztérium önkormányzatkért felelős államtitkára ugyancsak kiemelte a szénbányászati örökséget; Hoppál Péter, a térség országgyűlési képviselője pedig a helyi beruházási csomag koronájaként tett említést a Komlóverzumról. Steinerbrunner Győzőné az intézmény és az annak helyt adó épület történetét ismertette, melyet Dallos Tamás komlói plébános áldott meg, majd gyimesi népdalok csendültek fel.

A környék földtani gazdagságát kihangsúlyozó tárlatvezetésen Bujtor László, az egri Eszterházy Károly Katolikus Egyetem docense mutatta be a korszerű, audiovizuális elemekkel átszőtt Látogatóközpontot. A résztvevők elsőként tekinthették meg az őssallatok rekonstrukciót és fellelt fossziliákat; a bányajaratot szimbolizáló folyosó mentén az egykori tárókban folyó kitermelés ereklyéit és a valamikori bányászlakások

## A Komlóverzum Látogatóközpont megnyitása

(FOTÓ: REZSABEK NÁNDOR)



Kordos László előadása a megnyitón

(FOTÓ: REZSABEK NÁNDOR)

enteriórját; jégkorszaki ősemberbarlangot, méretarányos mamuttal és elejtőivel.

A megnyitőünnepség ezt követően tudományos konferenciával folytatódott. A Komlóverzum projekt „motorja”, Pap Norbert geográfus-történész levezető elnök felvezetése után Polics József köszöntőjében örömmel jegyezte meg, hogy az intézmény innen már a látogatókat várja, és a világszínvonalú projektet a téma legkiválóbb szakemberei kiviteleztek. Gábel Róbert biológus, a Pécsi Tudományegyetem korábbi rektora megnyitójában egyes kulcsszavak mentén elemezte

a beruházást, aminek végcélja egy élhető város létrejötte; Pap Norbert pedig örömet fejezte ki, hogy a projektben érdekelt remek szakmai csapat teljes egészében képviseltette magát a konferencián. Ezután az esemény „karmestere”, Bujtor László *A Mecsek hegység térben és időben; Különleges környezetek, ritka élőhelyek, kiemelkedő földtani értékek* címmel tartotta meg nyitóelőadását, kihangsúlyozva a Tisza-Dácia nagyszerkezeti egység vonatkozásában a Mecsek környékének egykori mikrokontinens jellegét. Kordos László paleontológus az általa leírt Komlosaurus tudnivalóival lépett a pódiumra; Maria Barbacka paleobotanikus *A lenyűgöző Komlopteris* címmel prezentált; míg Segesdi Martin geológus a triász őshüllők világát idézte meg.

A szünetet követően Virág Attila paleontológus a Mecsek mezőin, a mai Baranya megye területein egykor letelepedő mamutokról; Majdán Mira régész-muzeológus a Kárpát-medence mamutvadászairól, a Gravetti kultúráról beszélt. Gyenizse Péter geográfus (Kitanics Máté geográfus-történésszel és Ács Marianna művelődéstörténésszel közös előadásanyagával) településföldrajzi vizekre evezve *Komló, a hirtelen nőtt város* címmel prezentált. Gonda Tibor közgazdász (Csapó János geográfus és Raffay Zoltán geográfus társszerzőségével) a turizmusról mint termékről; ilyen tekintetben a Komlóverzum lehetséges szerepéről; valamint térségi geopark esetleges létrehozásáról beszélt. Pirisi Gábor geográfus Komló rebranding-folyamatát, a város új arculatát taglalta. A színvonalas program levezető elnöki és a polgármesteri zárszóval ért véget. A Komlóverzum Látogatóközpont március 26-tól várja látogatóit Komlón, a Városház tér 1. alatt. További információk az intézmény honlapján és közösségi média felületein érhetők el.

REZSABEK NÁNDOR

# MÁGNESES NULLTÉR AZ ÜSTÖKÖSNÉL

a hét kutatója

**Éppen 20 éve annak, hogy az Európai Űrügynökség űrszondája, a Rosetta útnak indult és 10 évvel ezelőtt ért céljához, a 67P/Churyumov-Gerasimenko üstököshöz.**

**A jelentős magyar közreműködéssel készült űreszközzről és eredményeiről többször beszámoltunk annak idején.**

**De még ennyi idő múltán is dolgoznak a szakemberek a program során gyűjtött adatokkal. Köztük van Timár Anikó geofizikus, a HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont tudományos munkatársa, aki az üstökösnél kialakult diamágneses üregek vizsgálatával foglalkozik. Ezekben a**

**természetes módon kialakult régiókban abszolút nincs mágneses tér. A téma azért is érdekes, mert nemrégiben készült el az első olyan kísérleti laboratórium Magyarországon, amelyben majdnem nullára tudják csökkenteni a mágneses tér értékét. A fiatal szakemberrel arról beszélgettünk, hogy az üstökösnél miként jönnek létre ezek az üregek, hogyan vizsgálják őket, és miért fontos ezek kutatása.**



– **Honnan jött a geofizika és az űrkutatás iránti érdeklődése?**

– Nem igazán azt képzeltem el gyerekkoromban, hogy kutató leszek. Mindig úgy dőlt el, mit fogok tanulni, hogy éppen mi érdekelt a legjobban. Szerettem a földrajzot, a matekot, a fizikát, így lettem geofizikus. Az ELTE-re jártam és amikor MSc-re jelentkeztem, akkor indult el harmadszorra az egyetemen az űrkutató-távérzékelő szakirány. Mivel a világűr sokkal érdekesebbnek tűnt számomra, mint a földfelső, ezért választottam ezt a területet. Már MSc-n is Németh Zoltán, a mostani csoportvezetőm volt a témavezetőm, és az akkor épp a Churyumov-Gerasimenko üstökös körül keringő Rosetta űrszondával foglalkoztunk. Leginkább az fogott meg a témában, hogy ez volt az első olyan űrszonda, ami pályára állt egy üstökös körül, és több évig folyamatosan vizsgálta azt.

Tehát olyasmit kutathattam, amit más addig még nem. Végül az üstökös diamágneses üregét kezdtük vizsgálni, és vizsgáljuk ma is.

– **Mik ezek az üregek és hogyan jönnek létre?**

– Az egész Naprendszer kitölti a napszél, vagyis a Napból folyamatosan áramló részecskesugárzás, amibe bele van építve a Nap mágneses tere is. Mi itt a Wignerben azt vizsgáljuk, milyen kölcsönhatásban van a napszél az égitestek magnetoszférájával. A Nap közelében a napsugárzás melegítő hatására az üstökösmagból kiáramló anyag hozza létre a látványos kómát és csóvát. Ez az anyag, megfelelően nagy üstökösaktivitás mellett, kisöpri a napszél anyagát és mágneses terét az üstökös környezetéből. Mivel az üstökösmag nem mágneses, itt egy olyan régió fog kialakulni, ahol nincs mágneses tér. Ezt hívjuk az üstökös

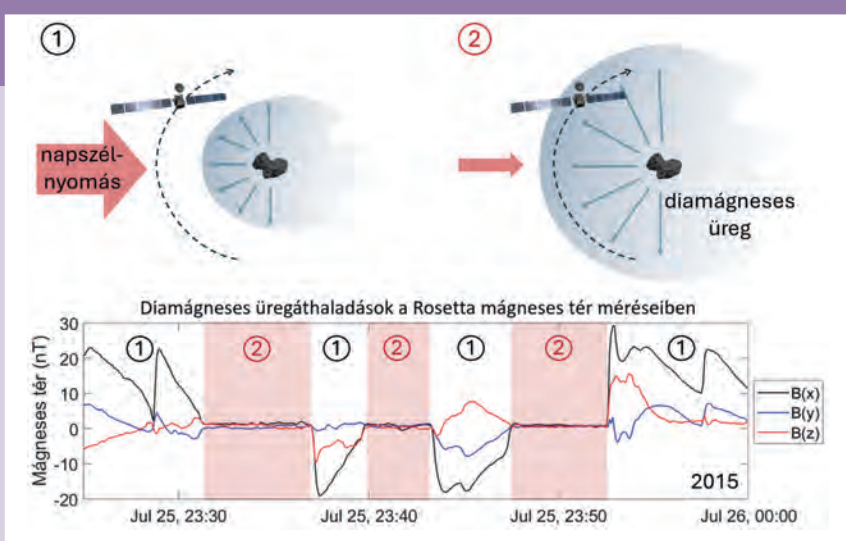
diamágneses üregének. Ezek az egyetlen ismert és természetes módon kialakuló régiók a Naprendszerben, ahol nulla a mágneses tér. Az első ilyen üreget a Giotto űrszonda fedezte fel a Halley üstökösnél 1986-ban, a másodikat pedig a Rosetta a Churyumov-Gerasimenkonál, 2015-ben.

– **Halley magja körülbelül négyszer akkora, mint a Csurinak is becézett üstököse. Ez a különbség jelen van az általuk létrehozott üregek között is?**

– A Halley valóban nagyobb méretű és nagyobb aktivitású üstökös, tehát sokkal nagyobb mértékben szabadul ki belőle az anyag. Több mint 8000 kilométer átmérőjű üreget hozott létre, legalábbis ott és akkor, amikor a Giotto megközelítette. A Halley kómájában a napszéllel való kölcsönhatás kicsit más volt, például hatékonyabban ki tudtak alakulni olyan hullámjelenségek, amik a 67P-nél nem. A Halley-nél ezek a hullámjelenségek

lelassították és felmelegítették a napszelet az üstökös előtt. A Csurinál kevesebb hullámjelenséget tapasztaltunk, mivel a kóma mérete nem volt elegendően nagy a kialakulásukhoz, viszont érdekes módon a napszél inkább kikerülte az üstökös magot. A Giotto két perc alatt átszárguldt az üregeken, tehát nem volt túl sok ideje tanulmányozni azt. A Rosetta viszont két évig keringett a 67P körül. Először nagyjából száz kilométerre az üstökös magtól lépett be a diamágneses üregbe, amit úgy vettek észre, hogy körülbelül 20 percre nullává vált az űrszonda által mért mágneses tér. Ekkor kapcsolódottunk be mi is ebbe a kutatásba. Az MSc-s diplomamunkámban a Rosetta adatai alapján elkezdtem keresni az üreg-áthaladásokat. Kiderült ugyanis, hogy a szonda nem csak egyetlen alkalommal lépett be az üregbe. Viszont kihívtást jelentett, hogy az űrszondában folyó áramok mágneses teret generálnak, ezek miatt a Rosetta magnetométere mágnesesen rettenetesen szennyezett volt, nehezen lehetett észlelni ezeket a rövid, pár perces áthaladási eseményeket. Mi a mágneses tér mérések mellett a plazmajeleket is felhasználva találtunk több mint 100 eseményt, ez volt az alapja az első szakcikkemnek is. Aztán összevetettük az üstökös gáztermelési rátájának mértékét a külső napszél nyomásának mértékével, és megnéztük, hogy milyen állapotok mellett találunk üregáthaladásokat a Rosetta méréseiben. A legfontosabb következtésünk az volt, hogy az üreg nagyon dinamikusan, nagyon rövid időskálán képes nagyon gyorsan megnőni és összehúzódni, leginkább a külső napszél nyomásának gyors változásai hatására. Tehát az üreg kiterjedése tulajdonképpen légzésszerűen változik,

**A 67P/Churyumov-Gerasimenko üstökös a Rosetta fényképén**  
(ESA/ROSETTA/NAVCAM)



**A diamágneses üreg kiterjedése légzésszerűen változik az üstökös aktivitás és a külső napszélnyomás egyensúlyának függvényében a Rosetta magnetométere adatai alapján**  
(ESA/ROSETTA/RPC/MAG, A SZERZŐ SZERKESZTÉSÉBEN)

és ez okozza azt, hogy a Rosetta csak időnként tartózkodik az üreg belsejében. Mikor újrakalibrálták az űrszonda mérési adatait, könnyen megfigyelhető volt, mikor haladt épp az üregben. Utána már több mint 600 áthaladási eseményt észleltek.

**– Tehát más típusú üstöteknél nem is jönnek létre diamágneses üregek?**

– Jó kérdés. A Vénusznak és a Marsnak például az üstökösökhöz hasonlóan nincs belső magnetoszférája, légkörük az üstökösök légkörével ellentétben a bolygóhoz van kötve gravitációsán, tehát nem áramlik ki. Ugyanakkor a légkörük tetején kialakul egy ionoszféra, ami ellentart a napszélnek, viszont az sem áramlik kifelé, ezért a napszél mágneses tere nagyon lassan, de mégiscsak be tud hatolni. Mesterségesen viszont alakítottak már ki diamágneses üreget a földi magnetoszférában is. Ezekben a kísérletekben általában egy báriumfelhőt fűjnek szét, ami rövid ideig képes kiszorítani magából a földi mágneses teret. Ezzel tulajdonképpen egy mesterséges üstökösöt hoznak létre a Föld magnetoszférájában.

**– Érdekes még új információk után kutatni a Rosetta régi adataiban?**

– Új információkat mindig lehet találni, még mostanában is sok cikk jelenik meg a Rosetta adataiból. Jönnek új feldolgozási módszerek is, amikkel érdemes a régi adatokat átvizsgálni. Esetünkben igazából még a diamágneses üreg kialakulásának módját is lehet pontosítani. Korai modellek szerint a Rosettánál nem is alakulhatott volna ki a diamágneses üreg – ezért volt akkora meglepetés, mikor mégis felfedezték.

Az általunk használt modell viszont mégis pontosan írja le a diamágneses üreg kiterjedését. Vajon miért? De sok más bizonytalanság is van, amelyek nem lettek tökéletesen megmagyarázva. Az üstökös környezetének külső területeit például szinte egyáltalán nem térképezte fel a Rosetta. Arra, hogy ezekben a külső régiókban milyen folyamatok játszódnak le, csak az üstökös-magközeleli mérésekből következtethetünk, ez viszont hosszú fejlődést igényel. Engem az ilyesmi érdekel a legjobban.

**– Gondolom újabb, pontosabb helyszíni mérésekre is szükség lenne.**

– Így van, különösen azért, mert ugye a Rosetta adataiból nem is lehet mindent kiolvasni. Azért még Rosettáznunk, de kicsit már áttértem a napszeles témák irányába. Most épp egy olyan modellt készítettem, ami a Nap felszínéről készült magnetogramokból indul ki, és abból jósolja meg 3D-ben a napszelet a Naprendszerben. Leginkább az együtt forgó kölcsönhatási tartományokat próbáljuk vele előre jelezni. Ezek megnövekedett sűrűségű régiók a napszélben, amelyek együtt forognak a Nappal, ezért periodikusan vissza tudnak térni a Föld környezetébe. Én egy viszonylag egyszerű ballisztikus modellt használtam, ami csak a Nap forgását, és a napszél sebességét veszi figyelembe, de meglepően pontosan bizonyultak az előrejelzések. Léteznek sokkal bonyolultabb magnetohidrodinamikai modellek, amelyek még a mai számítógépekkel is nagyon lassan tudják ugyanezt kiszámítani, viszont a pontosságuk eléggé hasonló az én modellemhez.

**TRUPKA ZOLTÁN**

# ÜREGEK ÉS KRISTÁLYOK

Ha a Föld napján földtudománnyal kapcsolatos kirándulást tennénk, ma már számos remek program, séta, tanösvény közül válogathatunk. Szóba jöhet Ipolytarnóc, a Ság-hegyi geológiai tanösvény, vagy mehetünk valamelyik vulkanikus területünket bemutató programra is, például a Kemenes vulkánparkba. Ezúttal azonban egy kevésbé felkapott tanösvényt mutatunk be, amely ugyanakkor igen **látványos geológiai formákat mutat meg – és nagy előnye, hogy a fővárosból nagyon könnyen elérhető. Elég a Batthyány térről induló HÉV-re felszállnunk, és pár megálló múlva már ott is vagyunk** a Róka-hegyi tanösvény kezdeténél.

**A** Csillaghegy megállónál leszállva már látszik is a házak felett a felhagyott kőbánya, az egykori tájseb, amely azonban ma már védett természeti érték. A látványos sziklák felé haladva eltévedni sem tudnánk, de megkönnyíti az odatalálást, ha követjük a piros jelzést. Túránkat kezdhethjük a hegy tetején, a bányá legfelső udvarában – hivatalosan ott található a tanösvény első állomása –, de mivel az információs táblák tartalma nem épül egymásra, mehetünk egyenesen az alsó udvar felől is. A kaptatót úgysem ússzuk meg ilyen meredek sziklakkal tarkított helyszínen... Igaz, a valódi mászás a bányát gyakorlóterepnek használó mászóknak van fenntartva – bár az ő terepük csak a legfelső szint, csak az itt kiépített mászó pályákon gyakorolhatják tudásukat, az összes többi bányaudvart még tőlük is védik.

De miért olyan védett, értékes ez a terület? Az itteni mészkövet valószínűleg már a rómaiak is bányászták – Aquincum építéséhez használták az itt bányászott anyagot – aztán a XIX. század végén úgy fellendült a kitermelés, hogy vasutat is építettek a bányához, hogy jobban tudják



*Lépten-nyomon megfigyelhetők a kalcitkristályok*

szállítani az itt kitermelt köveket. Az anyagot aztán – többek között – a Palotanegyed építésénél használták fel. Az 1940-es években zárták be végül a bányát – onnantól kezdte újra birtokba venni a természet.



**Csodálatos kilátópontokat találhatunk a tanösvényen**

Az itt zajló szukcessziós folyamatok azok, amelyek ezt az élőhelyet olyan különlegessé teszik.

Nyílt sziklagyeppek, sztyeppréti társulások jelentek meg az egykori bánya területén, az egykori csupaszzsiklákön. A pionír társulások helyét fokozatosan veszik át a gyepes, cserjés élőhelyek, végül pedig zárt tölgyesek alakulnak ki – ezt a folyamatot lehet megfigyelni a kőfejtőben. Ennek köszönhetően nagyon változatos az élővilág, a mintegy 20 hektáros védett területen 300 növényfaj található meg – ebből 20 védett, köztük például a bíboros kosbor, a budai imola vagy a magyar repcsény és a vetővirág. A legnagyobb botanikai érték pedig a gyapjas gyűszűvirág.

Természetesen az állatvilága is igen érdekes a területnek – a tanösvény alkotói például egy egész információs táblát szenteltek az itteni gyíkoknak, amelyek előszeretettel sütkéreznek a sziklákön – a bányában sétálva lépten-nyomon hallhatjuk az árnyékunk elől menekülő hüllők neszezését... Az ökológiai szereptükről és táplálékláncban betöltött szereptükről is sokat tudhatunk meg, ha figyelmesen olvassuk az ösvény színes képekkel bőven illusztrált tábláit.

A legkülönlegesebb azonban a hely geológiája. Ritka, hogy belátunk a Föld belsejébe, abba, hogy mi van a talpünk alatt. Ebben segítenek az olyan mesterséges feltárások, amellyel itt is találkozhatunk – az évszázados kőfejtés eredményeképpen feltáruulnak a rejtett geológiai titkok. A Róka-hegy legnagyobb részt dachsteini mészkőből áll. A szépvölgyi mészkő és sárga színű budai márga formációk tektonikus érintkezései is



**Izgalmas, bár nem könnyű sétaterp (A SZERZŐ FOTÓI)**



▲ **A meredek részeken a védőkorlát az egykori kisnyomtávú vasút síneleleit felhasználva készült**

▼ **A szikla néhol lyukas sajtra hasonlít**



megtalálhatók az egykori bányaudvarokban, valamint számtalan nyomát találhatjuk a törésvonalak mentén felfelé áramló hévíz, valamint a fentről leszivárgó vizek nyomainak. A kiváló kalcitkristályok az alulról feltörő hévízhez köthetők, míg a kioldott kőfűlkék, barlangok a fentről érkező víz oldó hatásának köszönhetőek. A kisebb nagyobb-üregek igen feltűnőek – a legnagyobb itteni barlang a Róka-hegyi barlang 87 méter hosszú, de a kisebbek is nagyon érdekes formákat mutatnak – valamint behúzódva a nagyobbakba kellemes, hívős árnyékot, védelmet adnak a sziklákra tűző Nap elől.

A Róka-hegy, bár meredek, de igen jól kiépített. A látványos kilátópontokra jelzéssel és korláttal ellátott utak visznek, az 1990-es években lefektetett lépcsők teljesen jó állapotban vannak, és több helyen is kiépített ebédelőhelyek, padok, sőt, tűzgyűjtőhelyek várják az erre kirándulókat, sétálókat, piknikezőket. A tanösvény nyolc állomása mellett telefonnal leolvasható QR-kódok is várják a felfedezőket – többek között virtuális pecséteket gyűjthetünk segítségükkel.

Bár a város körbeöleli ezt a különleges természeti gyöngyszemet, de – talán a meredek ösvények miatt – nagy tömeg sosincs, bár természetesen mindig vannak, akik kíváncsiak az itt fellelhető szépségekre. Aki még nem járt erre, annak a Föld napja kiváló ürügyet ad, hogy felkeresse ezt a sok szempontból egyedülálló geológiai érdekességeket rejtő tanösvényt.

**PÁSZTOR PÉTER**

# ét GALÉRIA

ÉLET ÉS TUDOMÁNY KÉPEKBEN



1



2

**R**obban a tavasz. Mintha egyszerre lenne március, április, május – sőt már a nyár eleje. Igaz, talán azért is lehet ez az érzésünk az ÉT-Galériánkba küldött olvasói képeket nézegetve, mert térben és időben távoli pillanatokat látunk egymás mellett. Az ezeken a lapokon megjelenő fotók az ország különböző pontjain, ráadásul akár több hét különbséggel készülhettek – ezért is lehet, hogy úgy tűnik, „összecsúsznak” az évszakok.

Az is tény viszont, hogy a hirtelen erős felmelegedés miatt a valóságban is felgyorsultak kicsit a természetben a folyamatok. Ez igaz hazánkra is, de akár globálisan is. Hogy mit hoz a jövő – majd meglátjuk. A képekben gyönyörködve viszont megállapíthatjuk, hogy egyhangúságról semmiképp sem beszélhetünk: olvasóink fotógépjeinek lencséin keresztül mindig más és más oldalát csodálhatjuk meg a változásban és állandóságban is ezerarcú természetnek.

P. B.

## KEDVES OLVASÓNKI!

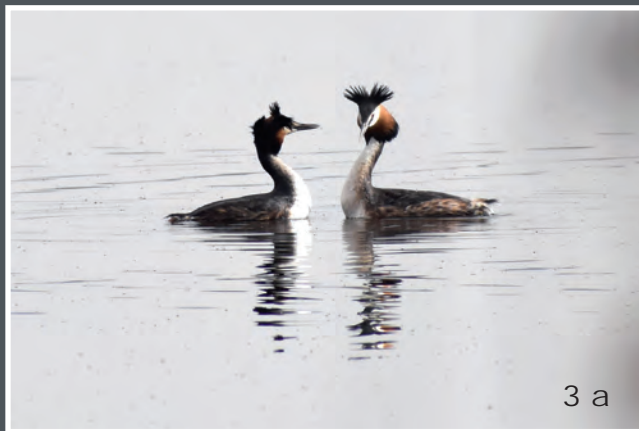
Kérjük, megmutatni szánt képét jpg formátumban küldje az [eltud@eletestudomany.hu](mailto:eltud@eletestudomany.hu) címre, és a tárgyrovatba írja: ét-galéria. Jutalma a „kiállításban” megnyilvánuló elismerés.



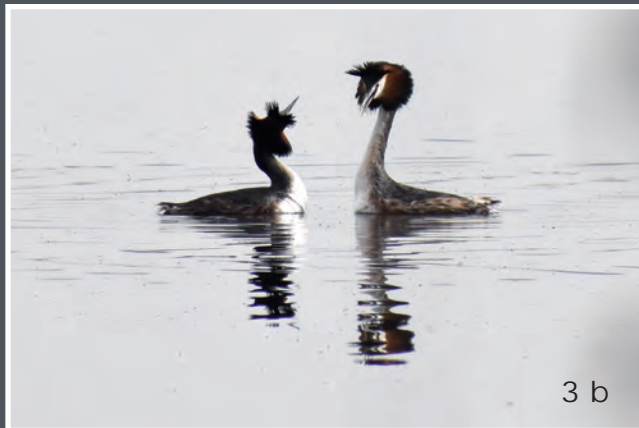
4

1. Szántói Zoltán: Hamvas gyöngyvessző. Utcánknek legeleje előtt fehérbe borult a járda melletti terület, mintha hó roskadozna a növény vesszőin, de igazából ezerszámra nyíló hófehér kis virágok láthatók az íves szárazokon. Mivel enyhe volt az időjárás, ezért már március végén elkezdett virágozni ez a díszcserje, a felvételek is ekkor készültek.

2. ifj. Kóta Róbert: Ennyi „póknyugágyat” egy helyen még sosem láttam, mint a dunaalmási Gerecsében.



3 a



3 b



3 c

3 a, b, c. Hatlaczkí Gábor: Félperces udvarlás vöcsökéknél. Kora tavasz, március vége. A búbos vöcsök hím és tojó egymás felé úszik, fél méterről rikoltással üdvözlik egymást, aztán felmeresztett tollbóbitás fejükkel jobbra-balra, föl- és lefelé integetnek, majd kíváncságotva bóbítájukat leengedik és néhány pillanatig még egymásra néznek. Végül egy irányban elúsznak a nyíltvíz-széli nádas felé, ahol hamarosan eltűnnek. (Németországban, a Pätzer Vorderseen láttam őket.)

4. Palláné Benkő Éva: Pollen-csapdák. A ma hajnali esőzés után, a terasz korlátán, reggel fotóztam a különböző méretű és alakú esőnyomokat. Közben vettem észre, hogy némelyik vízfolt csapdába ejtette a környék szállingózó pollenjeit.

5. Csárdi László: Hűsvéti hangulat a játszótéren.



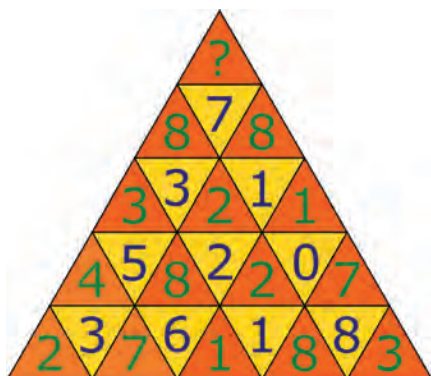
5



Fejtörő rovatunk feladványai Olvasóink általános feladatmegoldó képességét teszik próbára. A kérdések tetszőleges sorrendben oldhatók meg, nem épülnek egymásra, mindegyik más és más készség fejlesztésére vagy tesztelésére alkalmas. Jó töprengést, briliáns ötleteket, eredményes gondolkodást kívánunk!

### 1. fejtörő – Károlyi Zsuzsa feladványa

Melyik számjegy illik a piramis csúcsára?



### 2. fejtörő – Csík Csaba feladványa

Találja meg a keretben található szavak, meghatározások megfelelő szinonimáját! Ha mind az öt meglett, ezeknek a szavaknak keresse meg egy másik értelmét! Ha megtalálta, határozza meg azt az egyetlen szót, amely az újonnan megtalált értelmezésekkel logikai kapcsolatban áll!

görgő gyalogátkelő  
gumis rögzítő  
emelőgép tumor

### Az előző számunkban megjelent fejtörők megoldásai

#### 1. fejtörő – Károlyi Zsuzsa feladványa

Megoldás:

A) TESTŐRSÉG (A bal oldali szó megfelelő szinonimájának kezdőbetűjét G-re cserélve a jobb oldali szó szinonimáját kapjuk. HÁLA-GÁLA, MOND-GOND, PARÁZS-GARÁZS, HÁNCSS-GÁNCSS és ZÁRDA-GÁRDA.)

#### 2. fejtörő – Sárdi Tibor feladványa

Megoldás:

$$A=0 \quad (73 \cdot 11=803)$$

$$B=0 \quad (4.328 \cdot 11=47.608)$$

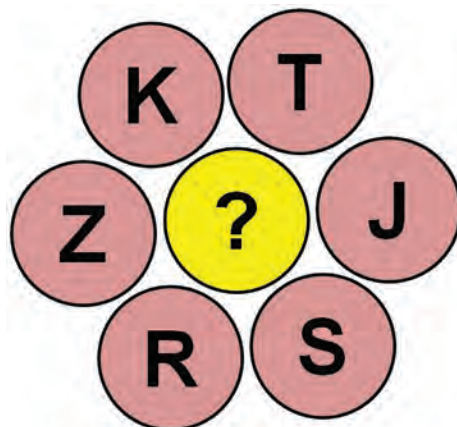
#### 3. fejtörő – Csík Csaba feladványa

Megoldás:

János vitéz (Petőfi Sándor)

### 3. fejtörő – Feleki Zoltán feladványa

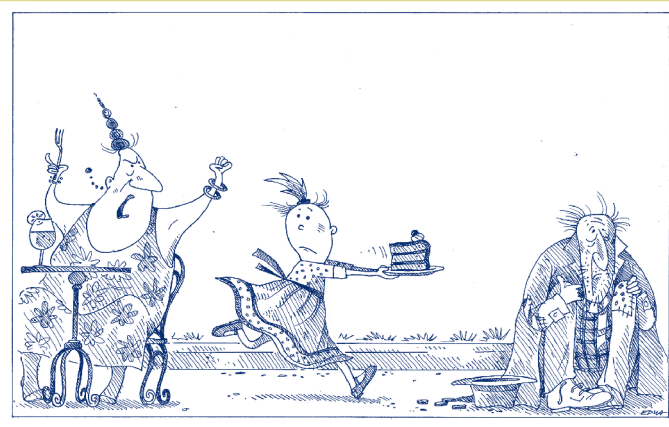
Milyen magánhangzó felhasználásával lehet összeállítani a legtöbb, legalább négy betűjegyű, a Magyar értelmező kéziszótárban címszóként szereplő szót úgy, hogy a megadott betűket (és a magánhangzót is) legfeljebb egyszer lehet felhasználni egy szóhoz?



## Valami bűzlik...

Amikor azt mondom, egy nehéz feladatról beszélgettem egy közeli barátommal, talán fel sem tűnik, hogy két, eredendően a fizikai világban értelmezhető fogalmat – *nehéz*, *közeli* – alkalmaztam átvitt, metaforikus értelemben valamilyen elvont pszichés tapasztalatra. A tárgyi világ és a lelki tapasztalás közötti efféle kapcsolat nem csupán formái: a szavak konkrét és átvitt értelme között a tudatunkban *tényleges*, bár néha rejtett kapcsolat van, és ezt – időnként meglepő – lélektani kísérletek rendre alátámasztják. Kimutatták például, hogy azok a személyek, akik *meleg* kávét tartalmazó poharat tartottak a kezükben, másokat *melegebb szívűnek* ítélték, mint azok, akiknél hideg kávé volt. Egy másik kísérletben kiderült, hogy a résztvevők ugyanazt a könyvet fontosabbnak tartották, ha a kutatók egy rejtett súllyal megnövelték a tömegét.

Ha valamilyen nyelvi metafora különféle kultúrákban, egymástól függetlenül megtalálható, valószínűleg erős érzelmi-fogalmi kapcsolódás áll a háttérben. Például sok nyelvben annak jelzésére, hogy valami gyanús, képletesen egy kellemetlen szaggal összefüggő kifejezést használnak. Magyarul azt mondjuk, a dolog „bűzlik”, de több nyelvben konkrétan meg is nevezik a rossz szag jellegét, az angolban például a 'halszagú' jelentésű „fishy” szót használják. Ha ilyen elterjedt az összefüggés a hamisság, becstelenség és a kellemetlen szagok között, lehet, hogy ezúttal is kimutatható közöttük a lélektanilag kapcsolat? *Norbert Schwarz* és *Spike Lee* egy kísérletben szagtesztre hívta a résztvevőket, akiknek öt üvegbe tartalmát kellett megismerniük, majd megállapítaniuk, hogy milyen illatot éreztek. Az öt szagminta a következő volt: alma, hagyma, karamell, narancsolaj, halolaj. A kísérletvezető az esetek felében a szagteszt előtt előadott egy kis színjátékot: úgy tett, mintha észrevette volna, hogy a résztvevő előtt az asztalon, a válaszlap alatt ott maradt egy papír, aminek nem kellene ott lennie. Sietősen elvette a lapot, úgy, hogy ne lehessen látni, mi van rajta, miközben azt mondta: „*Semmit nem próbálunk meg elrejtetni!*”. Ennek a kis közjátéknak az volt a célja, hogy a résztvevőben felébredjen a gyanú, hogy valamit el akarnak titkolni előle. Ezután következett a szagláspróba, melynek során kiderült, hogy azok, akik *részesei voltak a gyanút ébresztő jelenetnek, sokkal nagyobb arányban tudták helyesen azonosítani a halszagot*, mint azok, akik gyanútlanul találkoztak



**Bűdös kölyök** (SZÜCS ÉDUA RAJZA)

az illatmintákkal. Az történhetett, hogy a gyanú érzése a tudatban előtérbe hozta a halszag fogalmát, így az illat könnyebben azonosíthatóvá vált.

Egy másik kísérletben Schwarz és Lee megvizsgálta, hogy az összefüggés fordított irányban is aktiválható-e. Ehhez egy egyszerű *bizalomjátékra* hívták a résztvevőket. Ez abból állt, hogy a kísérlet alanyának adtak 5 dollárt, amiből tetszése szerinti összeget átadhatott egy másik játékosnak. A szabály az volt, hogy az átadott pénzt a játékos vezető megnegyesze, majd a másik játékos tetszése szerinti összeget visszaadhat az első játékosnak. Az első játékos által átadott összeg jól tükrözi a bizalom mértékét: ha bízunk a másikban, akkor többet ad át neki, mert feltételezi, hogy az nem fogja zsebre vágni a megnegyeszerzett összeget az utolsó centig, hanem megtéve visszaadja neki, amit kapott. Ha nem bízunk a másikban, kevesebbet fog kockáztatni. Schwarz és Lee ezt a kísérletet egy egyetemi épületben végezte, az arra járó diákokat kérve meg a részvételre. Csakhogy bizonyos esetekben a helyszínt előzőleg halolajjal „illatosították”. Nos, a halszagban a diákok átlagosan 2,53 dollárt kockáztattak meg, szagtalan környezetben viszont átlagosan 3,34 dollárt adtak át! Vagyis ha a helyzet „bűzlött”, a résztvevőkben feléledt a gyanú, és bizalmatlanabbá váltak a másik játékos szemben. Schwarz és Lee szerint a bűz és a gyanú közötti kapcsolat evolúciós örökség lehet, mert ha egy ránézésre rendben lévőnek tűnő étel rossz szagot áraszt, akkor ez figyelmeztetés, hogy ne dőljünk be a látszatnak, ne együnk meg. Ha tehát az ember a rossz szagra a gyanú, óvatosság érzésével reagál, az a túlélést segítheti.

**MANNHARDT ANDRÁS**

# ÉLET & TUDOMÁNY

Megrendelhető a Magyar Posta Zrt. Hírlap Igazgatóságánál

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. Postacím: 1900 Budapest Előfizetésben megrendelhető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél, [www.posta.hu](http://www.posta.hu) webshopban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a [hirlapelofizetes@posta.hu](mailto:hirlapelofizetes@posta.hu) címen, telefonon a 06-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen.

**Előfizetési ár 2024-re belföldre: 1/2 évre 16 200 Ft, 1 évre 31 200 Ft (egy lapszám ára: 800 Ft)**  
**Digitális előfizetés egy évre: 24 960 Ft, félévre: 12 900 Ft, negyedévre 6600 Ft**  
**(egy digitális lapszám ára: 600 Ft)**

# ELNAGYOLT EMLÉKEK

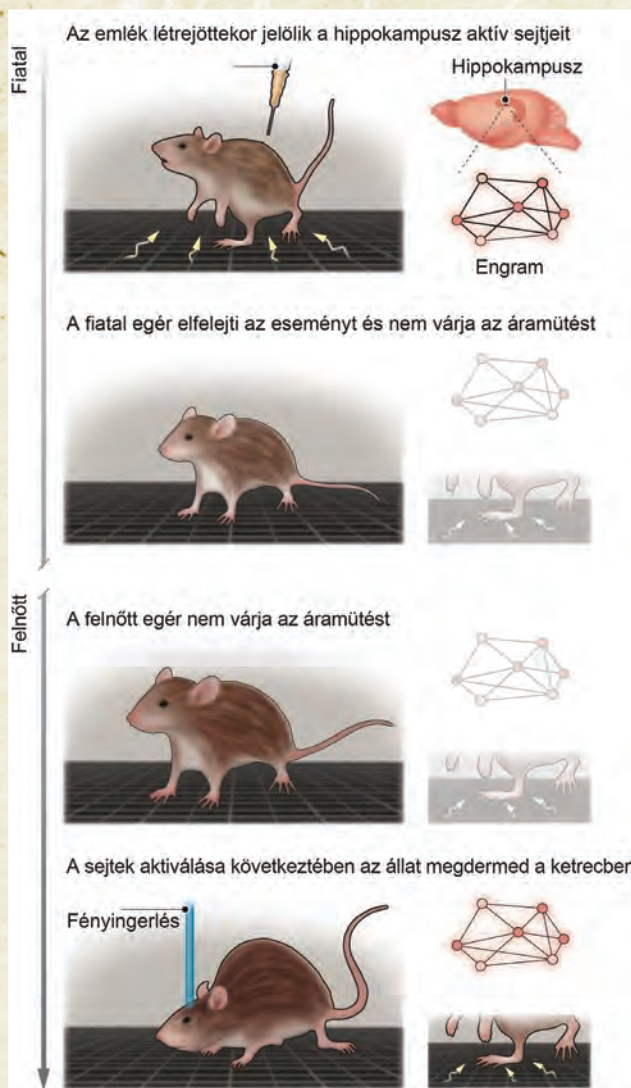
**Az emlékezetről gyakran gondolkodik úgy az ember, mintha tökéletes másolata lenne az őt ért benyomásoknak, holott a valóságban inkább egyfajta kivonata a múlt eseményeinek. Ez lehet a kulcsa a csecsemőkori amnézia megértésének, egy új vizsgálat pedig eddig ismeretlen neurobiológiai folyamatot tárt fel az emlékek kivonolásának hátterében.**

**A**z ember az emlékein keresztül éli meg a jelent, ezek által jön létre az énképe. Annyira alapvetők a mindennapokban, hogy fel sem merül, ne lennének tökéletes leképezései a múlt élményeinek, pedig számos jelenség utal arra, hogy bizony közel sem olyanok, mint a fényképek. Noha tökéletes metafora máig nincs, minden hasonlatban van valami, illetve a hasonlat hiányosságai is segíthetik a megértést. Az emlékekről való gondolkodás folyamán előbb-utóbb valamilyen metafora segítségével igyekeznek jobban megragadni a lényegét a szakértők. Arisztotelész például úgy képzelte, hogy az elme egy viasztáblához hasonló. Az ő idejében a viasztábla volt a jegyzetelés eszköze, az emberi emlékezet kiterjesztése, így jó kiindulási pontnak tűnt a természetes emlékezés megértéséhez. A hasonlat segített az emlékezés egyéni különbségeinek magyarázatában is: a lágy viaszba karcolt írás könnyen eltűnik, ez okozza a feledékenységet, míg a kemény viaszba nehéz bármit is bevésni, így kevésbé tanulékony az ember.

Freud korának népszerű eszközehez, a mágneses rajztáblához hasonlította az emlékezetet. Ennek a metaforának az volt a lényege, hogy bár a képernyőről eltűnhetnek a feljegyzett dolgok, a mélyben megmaradnak a betűk, benyomódva a felszín alatt. Ez olyan, mint a tudatalanban lévő emléknymok. Tudatosan ugyan nem emlékszik rá az ember, mégis megvannak ezek a lenyomatok és befolyásolhatják a viselkedést. Freud volt az egyike az első pszichológusoknak, aki külön figyelmet szentelt annak a jelenségnek, hogy az embereknek semmilyen emléküik sincsen életük első 2-3 évéből. Ezt csecsemőkori amnéziának nevezte és úgy gondolta, hogy a korai pszichoszexuális élmények elnyomásának szükségszerűsége hívja életre. Ezt az elképzelést ma kevesen tartják hitelesnek, viszont a csecsemőkori amnéziával kapcsolatban továbbra is több a kérdés, mint a válasz.

## Mi a csecsemőkori amnézia oka?

Népszerű elképzelés volt például, hogy a csecsemőkori amnézia hátterében az énkép hiánya áll. A szakértők úgy vélték, hogy a normális emlékezéshez feltétlenül szükséges, hogy az elmében leképeződjön az emlékező, vagyis az én. Ennek azonban ellentmond az a tény, hogy a csecsemőkori amnézia megfelelője állatok körében is megfigyelhető, még hozzá olyanoknál is, melyek feltehetőleg nem



(FORRÁS: REARDON, 2024 – SCIENCE)

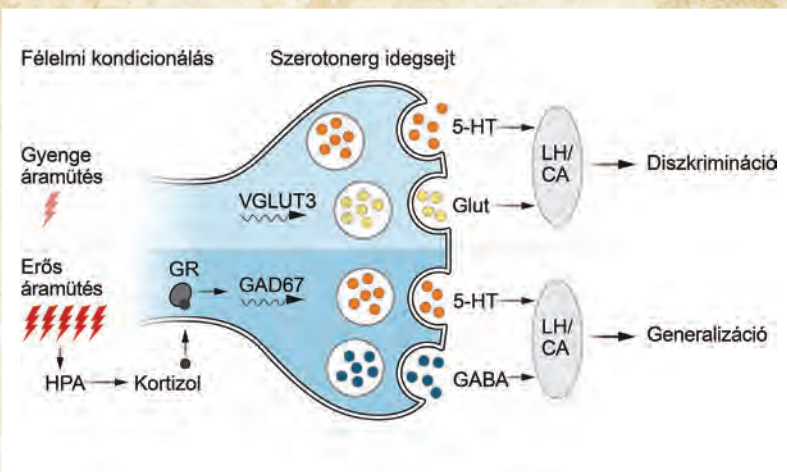
rendelkeznek énképpel (mint például a rágcsálók). Ettől függetlenül valóban úgy tűnik, hogy a csecsemőkori amnézia olyan emlékekre terjed ki, melyek részletgazdagok és tipikusan első személyű epizódokat ölelnek fel. Számos eredmény sugallja, hogy bár ilyen típusú emlékekkel nem bírnak a 3 éves gyerekek, mégsem felejtik el teljes

mértékben a velük történt eseményeket. Egy vizsgálatban például a 3 éves résztvevők gyorsabban meg tudták nevezni azon állatok elhomályosított képét, melyeket korábban már láttak, noha nem emlékeztek rá, hogy a kísérlet egy korábbi szakaszában már megmutatták nekik ezeket a képeket.

Egy másik vizsgálat szerint a fiatal egerek emlékei nem vesznek el teljesen, csak nehéz azokat felidézni. A kísérlet lényege az volt, hogy az állatok áramütést kaptak egy bizonyos ketrecben. Ennek az a jelentősége, hogy egyszerűen megfigyelhető, emlékszik-e az állat az eseményre: a ketrecbe visszahelyezve ugyanis mozdulatlaná válik, megdermed. Amennyiben ebben az élményben fiatal egérnek van része, egy hónappal később már nem dermed meg a ketrecben, vagyis elfelejti a kellemetlen eseményt. Érdekes módon azonban egy hasonló ketrecben kapott áramütés hatására az állatok megdermednek a régi ketrecbe visszahelyezve is. A kutatók szerint ez arra utal, hogy a hasonló esemény segített felidézni az elfelejtett emléket, vagyis a csecsemőkori amnézia nem az emlékek teljes hiányát jelenti, hanem csak a felidézhetőségük elégtelen.

Ez utóbbi megállapítást támogatja egy géntechnológián alapuló idegtudományi vizsgálat is. A kutatók elérték, hogy azok a sejtek fejezzenek ki fényérzékeny ioncsatornákat, amelyek aktiválódnak mikor az állat áramütést kap egy bizonyos ketrecben. Ezután újfent kivártak egy hónapot, amikor az állatok már nem dermedtek meg a ketrecben. Ekkor azonban mesterségesen aktiválták a korábban említett sejteket, aminek az lett a következménye, hogy a kísérleti állatok megdermedtek az ominózus ketrecben. Mindez arra utal, hogy az emlényom a fiatal egereknél is megmarad, csak nem elérhető normális körülmények között.

A legtöbb szakértő egyetért abban, hogy a csecsemőkori amnézia hátterében a hippokampusz nevű struktúra áll. A legegyszerűbb elképzelés szerint a hippokampusz egyszerűen éretlen és így nem képes megfelelő emléknymokat létrehozni. Ennek azonban ellentmondanak az imént említett eredmények. Újabban a kutatók arra gyanakodnak, hogy fiatalabb korban a hippokampusz működése a generalizációt támogatja (hogy pontosan hogyan, arról még csak tapogatózó elképzelések vannak). A generalizáció, vagy általánosítás az a folyamat, mely során az egyedi emlékek részletei elvesznek és csak a fontosabb jellemzők maradnak meg, amik hasonló emlékekben is megvannak. Erre utal, hogy az olyan emlékezeti teszteken, melyek hangsúlyt fektetnek az ingerek egyedi részleteire, a fiatal gyerekek jóval nagyobb mennyiségű hibát vétének, mint az idősebb korosztályok. Mindezt a szakértők azzal magyarázzák, hogy ebben a korban egyszerűen annyi tanulnivaló van, hogy az általánosságok elsajátítása



Egy új kutatás szerint a generalizálás hátterében az áll, hogy agytörzsi szerotonerg idegsejtek glutamát helyett GABA-t szabadítanak fel a hipotalamusz és az amigdala (LH/CA) területén (FORRÁS: HEN ÉS SCHACHTER, 2024 – SCIENCE)

domináns és így alig marad kapacitás a részletekre. Noha egyelőre a generalizáció hátterében álló folyamatokkal kapcsolatban még rengeteg kérdés van, egy új vizsgálat fényt derített egy fontos mechanizmusra.

### A generalizáció molekuláris neurobiológiája

Egy új vizsgálatban a kutatók a korábban említett félelmi kondicionálási paradigmát használták, vagyis a kísérleti egereket áramütés érte egy bizonyos ketrecben. Ennek az elrendezésnek van egy változata, amelyet kifejezetten a generalizáció vizsgálatához fejlesztettek ki. Ebben a kísérleti állat egy enyhe áramütést kaphat, amit jellemzően nem általánosít és így csak abban a ketrecben dermed meg, amelyben az eset történt. A kísérleti állat azonban kaphat több, erős áramütést is, ami azzal jár, hogy hasonló ketrecbe helyezve is megdermed, vagyis általánosítja az emléket. A kutatók azt találták, hogy a két eset során fontos eltérés figyelhető meg bizonyos agytörzsi sejtek (dorzális raphe szerotonerg sejtei) működésében. Az előbbi esetben, mikor az áramütéssel társított ketrecet el tudja különíteni a kísérleti állat, akkor a sejtek glutamátot szabadítanak fel a szerotonin mellett olyan agyterületeken, amik a releváns tanulási folyamatokban implicáltak (oldalsó hipotalamusz, középső amigdala). Amikor viszont generalizálódik az emlék, akkor ezek a sejtek a szerotonin mellett nem glutamátot, hanem gamma-amino-vajsavat (GABA) szabadítanak fel. Tehát az általánosítás hátterében az áll, hogy bizonyos agytörzsi sejtek nem serkentő, hanem gátló transzmitterrel jeleznek más agyterületek felé.

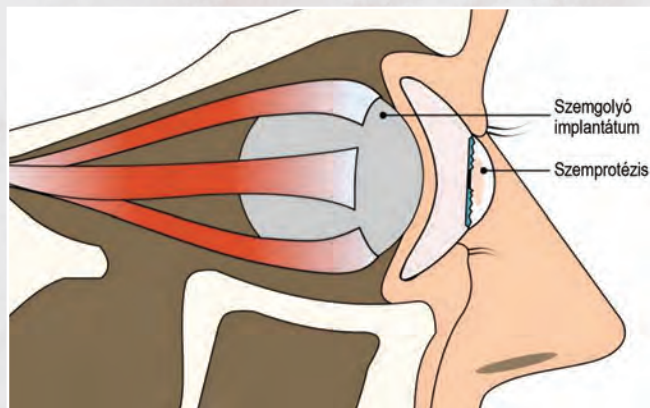
Az új mechanizmus talán több kérdést vet fel, mint amennyit megválaszolt az emlékek általánosításával kapcsolatban. Ettől függetlenül a generalizáció nemcsak a csecsemőkori amnézia megértésében lehet fontos, hanem az olyan zavarok kezelésében is, mint a poszttraumás stressz zavar vagy különféle szorongásos zavarok.

REICHARDT RICHÁRD

# ELVESZTETT SZEMGOLYÓ PÓTLÁSA

Számos európai intézmény orvosbiológiai és szemészeti kutatóiból álló csapata, számítógépes grafikai szakemberekkel együttműködve olyan technikát fejlesztett ki mesterséges szemgolyók 3D nyomtatására, amely gyorsabb, pontosabb és olcsóbb, mint a hagyományos technikák.

Sajnos, vannak olyan emberek, akik betegség vagy sérülés miatt elveszítik a teljes szemgolyójukat, amelynek a helyén csak egy üres szemgödör marad. Amellett, hogy elveszítik látásukat, az is gondot okoz nekik, hogyan jelenjenek meg mások előtt. Jelenleg két lehetőség közül választhatnak: vagy szemtapaszt viselnek, vagy az üres üregbe egy mesterséges szemgolyót helyeztetnek be.

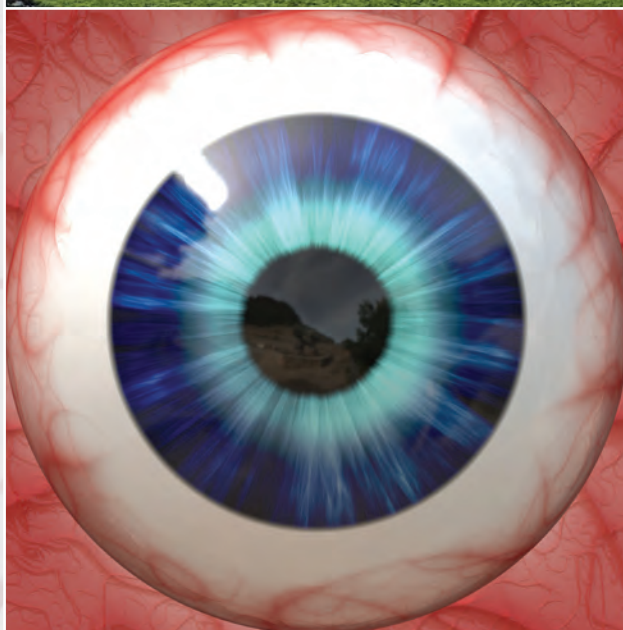


A mesterséges szem előállításának jelenlegi folyamata abból áll, hogy bizonyos mennyiségű polimetil-metakrilátot szemgolyó alakra alakítanak ki, majd festik és polírozzák. A folyamat körülbelül nyolc óráig tart és meglehetősen költséges. Ráadásul nem biztos, hogy tökéletesen sikerül a formázás során. A rosszul elkészített műszem pedig kényelmetlenséget vagy furcsa megjelenést okozhat.

A térbeli, vagyis 3D nyomtatás ennél sokkal gyorsabb, olcsóbb és nagyobb valószínűséggel illeszkedik pontosan a szemgödörbe. Az alapanyag ugyanaz, de előbb optikai koherencia-tomográfiával vizsgálják meg az üres szemgödört. Ezután az eredményeket betáplálják egy számítógépes modellező alkalmazásba, hogy a szemüreget a lehető legpontosabban felmérjék. Ezután következik a 3D-s nyomtatás, majd utána a műszemet üvegpothárban polírozzák, ultrahangos fürdőben megmossák, és tesztelik, hogy nem irritáló-e a leendő páciens számára.

A tesztidőszakban a csapat egyelőre kísérleti jelleggel készített 3D-s szemgolyókat, és a páciensek 80 százaléka mondta azt, hogy azok tökéletesen illeszkedtek a szemgödörbe. A további egyötöd számára is csak minimális módosítást kellett elvégezni. Mindenesetre úgy tűnik, hogy ez a megoldás jól működik, érdemes lesz tovább finomítani.

SZEGŐ MIKLÓS





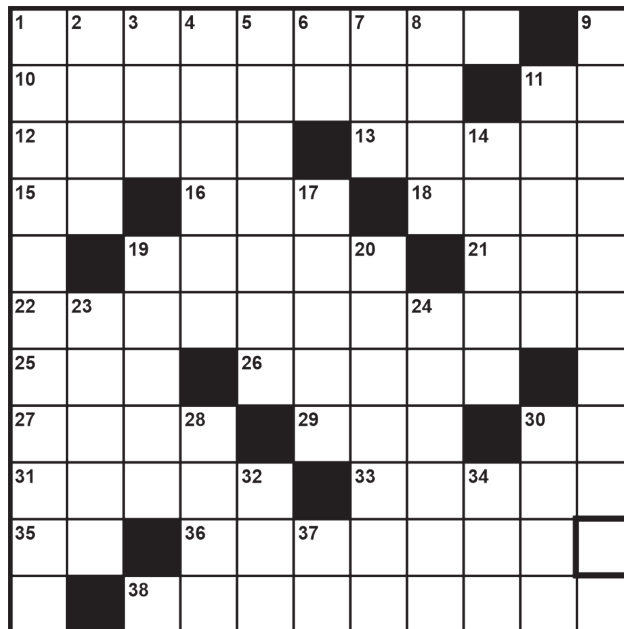
## KERESZTREJTVÉNY

„Mindenben a réti csik társa, s így különösen ingólápos mocsarakban terem meg bőven” – írta Herman Ottó a lápi pócról (*Umbra krameri*), mely fokozottan védett endemizmus halfajunk, természetvédelmi értéke 250 000 forint. Egyik érdekessége ennek a kicsiny halunknak, hogy páros úszóit külön-külön is tudja mozgatni, ezáltal lebegő mozgásra is képes a zsákmányra egy helyben várva. E jellegzetes póz alapján kapta egyik népi nevét is. Mi lehet az? *Jó fejtést!*

Minden rejtvényünkben találnak egy-egy bekeretezett négyzetet. A 10. lapszámban elkezdődő 10 hetes rejtvényciklusunk végére a négyzetek betűi – helyes sorrendbe rakva – kiadják a nevét a XIX. századi jeles magyar néprajzkutató és természettudósnak. A postán vagy a [rejtveny@eletestudomany.hu](mailto:rejtveny@eletestudomany.hu) címre beküldött név megfejtői között negyedéves előfizetést sorsolunk ki az Élet és Tudomány digitális lapszámaira.

**VÍZSZINTES:** 1. Félálomban pihen, szunyókál. 10. A fő megfejtés. 11. A felületére. 12. Kiegészítő szöveg a könyv elülső borítóoldalán. 13. A határon csempész, bizalmasan. 15. Tutaj eleje! 16. Fészket épít a madár. 18. Mamma ...; Pier Paolo Pasolini filmje. 19. Nagyot üt a hátára. 21. Lopva figyel. 22. Felelőt, dolgozatot értékel. 25. Yukon Standard Time (időzóna Kanadában), rövid. 26. Gond, nyűg, Arany János szavával. 27. Ama. 29. Rovartan(i), szakkönyvbeli rövidítéssel. 30. A kén és a hidrogén vegyjele. 31. A patkány, de a földikutyta tájnyelvi neve is. 33. Lajstrom. 35. Földet forgat a kertben. 36. Tógazdasági ágazat. 38. Lemezjátszó tartozéka is lehet.

**FÜGGŐLEGES:** 1. Szögletes lakóépület fajtája. 2. Bantu néger törzs tagja. 3. Stb., latinul. 4. Haj vágása. 5. Fényes felületű textilanyag.



6. Bosszús szócska. 7. ... Hafun; hegyfok Szomáliában, Afrika legkeletibb pontja. 8. Jegyzetelés közben hibázik. 9. Szerepel a jelöltlistán. 11. Alfa ...; olasz autómárka. 14. Szálacskatömeg. 17. Duti, szintén tréfás szóval. 19. Helikopter forgószárnya. 20. Hatósági lefoglalás. 23. Okos. 24. A pincébe cipel. 28. Olykor. 30. ... Wars; Csillagok háborúja. 32. Kanada NOB-jele. 34. Mondat eleme. 37. Liga egyenmű betűi.

Múlt heti rejtvényünk megfejtése: *Tiszavirág lárvája.*



## ÉLET és TUDOMÁNY

Előfizetés 1 évre: 31 200 forint

Előfizetés 1/2 évre: 16 200 forint

Egy lapszám ára: 800 forint

Digitális előfizetés 1 évre: 24 960 forint

Digitális előfizetés 1/2 évre: 12 900 forint

Digitális előfizetés 1/4 évre: 6600 forint

Egy digitális lapszám ára: 600 forint

### Megrendelhető a Magyar Posta Zrt. Hírlap Igazgatóságánál

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. Postacím: 1900 Budapest  
Előfizetésben megrendelhető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél, [www.posta.hu](http://www.posta.hu) webshopban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a [hirlapelofizetes@posta.hu](mailto:hirlapelofizetes@posta.hu) címen, telefonon a 06-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen.



## Jeges tájakon

A Vajdahunyadvárban nyíló tavaszi, **Mesebeli Hóország – Kincskereső küldetés** című kiállítás és játék kalandos utazásra hívja a látogatókat. A résztvevők képzeletbeli jeges tájakon barangolhatnak, miközben megtévesztő akadályok és furfangos feladványok teszik

próbára bátorságukat, tudásukat és érzékeiket.

Egy kapzsi Kincsvadász megkaparintotta az ősi kincset, a varázserejű aranyhangszert, melynek bűvös hangjától felébrednek álmukból az alvó jégóriások. Az agyafúrt tolvaj titkos, sarkvidéki tornyában őrzi értékes zsákmányát. A látogatók feladata, hogy a játékos próbatételeket kiállva felkutassák és visszaszerezzeék a kincset.

A játék során a látogatók kideríthetik, hogy képek-e megszelídíteni egy harapós északi uszonyost, kicselezni egy bumfordi belugát, vagy kiszimatolni a jeges csemege illatát. Megtudhatják továbbá, el tudják-e navigálni a jegesmedvejáratot a jégmezőn, át tudnak-e kelni a fagyos folyón egy behemót rozmár révéssel, és vajon fel tudják-e törni a kincseskamra trükkös, színekódos zárját.

A **május 20-ig** látható kiállítást járva a résztvevők felfedezhetik a hó és jég káprázatos birodalmát, találkozhatnak a havas tájak lakóival, rácsodálkozhatnak hidegtűrő természetükre és bámulatos túlélőképességükre. A játék során a látogatók tudományos ismeretekkel gazdagodhatnak, valamint megismerhetik a hófödte hegyek, a hűvös tundrák és a jeges sarkvidékek állatvilágát.



## Emberi viszonyok

**Valós látomások – Benkő Imre a szubjektív dokumentarista** címmel nyílt kiállítás a Múcsarnokban.

*Benkő Imre* hat évtizedre visszatekintő fotografiai életművének bemutatója a Múcsarnok 2024-es programjának első kiemelkedő eseménye. A térben és időben szerteágazó anyag három földrész húsz országát érinti, a hetvenes évektől napjainkig mutatja be az emberi viszonyok sokféleségét. A kiállítás az életmű teljességéből válogat: az 1975-ös World Press Photo díjnyertes felvételétől az ikonikus ózdi, budapesti és külföldi sorozatokon át, egészen a kínai utazásainak 2019-ben készített képekig.

Benkő fotografusi érdeklődése – akár a nagyváros, akár a vidék adja a háttérrel – elsősorban az emberi viszonyokra összpontosít. Képei egyben kordokumentumok; visszaköszönnek, vagy megismerhetővé válnak a korszakra jellemző meghatározó életstílusok, kulturális szokások és attitűdök – keleten és nyugaton egyaránt. Művei egy csoportjában a szocialista múlt és az átmenet éveinek illúzióvesztettsége kerül szembe a hétköznapi vagy épp az ünnepnapok véletlenszerű, enigmatikus mozzanataival. Hosszú távú fotóösszéi, mint az ózdi kohászat leépítésének stációi, a Sziget fesztivál zabolátlan, ritualizált koncertpillanatai, vagy épp az ikerpárokról készített sorozata, az időben kibomló folyamatok részletgazdag regiszterét nyújtják. A tárlat **április 7-ig** várja a látogatókat.

## Visszatekintés

**Európai Iskola – Veszélyes csillagzat alatt** címmel az 1945–1948 között működő, a huszadik századi magyar művészettörténetben jelentős szerepet betöltő művészcsoport, az Európai Iskola munkásságát mutatja be egy nagyszabású tárlaton a Ferenczy Múzeumi Centrum a MűvészetMalomban.

A **július 28-ig** nyitva tartó kiállítás megvalósítását többéves kutatómunka előzte meg, amelyben a téma jeles szakértői vettek részt. Tematikus egységek mellett korabeli kiállítások rekonstrukciójával tekinthető át az Európai Iskola és a belőlük kivált Elvont Művészek Magyarországi Csoportjának tevékenysége. Nemcsak a művészcsoport magyar tagjainak, hanem a kiállításaiikon szereplő vagy velük kapcsolatot ápoló cseh, román, holland és francia művészek alkotásai is láthatók a jelentős hazai- és külföldi gyűjteményekből kölcsönzött, több mint kétszáz műtárgyat felvonultató tárlaton.

## Megbüntetve

Megújult formában, egyedi koncepcióval nyílt a veszprémi Várboriton Látogatóközpontban állandó kiállítás **Ember a rács mögött** címmel, amely egyrészt bepillantást enged a fogvatartottak legszemélyesebb történeteibe, ugyanakkor bővelkedik interaktív elemekben, így hamisítatlan XXI. századi kiállításélményt nyújt a látogatóknak. A kiállítás célja, hogy hozzájáruljon a korszerű, XXI. századi élményalapú edukációhoz, művelődéshez és kiállítási kultúrához.

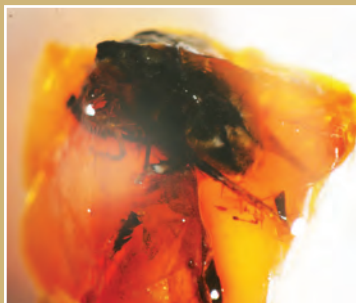
A régi várboriton folyosóin járva különleges utazást tehetünk térben és időben. Sokat megtudunk arról, hogy egy-egy korszakban mi számított bűnnek és milyen büntetést tartottak jogosnak, igazságosnak. Míg korábban a nyilvános testi fenytést, a közösségből való kivetést, a megszégyenítést tartották fontosnak, korunkban a szabadságtól való megfosztás számít a legfőbb büntetésnek. De vajon jobb lesz ezáltal a társadalom? Véleményformálás helyett többek között ennek végiggondolására ösztönzi látogatóit a tárlat.





### Egy ősi szövet

Ha porcszövetre gondolunk, elsőként az ízületeinkben lévő csontok végét borító vékony, fehéres színű, rugalmas szövet, esetleg a fülkagylóban vagy az orrban található porcok juthatnak eszünkbe. Arról azonban talán kevesebbet tudunk, hogy az evolúció során mikor és hogyan alakult ki ez a különleges szövet.



### Az ajkai borostyán ősrovarai

Az ajkai borostyánkő az utóbbi időben számos zárvánnyal örvendeztette meg a tudományt. Különlegesen izgalmas tudományos felfedezés egy olyan őssálat leírása, melyhez hasonlók valószínűleg ezerszámra éltek, kréta időszak kőszénmocsárban, ám sérülékeny testük könnyedén megsemmisült még azelőtt, hogy ősmaradvány képződhetett volna belőlük.



### Műholddal az aszály ellen

Az aszálykárok megelőzésére és előrejelzésére egy speciális műholdplatformot fejlesztenek hazai szakemberek. A tervezés során kiemelt figyelmet fordítanak a műholdplatform mikrorezgéseinek a kutatására. A kisméretű műholdak stabilizálását nehezítő mikrorezgések mérséklésére irányuló szenzortechnikai fejlesztések a stabil működtetés kulcsfontosságú elemei.



A hátlapon  
**Kafferbivaly**

A híres „big five” egyik tagja a kafferbivaly (*Syncerus caffer*) az oroszlán, az elefánt, az orrszarvú és a leopárd mellett, s a legtöbb „afrikavadász” vágyott céltrófeája. A rokonság Afrikában élő 4 faja közül ez a legelterjedtebb és legismertebb. Areája Kelet- és Dél-Afrikára terjed ki. Etiópia déli részétől Kenyán, Ugandán, Tanzánián keresztül Malawiig megtalálható, majd különálló terület formájában Zambiától Botswanán keresztül a Fokföldig folytatódik.

Robusztus, nagy termetű, fekete-szőrzetű patás. Fej- és testhossza meghaladja a 3 métert, marmagassága pedig elérheti a 175 centimétert. Az erős bikák testsúlya 600–900 kg körüli, a nőstények „csak” 500–600 kg-ot nyomnak. Zömök, erőteljes állatok, viszonylag rövid lábbal. A hímnek és a nősténynek egyaránt impozáns, oldalra szétálló ívelt sarva van, melynek terpesztése elérheti a 134 cm-t.

A kafferbivaly legkedveltebb élőhelyei a vizekben gazdag szavannaterületek, folyókat kísérő árterek. A hegyvidéken egészen 3000 m-ig felhatol, így például a Kenya-hegység felső, erdős peremében és közvetlen a fahatár fölötti nyílt magashegyi gyepeken is találkozhattunk vele. Természetesen a Ngorongoro-kráter erdeiben is jelen van. Mint a többi bivalyfaj, elsősorban füvet legel, akár 14 kg-ot is elfogyaszt naponta. Dél-Afrikában, ahol a fű csak később indul növekedésnek, eleinte a fák hajtásait, így az akácia és más fajok lombzatát, ágait is fogyasztja.

Szaporodása nincs évszakhoz kötve, a vemhesség ideje meglehetősen hosszú, 11 és fél hónap; 1 borjat ellik, melynek a súlya akár 45 kg is lehet. Az 1990-es évek becslései alapján világgállománya elérte az 1 millió példányt, melynek 70%-a védett területeken élt.

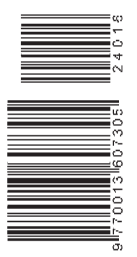
A hátlapfotó Kenyában készült, a kiöregedett bikán sárgacsőrű nyútvágók (*Buphagus africanus*) tevékenykednek.

Kép és szöveg: **BANKOVICS ATTILA**





Kafferbivally



Nemzeti  
Kulturális  
Alap

Adószámunk: 19002457-2-42