

KUTYAORR-DIAGNÓZIS • HETTITA HAVÁRIA • PAPÍRT PAPÍRBÓL • SPONTÁN VISELKEDÉS

LXXVIII. évfolyam ■ 8. szám ■ 2023. február 24.

Ára: 800 Ft

Előfizetőknek: 600 Ft

ÉLET és TUDOMÁNY



MIÉRT RENG A FÖLD?



Címlap: Illusztráció *A Másfél perc pusztító rázkódás* című cikkünkhöz

- 227 Első kézből
• **BETEGSÉGRE**
KIHEGYEZETT KUTYAORR
Sz. M.
• **HEKTIKUS HETTITA ÉVGYŰRŰK**
Molnár Csaba

- **ZSÁKSZÁMRA KIVONT SZÉN**
Dávid Tibor
230 Földrengések évada
MÁSFÉL PERC PUSZTÍTÓ RÁZKÓDÁS
Kiszely Márta
234 Skizofrénia-kutatás a XXI. században
APRÓ RÉSZLETEKTŐL
NAGY ÖSSZEFÜGGÉSEKIG
Adorján István
237 Elsőrangú nyersanyag
PAPIRT PAPIRBÓL
J. S. A.
239 Térképek a múltból



TENGERSZINT FELETTI
MAGASSÁGUNK VÁLTOZÁSA
Babinszki Edit

- 243 Erőforrásaink múltja, jelene és jövője
A ZÖLD FORDULAT SZÜKSÉGESSÉGE
MNB
244 Csillagnaptár
MÁRCIUS
L. H.
246 Élet és tudomány képekben
ÉT-GALÉRIA
P. B.
248 LogIQs
249 Lélektani lelemények
KULTÚRÁK ÉS ÉRZELMEK
Mannhardt András
250 Agyi aktualitások
SPONTÁN VISELKEDÉS ÉS A DOPAMIN
Reichardt Richárd
252 ÉT-Etológia
CSIMPÁNZKOCKÁZATOK
Bilkó Ágnes
253 **KERESZTREJTVENY**
Schmidt János
254 **ÉT-IRÁNYTŰ**
Bánsághy Nóra
255 **A hátla**
MÉZCUKORKA-KÉSZÍTŐ GÉP
Vámos Gabriella

Kedves Olvasónk!

A fiatal kutatók jelentik a jövő ígérését a tudományban és a tudománykommunikációt frissítő munkában. A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) és a Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) ezért ismeretterjesztő cikkpályázatot hirdet a doktori tanulmányaikat határátköneten belül, valamint külföldön jelenleg folytató, tudományos fokozattal még nem rendelkező fiatal kutatóknak. A pályázat tematikus: a kiírók olyan pályamunkákat várnak, amelyek teljes terjedelmükben vagy jelentős részükben *a körforgásos gazdálkodás, a hulladékhasznosítás*, tágabb értelemben pedig a fenntarthatóság témakörével foglalkoznak. A pályázat célja, hogy a doktoranduszok elsősorban saját kutatásaikat, illetve azok tudományos háttérét és összefüggéseit közérthető módon közkinccsé tegyék.

A pályázatot három kategóriában lehet benyújtani:

1.) *Élet és Tudomány* kategória: a pályázók ebben a kategóriában a széles nagyközönség számára írott, figyelemfelkeltő, az *Élet és Tudomány* stílusában készülő népszerűsítő cikkekkel pályázhatnak. A cikk terjedelme: 10–12 ezer n (szóközökkel). Ehhez 4–6 színes kép vagy ábra, grafikon, illusztráció is csatolandó.

2.) *Természet Világa* kategória: a pályázók ebben a kategóriában a természettudományok és a műszaki tudományok iránt érdeklődő olvasók számára írott, figyelemfelkeltő, a *Természet Világa* stílusában készülő ismeretterjesztő közleménnyel pályázhatnak. A cikk terjedelme: 15–18 ezer n (szóközökkel), amihez 5–7 színes illusztráció vagy magyarázó ábra is csatolandó.

3.) *Valóság* kategória: a pályázók ebben a kategóriában a társadalomtudományokhoz kapcsolódó, figyelemfelkeltő, a *Valóság* stílusában készülő cikkekkel pályázhatnak. A cikk terjedelme: 35–40 ezer n (szóközökkel).

Pályázni csak eredeti, máshol még nem közölt, illetve máshova közlésre be nem küldött, egyszemélyes cikkekkel lehet. A pályaműveket a www.termvil.hu oldalon található pályázati felületre kell feltölteni. A pályázat feltétele az ott található Pályázói adatlap hiánytalan kitöltése.

A pályázatok benyújtási határidejét az érdeklődésre való tekintettel a kiírók *meghosszabbították: 2023. március 15-ig*.

A pályaműveket a három lap szerkesztősége, a TIT, valamint a DOSZ által felkért tagokból álló zsűri bírálja el. Mindhárom kategóriában a zsűri hoz döntést a díjazottak számáról és a díjakról, amelyek értékes vásárlási utalványok.

A szerkesztőségek a díjazott és a díjazásban nem részesült, de közlésre alkalmas cikkeket – a szerzőikkel egyeztetett szerkesztés után – ellenszolgáltatás nélkül megjelentetik. A pályázat beküldői a pályázaton való részvétellel egyben hozzájárulnak cikkük online közzétételéhez is a lapok internetes változatában.



PADME | PALLAS ATHENE
ALAPÍTVÁNY



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap



BEFETTESÉS A JÖVŐBE

ZOOLÓGIA

Betegsége
kihegyezett kutyaorr

A kutya a farkas házasításának eredménye, mely folyamat kezdetét, noha tudományos viták övezik, nagyjából 10 000 – 100 000 évvel ezelőttre teszik. Ezen idő alatt a kutyák az élet számos területén bizonyították már hasznukat és rátermettségüket, bizonyos feladatok nélkülük nagyon nehezen láthatók el, hacsak nem lehetetlenek. Segédkeznek természeti katasztrófák során a helyszíni mentésben, a bűnüldözésben, terápiás rehabilitációban és még számos olyan területen, amelyre elsőre talán nem is gondolnánk. Nemrégiben azonban kiderült, hogy a kutyák legendásan kiváló szaglása plusz egygyel bővíti a hasznosságukat jelző listát.

Egy tanulmány ugyanis kimutatta, hogy a kedvtelésből tartott kutyák megtaníthatók arra, hogy kiszagolják a krónikus sorvadásos betegséget (angol nevén *chronic wasting disease*, röviden CWD), amely egy olyan halálos betegség, amely a szarvasokat érinti. Az elgondolás bizonyítására irányuló vizsgálat azt sugallja, hogy a detektáló kutyák hasznosak lehetnek a rendkívül fertőző betegség azonosításában, megfékezésében és kezelésében. A kutatást Amritha



Munka a laboratóriumban (KÉP: MISSOULIAN.COM)

Mallikarjun, a Pennsylvaniai Egyetem Állatorvostudományi Iskolájának poszt-doktor kutatója vezette, az eredményeket pedig a *Prion* nevű szaklapban közölték.

„Eredményeink szerint a kutyák képesek kimutatni azokat az illékony szerves vegyületeket, amelyeket a krónikus sorvadásos betegség a székletben hagy maga után – mondja Amritha Mallikarjun. – Nemcsak megmutattuk, hogy ez lehetséges, hanem válaszoltunk egy másik, érdekesebb kérdésre is, miszerint e négylábúak képesek-e kimutatni a betegséget

olyan szimulált terepkörülmények között, mint amilyen a valóságban egy erdőben vagy egy szarvasfarmon várna rájuk.”

A CWD egy olyan betegség, amely számos szarvasfajt érint, beleértve a fehérfarkú szarvast, az öszvérszarvast és a jávorszarvast. Mindig végzetes és rendkívül fertőző, a betegség egy-két évig tünetmentesen jelen lehet az érintett állatban, majd a szarvas fogyni kezd – „sorvad” – és neurológiai tüneteket, például botladozást és nyáladzást produkál. Sajnálatos módon a betegségekre jelenleg nincs gyógymód vagy kezelés.

A CWD 2012 óta van jelen Pennsylvániában, és az állam jelentős összegeket és számos eszközt vetett be a betegség terjedésének megfékezésére. Ebben nagyon komoly akadály és lassító tényező, hogy igencsak körülményes kideríteni, melyik szarvas fertőzött. Egy egészségesnek tűnő, de fertőzött állat hónapokig vagy akár évekig is üríthet fertőző fehérjéket (prionokat), mielőtt belepusztulna a betegségbe. A széles körben használt diagnosztikai teszt csak elhullás után végezhető el, az érintett állat agyának vizsgálatával. Kipróbáltak néhány alternatív tesztet, amelyek során biopsziát vesznek egy potenciálisan fertőzött állatról, amíg az még életben van, de a szarvasok köztudottan nagy stresszel viselik a befogást, így ezeknek a mintáknak a begyűjtése fizikailag és logisztikailag is nehéz.

Charlie felkészül a komoly munkára, melyet az jelez számára, hogy megkapja a munkamellényét (KÉP: AARON BOLTON)



Itt jöttek a képbe a kutyák és rendkívül érzékeny orruk. Először is, a kutatóknak be kellett bizonyítaniuk, hogy a segítő állatok képesek megbízhatóan felismerni a CWD-t. A pennsylvaniai *Working Dog Center* azzal kezdte, hogy három kutyát – Charliet, Kiwit és Jarit – egy nyolc különböző illatanyaggal felszerelt szerkezettel edzették az illatok megkülönböztetésére. Az érzékeny orruk képes megkülönböztetni az egészséges szarvast és a krónikus sorvadásos betegségben szenvedőt, mindezt a szarvas ürülékének szaga alapján. A kutatók CWD-pozitív szarvasok és CWD-vel nem fertőzött szarvasok ürülékmintáinak felhasználásával megtanították a kutyákat, hogy azonosítsák a CWD-hez rendelhető szaganyagokat, figyelmeztetve a szakembereket a CWD laboratóriumban és a terepen való jelenlétére.

A kutyák ügyesnek bizonyultak, és a kiképzésüket követő teszteken az esetek 90–95 százalékában elhaladtak a nem CWD-s minták mellett. Érzékenységük azonban nem volt olyan erős, a pozitív minták mindössze 40 százalékára figyelmeztettek. Ugyanakkor sokkal több időt töltöttek a pozitív mintákat tartalmazó portoknál, ami arra utal, hogy észrevették a különbséget még akkor is, ha nem mindig adták ki a CWD jelenlétére betanított választ.

A természetesebb környezet felé haladva a kutatók azt vizsgálták, hogy a kutyák fel tudják-e ismerni a CWD-pozitív mintákat egy nagy, magántulajdonban lévő szántóterületen. A talaj szennyeződésének, illetve a kutyáknak a mintákkal való érintkezésének elkerülése érdekében a kétgrammos ürülékmintákat hálós fedővel ellátott tégelyekbe helyezték, hogy a szag kiáradjon a tégelyből, majd különböző területeken részben a földbe temették azokat. A kutatók megfigyelték, hogy a terepi kísérlet során kutyák gyakrabban reagáltak a pozitív mintákra, mint a nem CWD-s mintákra. Összességében 11 pozitív mintából nyolcat észleltek a szántóföldön, 13 százalékos hamis negatív arány mellett. Úgy tűnt, hogy a kutyák pontossága nőtt a terepi körülmények hatására.

„Tekintettel arra, hogy mennyi időt töltöttünk a kutyák kiképzésére, nem is beszélve arról, hogy házikedvencekről van szó,

és nem születésüktől képzett keresőkutyákról, eredményeink ígéretesek” – mondta Mallikarjun. – *Ahogy haladunk előre, és olyan kutyákkal is dolgozunk, amelyek kifejezetten arra képezték ki, hogy terepkörnyezetben keressenek, az eredményeink egyre jobbakké lesznek.*

Sz. M.

RÉGÉSZET Hektikus hettita évgyűrűk

Sokan megkérdőjelezik, hogy a klímaváltozás hogyan lenne képes belátható időn belül olyan katasztrófahelyzetet teremteni, amely a nagy embercsoportok elvándorlását, esetleg teljes államok stabilitásának felbomlását eredményezi. Nos, érdemes tanulmányozni a történelmet (legfőképpen azért, hogy ne ismételjük meg azt), hiszen megszámlálni is alig lehet azokat az eseteket, amelyekben az éghajlat erősen közrejátszott hajdani hatalmas birodalmak vesztében – vagy akár ez volt a bukás fő hajtóereje.

A hettiták anatóliai nép voltak, akik birodalma az Kr. e. XIV. században érte el csúcspontját, ekkor a mai Törökország jelentős része, emellett Levante és Felső-Mezopotámia is az irányításuk alá tartozott. Később csatározni kezdtek az újonnan megerősödő birodalmakkal, például az egyiptomi újbirodalommal, illetve az asszír birodalommal, de egészen Kr. e. 1200-ig a térség domináns hatalmának számítottak. Aztán az Kr. e. XII–XIII. század fordulóján történt valami, ami a birodalom gyors összeomlását okozta, ami után a riválisai felfalták a hettita birodalom maradványait. Itt az összeomlás nem drámai túlzás, nem fokozatos leszálló ágról, lassú elmúlásról van szó, hiszen a főváros, Hattuszasz (amelyről az egész birodalom kapta korábbi nevét) mindössze három év alatt teljesen elnéptelenedett.



Ököl formájú hettita ivókupa

(FOTÓ: WIKIPÉDIA)

A New York állambeli *Cornell Egyetem* kutatóinak *Nature*-ben közölt tanulmánya szerint a főváros (és a birodalom) összeomlásában egy példátlan, három évig szakadatlanul pusztító aszály játszotta a főszerepet Kr. e. 1198 és 1196 között. Természetesen nem állítható, hogy a birodalom a szárazságot megelőzően fénykorát élte, és kizárólag az aszály döntött romba mindent, sőt az adatok csak azt bizonyítják, hogy a szárazság és a főváros elnéptelenedése tökéletesen egybeesett egymással. De ha őszinték vagyunk, azt sem jelenthetjük ki, hogy jelenkori civilizációnk mentes mindenféle problémától, az éghajlatváltozást kivéve, tehát érdemes tanulnunk abból, hogy letűnt államok koporsójába hogyan verte be a klíma az utolsó szeget.

A kutatásban ősi famaradványokat vizsgáltak, és megállapították, hogy Kr. e. 1198 és 1196 között nagyon vékony évgyűrűket fejlesztettek, ami szinte stagnáló növekedésre, illetve ezen keresztül rendkívül kedvezőtlen környezeti feltételekre (konkrétan a csapadék hiányára) utal. „*Ha egy teljes évig tart az aszály, az még a modern világban is egész térségek életét döntheti romba. De ha az ókorban három éven keresztül szárazság honolt, az nem csak azt jelentette, hogy nem volt mit enni, de nem volt beszédhető adó, és nem volt miből etetni a hadsereget. Ez pedig*

Hattuszasz romjai

(FOTÓ: WIKIPÉDIA)



alááshatott bármilyen civilizációt” – nyilatkozta Sturt Manning, a tanulmány vezető szerzője.

Hattuszasz minden szempontból központi helyet foglalt el a hettiták államában és gondolkodásában – egyszerre volt közigazgatási és vallási központ (és bizonyos források szerint úgy vélekedtek, hogy az isteneik is a fővárosban laktak). Ennek ellenére a város írásos emlékeibe foglalt idővonalra II. Szuppiluliumasz király Kr. e. 1178-ban véget ért uralkodása után egyszerűen megszakadt, és ezután a birodalom egymással és a külvilággal is hadakozó, gyorsan jelentéktelenedő kis királyságokra szakadt. Hattuszasz valóságos szellemvárossá alakult, később pedig porig égett.

A vizsgálatban a középső Anatóliában található Gordion lelőhelyről (az egykori Hattuszasztól 230 kilométerre nyugatra) előkerült 18 fából származó 23 mintát elemezték, amelyek az Kr. e. 1775–748-ig tartó időszakban éltek, mielőtt építőanyagként használták volna őket. A régészek úgy találták, hogy Hattuszasz utolsó éveiben nagyon vékony évgyűrűk fejlődtek, viszont rovarjárványoknak, illetve tűzvésznek nem találtak nyomát – vagyis a legkézenfekvőbb magyarázat szerint aszály sújtotta a fákat (és minden egyéb élőlényt). A helyi csapadékviszonyok feltérképezése céljából megvizsgálták a Gordionhoz legközelebbi meteorológiai állomás 1929–2009 közötti adatait, és megállapították, hogy átlagosan 15 évente egyszer alakul ki akkora szárazság a térségben (évi kevesebb mint 250 milliméter eső esik), ami ellehetetleníti az árpa és a búza termesztését. Az évgyűrűk alapján úgy tűnik, hogy az időszámításunk előtti XII. század elején három éven keresztül tartott a vége-láthatatlan aszály.

A szárazságok minden bizonyos hároméves periódusokkal szembeesően ismeretlenek a hettiták számára, erre utal, hogy a városaik mellett gyakran építettek víztározókat, amelyeket nyilván öntözésre használtak. De egy három éven keresztül tartó aszályra képtelenség felkészülni, ezen nem segíthet semmiféle tervezés, tartalékolás, és a legbölcsebb előrelátás sem. Megroppant a birodalom gazdasága, a politikai intézményrendszere, ami miatt pedig a birodalom tálcán kínálta magát a szomszéd hatalmak

portyázó és hódító hadai számára. Bizonyos források arra engednek következtetni, hogy Hattuszasz kiűritése után egy új fővárosba, az időjárás istenéről, Tarhuntaszról elnevezett Tarhuntaszszba települt át a közigazgatás, de e város romjait még nem találták meg.

MOLNÁR CSABA

BIOGEOKÉMIA

Zsákszámra kivont szén

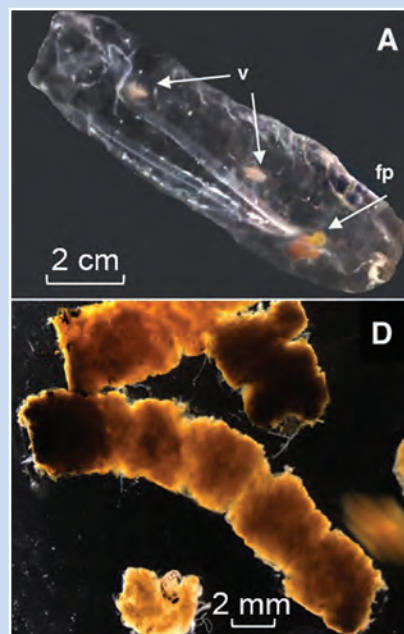
A szalpák előgerinchúros állatok (más néven zsákállatok), amelyek szerte a világ óceánjaiban megtalálhatók. Különlegességük, hogy a kellő tápanyag rendelkezésre állása esetén nagyon rövid idő alatt hatalmas telepeket képesek létrehozni („virágzás”).

A *Global Biogeochemical Cycles* tudományos folyóiratban nemrég megjelent tanulmány szerint a szalpák – a kutatás esetében a *Salpa aspera* faj képviselői – különösen kiemelt szerepet játszhatnak a biológiai szénpumpa működésében, amely eredményeképp a légköri eredetű szén az óceán fenekén végzi, végleg kivonulva a szén-körforgásból. Ennek előnyeit nem oly nehéz megérteni: a véglegesen nyugvópontra került szén nem kerül már vissza a légkörbe üvegházhatású gázok összetevőjeként (sem).

A kocsonyaszerű, átlátszó szalpák több szempontból is különlegesek. Az állatok a planktonszerzés érdekében igen gyorsan képesek nagy mennyiségű víz megszűrésére, és a befogadott táplálékrészecskék méretében is rugalmas elfogadást tanúsítanak a kicsitől a nagyig. Ezek a tulajdonságok pedig azt eredményezik, hogy az állat a sok kis részecskéből egy nagy, gyorsan süllyedő ürülékcsomagot állít elő.

E passzív széntranszport mellett aktívat is működtetnek, ami úgy néz ki, hogy a szalpák napi több száz métert tesznek meg függőlegesen a vízoszlopban a táplálékszerzés érdekében. Éjszakára a felszín irányába úsznak jóllakni, majd nappalra a mélybe távoznak, hogy elkerüljék ragadozóikat. Egy-egy „virágzást” követően a szalpák süllyedő tetemei újabb széntranszport-útvonalat jelentenek a fenék irányába.

Azonban nem minden fenéki szalpa: térbeli és időbeli kiterjedésük egyenetlen, és sűrűsödéseik elsősorban a táplálék mennyiségének megrugásával jönnek létre. E folyamatokat külön-külön már vizsgálták,



Magányos szalpa (A) formálódó végtermékével (fp), és parazitájával, egy felemás lábú rákkal (v); szalpaürülék (D)
(FORRÁS: GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES)

a kutatók mostani eredményének különlegessége viszont épp abban áll, hogy egy „virágzás” alkalmával sikerült méréseket végezni az összes transzportfolyamatra vonatkozóan, és számszerűsíteni a szalpák szén-pumpáló munkáját.

Kanada partjaitól 1000 kilométerre a Csendes-óceán nyílt vizein két kutatóhajó tevékenykedett 2018 augusztusában és szeptemberében, szalpaburjánzás idején. Amíg az egyik hajó hálóval gyűjtötte be a vízoszlopban lebegő lényeket éjjel és nappal egyaránt, amelyeket ezután megszámoltak és azonosítottak, addig a másik hajó egy képkalkító technológia segítségével felmérte a vízben lévő szalpák és azok ürülék-csomagjainak eloszlását.

Eredményeik szerint a zsákállatok 300–750 méter mélyről vándorolnak a felszín felé 100 méteres mélységig. Az ürülék átlagosan naponta 7 mg szenet vitt magával mélybe egy négyzetméterre vetítve, míg az elpusztult szalpák tetemei 0,9 mg-ot, az aktív széntranszport (a napi mozgás) 1 mg szenet vont ki indirekt módon a légkörből. A teljes telep kiterjedését tekintve ez napi szinten átlagosan 100 tonna szén letárolását jelentette. Ha figyelembe vesszük a többi szalpafaj és más zsákállatok szén-megkötő erejét, éves szinten akár 700 millió tonna szén kivonásában is szerepet játszhatnak e tengeri élőlények.

DÁVID TIBOR

MÁSFÉL PERC PUSZTÍTÓ RÁZKÓDÁS

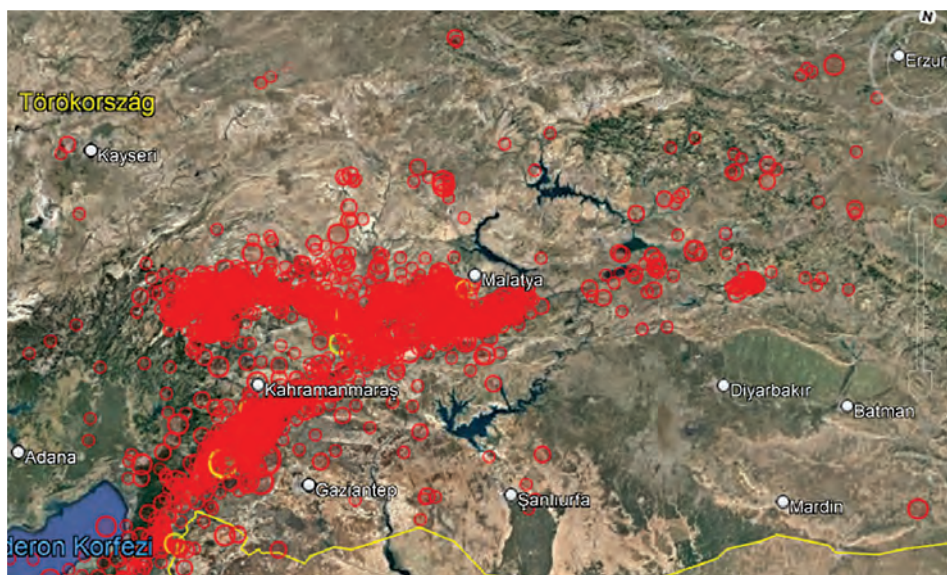
Szavakat is nehéz találni arra a tragédiára, amelyet a törökországi-szíriai hatalmas, $M=7,8$ erősségű földrengés és utóregnései okoztak. Dráma, könnyek, kettétört életek. A katasztrófa ép ésszel felfoghatatlan, a látvány feldolgozhatatlan. A földrengés epicentruma Nurdaği és Gaziantep közelében volt, ahol több millió szíriai menekült is él. A földmozgást Kairóban és Cipruson is érezték. Vajon lehetett volna tenni ellene?

Megrendülve az áldozatok hatalmas számától és látva az összedőlt épületeket, elő kell venni a geológiai térképeket a litoszférelmezekkel (1. ábra), hogy választ kaphassunk arra a kérdésre, hogy mi okozta a földrengéseket és mi áll a pusztító rengések hátterében.

A tektonikai lemezek jelenléte és mozgása a Földön egy természetes és egyedi folyamat, amely több tízmillió éve zajlik. Törökország területének nagy rész az *Anatóliai-lemez*en található, tőle északra a masszív *Eurázsiai-lemez* határolja, délről pedig az *Arábiai-* és az *Afrikai-lemez* végzi önálló mozgását. Az Arábiai-lemez az Afrikai-lemez északra tolódásánál gyorsabban, évente körülbelül egy 1-2 centiméteres sebességgel beleütközik az Eurázsiai-lemezbe, közrefogva az Anatóliai-lemezt, amely emiatt nyugat fele préselődik ki. A lemezhatárokat földrengésekben rendkívül aktív törési zónák jelölik ki; Törökország északi részén az *Észak-anatóliai-vető*, déli területén pedig a *Kelet-anatóliai-vető*. Az utóbbi csúszási sebessége körülbelül 1 centiméter évente, ami fele az Észak-anatóliai-vetőének. 1795 óta a Kelet-anatóliai-vető mentén körülbelül nyolc alkalommal pattant ki 6,7–7,2 magnitúdójú rengés.

Miért volt ennyire halálos?

A mostani földrengés éppen az Afrikai-, az Arábiai- és az Anatóliai-lemez hármass találkozási területén történt. A 2023. február 6-ai földrengés epicentruma körülbelül 15–20 kilométeres mélységben volt, és a Kelet-anatóliai-vető mintegy 600 kilométeres szakaszán egy 200 kilométer hosszú és 25 kilométer mély



törés keletkezett a földkéregben. A megfigyelések szerint a felszínen is láthatóan 3 méteres elmozdulás történt!

A földrengés részben a váratlan erőssége miatt okozott ekkora pusztítást. A Kelet-anatóliai-törésvonal viszonylag csendes volt az utóbbi 100 évben. Az elmúlt bő évszázadban itt nem volt $M7$ -nél erősebb földrengés. A legnagyobb 6,7-es erősségű 2020. január 24-én pattant ki, amelynél a mostani $M7,8$ rengés energiája 20–30-szor volt nagyobb! A magnitúdó-skála logaritmikus léptékű, 1 fokozat emelkedés körülbelül 33-szoros, 2 fokozat különbség pedig már ~1000-szeres (33×33) energiát jelent. A lemezhatáron 1-2 perc alatt több mint 100 év folyamán felhalmozódó feszültség pattant ki.

A mostani, február eleji földrengés során az Anatóliai- és az Arábiai-lemez közötti körülbelül 600 kilométer hosszú Kelet-anatóliai-vető mintegy 200 kilométeres szakaszán oldalelmozdulás történt (2. ábra). A két lemez közötti elmozdulás sokszor a felszínen is

látszik. A 3–4. ábrán egy körülbelül 3 méteres elvetődés látszik, amely olyan erővel történt, hogy elgörbítette a síneket! Még a fényképet látva is alig hiszünk a szemünknek. A rengés sekély, úgy 18 kilométeres fészekmélysége, a felszínig kifutó elmozdulás és a vető 200 kilométer hosszan történt meglódlása tette nagy területen katasztrófálissá a földrengés erejét. A földrengés után drónfelvétel készült Hatay tartomány egy területéről, az ott keletkezett körülbelül 30 méter mély és 200 méter széles hasadék kettéhasított egy olajfaültetvényt.

Előrengés nélkül

A törökországi rengés hatalmas pusztító erejét fokozta, hogy *kettős főrengés* történt. Az $M7,8$ (01:17 UT) erősségűt attól mintegy 110 kilométerre egy második $M7,5$ rengés követezte 10:24 UT-kor (5. ábra). Az utóbbi egy másik (Sürgüi) törésvonalon pattant ki, minden bizonnyal az $M7,8$

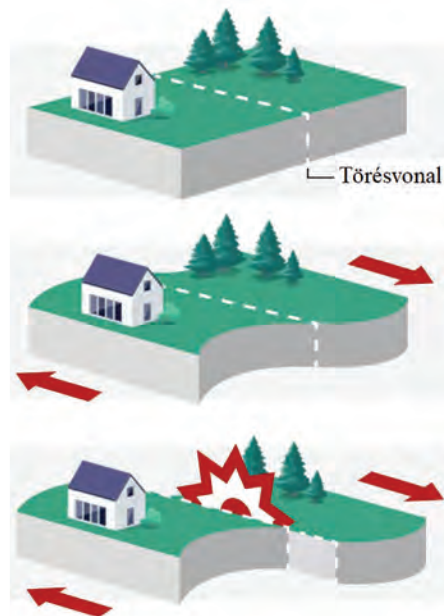


1. ábra. A katasztrófa környezetének tektonikai háttere

rengés hatására ez a szomszédos vető is dominóként megmozdult, az itt kipattant M7,5 rengésnek saját utó-rengései lettek, ami jól kirajzolódik az 1 hét alatt kipattant rengések epicentrumtérképén. A súlyosan megrázott terület hossza körülbelül 200 kilométer tesz ki. Sok épület csak az első rengésben szenvedett enyhe vagy közepes károkat, de a második után már összedőlt. Kárt okozó utó-rengések még hosszú ideig (akár évekig) várhatók, ezek között akár nagyon erős M6-os, M7-es vagy még erősebb is lehet. A két évvel ezelőtti, 2020. decemberi horvátországi földrengés 6,4-es erősségű volt, szinte egész Magyarországon érezni lehetett, és még a mai napig vannak utó-rengései.

3. ábra. Şekeroaba, Türkoğlu/Kahramanmaraş, a sínek alatt mozdult el a két kőzetlemez (CENGİZ ZABCİ TÖRÖK GEOLÓGUS FELVÉTELE)

A főrengést követő három nap utó-rengéseinek méretét és időpontját mutatja a 6. ábra. Megjegyzendő, hogy nem volt előrengés! Ha néhány nappal megelőzte volna a dupla főrengést néhány 1-2 fokkal gyengébb esemény, akkor lehet, nem érte volna ennyire felkészületlenül a katasztrófa az embereket. Hazánkban a legerősebb ismert rengés 1763-ban rázta meg Komáromot és környékét, mérete M6,2 körül lehetett. Az elmúlt 100 évben hazánkban csak két földrengés mérete érte el vagy haladta meg az M5-ös értéket: 1925. január 31-én Egerben M5 és Dunaharasztnál 1956. január 12-én M5,6 rengések voltak. Törökország most megrázott területén 32 M>5 rengés pattant ki már 3 nap alatt! A katasztrófa



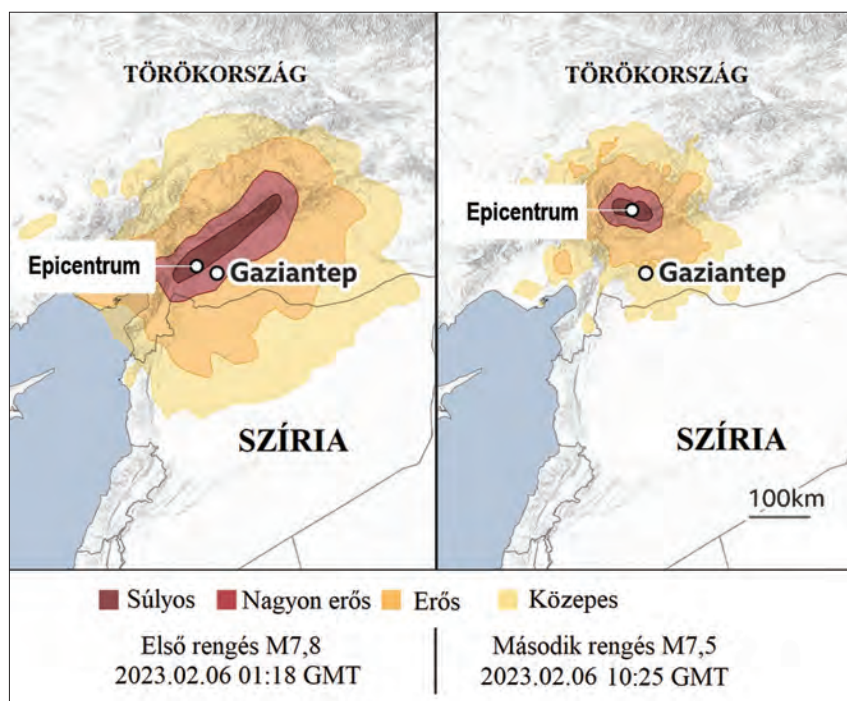
2. ábra. Több mint 100 éve felhalmozódó feszültség oldódott ki egy pillanat alatt, és körülbelül 2 métert csúszott el egymás mellett a két kőzetlemez

méretét nehéz elképzelni. A két főrengés által közepesen megrázott terület mintegy Dunántúl méretű, és az utó-rengések is körülbelül ekkora területen pattannak ki (7. ábra.)

A következő oka a sok áldozatnak az, hogy helyi idő szerint hajnali 4 óra 17 perckor az alvó embereket saját otthonukban érte a földrengés, fel sem ocsúdtak, azt sem tudták, mi történt. Az éjszaka kellős közepén nagyon nehéz az embereknek elmene-külni, amikor lényegében összeroppan-tak az épületek.

4. ábra. Gölbaşı-Türkoğlu területén, Tevekkelli falu határában az autópályán mintegy 3 méteres balos elmozdulás látható (FORRÁS: VERYANSSIN TV TÖRÖKORSZÁG FÜGGETLEN HÍR- ÉS KOMMENTOLDALA)





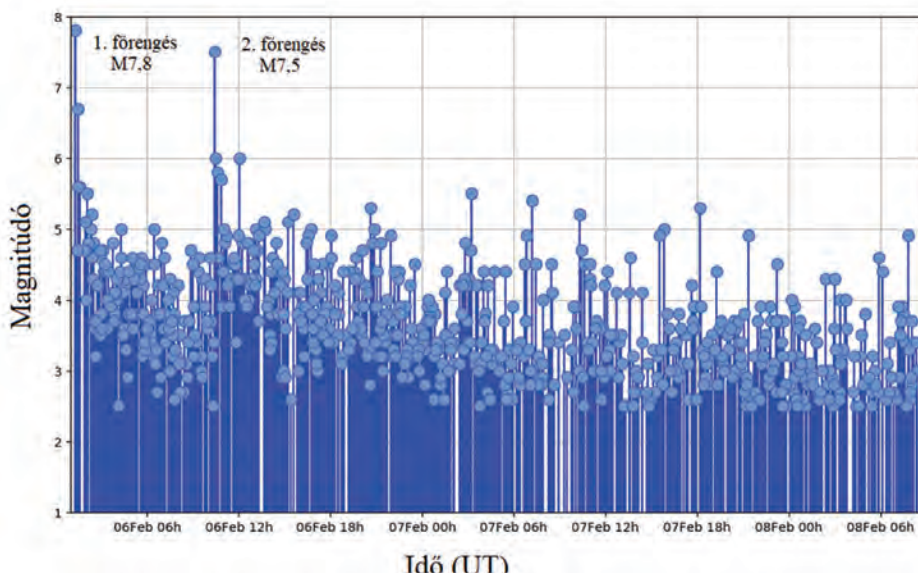
5. ábra. A kettős föregés által megrázott terület mérete (FORRÁS: USGS)

Biztos, hogy földrengésbiztos?

Sajnos gazdasági és társadalmi tényezők tovább súlyosbították a helyzetet. A Törökországot sújtó természeti csapás áldozatainak száma felfoghatatlanul sok. A jelentések szerint 10 tartományban 7584 épület dőlt össze vagy azonnal le kell bontani, és további 12 617 épület súlyosan megrongálódott. A katasztrófát mérsékelni lehetett volna, ha az épületek zömét tényleg földrengésnek ellenállóra

építik. 1999-ben, amikor az Észak-anatóliai-törésvonalon Izmit városát M7,4 erősségű földrengés rázta meg, 17 ezer ember vesztette életét. Most ennek a duplája is lehet. Erre válaszul Törökország kormánya 2004-ben törvényt fogadott el, amely előírja, hogy minden új építménynek meg kell felelni a modern földrengésbiztonsági szabványoknak. Sajnos, ezeket a földrengésekre vonatkozó tervezési előírásokat nem mindig tartották be.

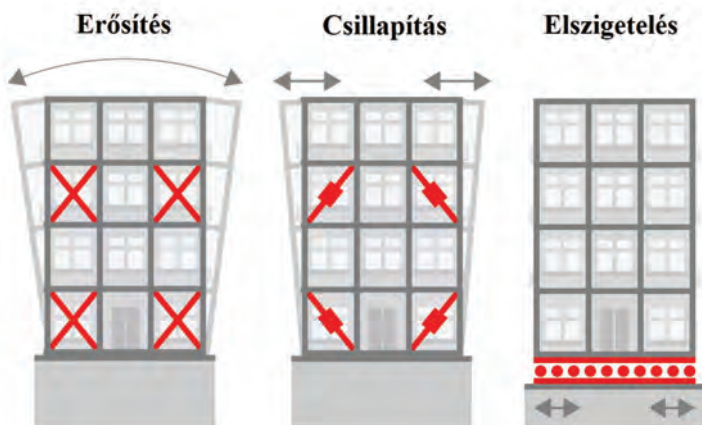
6. ábra. Az M7,8 rengést követő 3 nap utóregéseinek nagysága és időbeli lecsengése



Hanyagságok mutatkoztak az új építési épületek esetében is. Olyanok is összedőltek, melyek állítólag megfeleltek a legújabb földrengési előírásoknak. Most több olyan tavaly épült többemeletes ház is összedőlt, amelyek a hirdetések szerint „a legújabb földrengési előírásoknak megfelelően épültek”! Valószínűleg a vállalkozók spóroltak, megpróbáltak takarékoskodni a cementtel, olcsóbb anyagokat építettek be, és a hatóságok se végeztek el az ellenőrzéseket kellő gondossággal. Még az 1999-es izmityi rengés kárfelmérésekor derült ki, hogy egyes esetekben a kivitelezők tengeri homokot keverték össze betonnal, hogy spóroljanak az építkezések költségein. Több iskola, középület, kórház, sőt a törökországi Katasztrófa- és Vészhelyzet-kezelési Hatóság (AFAD) székhelye is összeomlott a déli Hatay tartományban. A török állam szabályozása szerint ezeknek az épületeknek sokkal erősebbeknek kellett volna lennie, hogy túléljenek minden földrengést vagy más természeti katasztrófát, hogy fennakadás nélkül szolgálhassák az embereket a válság idején.

A 2018-ban frissített szabványoknak megfelelően kellett volna építkezni a földrengésveszélyes régiókban! A képeken és videókon bemutatott leomlott épületeken azonban az látszik, hogy hiányoztak róluk az alapvető földrengésálló szerkezetek, például a megerősített acélváz vagy az oszlop-rögzítés. Az építési biztonsági követelmények az épület használatától és a földrengés által leginkább veszélyeztetett területekhez való közelségtől függően változnak: az egyszerű megerősítéstől az egész épületen belüli mozgáscsillapítókra át egészen a teljes alapnak egy óriási lengéscsillapító tetejére történő elhelyezéséig, amely elszigeteli a mozgástól az épületet (8. ábra). A meg nem erősített épületeknél fellépett a palacsintázódásnak nevezett jelenség, ami azt jelenti, hogy az épületek belseje lényegében összeroppan, mivel a belső padlók és szerkezetek nem kapcsolódtak elég erősen a külső falakhoz.

Sajnos, bármilyen erős is az építmény, közvetlenül a törésvonalra épített egyetlen ház sem lett volna képes túlélni ekkora földrengést. Pontos törésvonalterképeket kell készíteni a



8. ábra. Az épületek megerősítésére több módszer is létezik (A SZERZŐ ÁBRÁI)

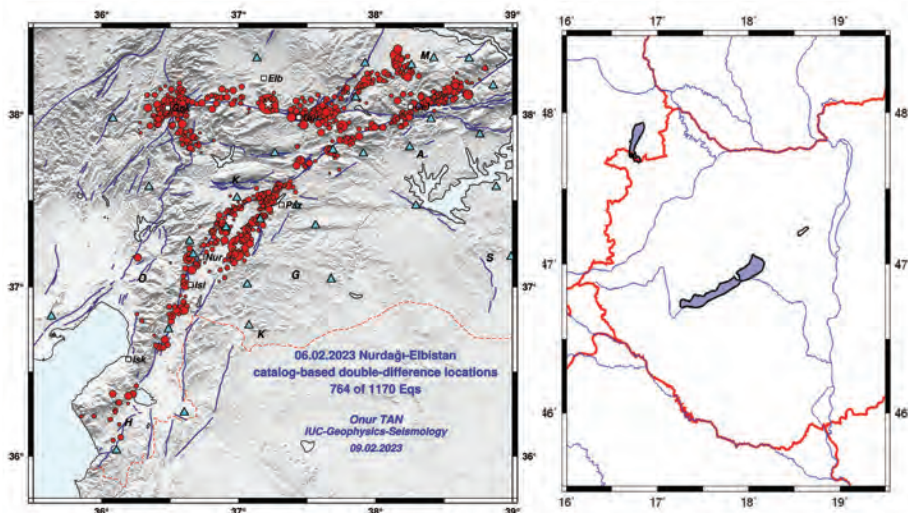
földrengésveszélyes területekre (amelyek el is készültek például Kahramanmaras városára). Közvetlenül az aktív törésvonalakon lévő területeket építési tilalommal rendelkező zöldövezetökké kellene alakítani. Senki sem hallgatott a szakemberekre. Kahramanmaras polgármestere sem vette komolyan a földrengésbiztonsági elemzéseket...

A legjobb tudásunk szerint nem lehet előre jelezni a földrengéseket, annak ellenére sem, hogy űrgeodéziával a műholdakról végzett mérésekkel már évi néhány milliméteres földmozgást is jól meg lehet figyelni. Az előrejelzés azt jelenti, hogy a rengés epicentrumát néhányszor 10 kilométeres, az időpontját 1–2 napos és a méretét 0,5–1 magnitúdó pontossággal előre megmondjuk. Több száz kilométeres vető esetén azonban a rétegek nem

homogének, s nem lehet tudni, hogy egyetlen nagy törés vagy akár több ezer kicsi fog bekövetkezni. Nem ismerjük több tíz kilométer mélyen a feszültségviszonyokat.

A Törökországot és Szíriát sújtó földrengések előtt videofelvételek készültek furcsán viselkedő madarakról. Valamit biztosan megéreznek az állatok – lehet, hogy ez vezet majd az előrejelzés megoldásához. Rengeg ipari kamera működik, majdnem mindenkinél van mobiltelefon, mindent pontosan vissza lehet nézni. Hajlamosak vagyunk utólag összekombinálni a különös viselkedéseket az azt követő rendkívüli dolgokkal. Ezek a megfigyelések sajnos nem megismételhetők, nem tartoznak a tudományosan elemezhető megfigyelések közé. Számos oka lehetett a

7. ábra. Három nappal a főrengések után közel ezer $M > 2,5$ utórengés epicentrumtérképe két vetőt rajzol ki, amelyek mentén a kőzetlemezek elmozdultak. Az utórengések által érintett terület valamivel nagyobb, mint a Dunántúl.



Erősítés: Az épületeket állós gerendák teszik szilárdabbá és úgy tervezik őket, hogy feloszthatók legyenek merev egységekre az összeomlás megelőzése érdekében.
Csillapítás: A rázkódás minimalizálása érdekében az épületen belül szeizmikus energiát elnyelő csillapító falakat építenek.
Elszigetelés: Sokemeletes épületeknél földrengéselnyelő eszközöket (szigetelőket) használnak az alapozásuk részeként. A rengéselnyelő eszközök közé tartozik a laminált gumi, ólom, rugók, lengéscsillapítók, golyóscsapágyak stb.

madarak rendkívüli viselkedésének, és sok furcsa állati viselkedést nem követnek földrengések.

Biztos, hogy Törökországban közel a törésvonalakhoz továbbra is várható nagy erejű földrengések. A valódi kérdés az, hogy mikor, amit viszont nem lehet megmondani. Marad a felkészülés, az épületek minél előbbi megerősítése.

A szomszédban is rengett

Február 13-án Romániában a magyarországi határtól körülbelül 200 kilométerre egy $M_{5,2}$ erősségű földrengés pattant ki úgy 18 kilométer mélységben, amelyet Szegeden és Békéscsabán is érezni lehetett, és több utórengés is követte. Majd 14-én az előző napinál is erősebb, 5,6-os magnitúdójú földrengés keletkezett magyar idő szerint 14:16 perckor Zsilvásárhelytől 20 kilométerre északra, Lupény közelében, az országhatárunktól közelítőleg 200 kilométerre délkeletre. A rengés epicentruma közel volt a február 13-ai, 5,2-es magnitúdójú földrengéséhez. E rengések nincsenek közvetlen összefüggésben a törökországi rengésekkel.

Lapunk nyomdába adásakor érkezett az újabb hír: Új-Zélandon, ahol az előző napokban a Gabrielle ciklon tarolta végig az ország északi felét, nyomában hatalmas áradásokat és újabb földcsuszamlásokat okozva, $M_{5,7}$ erősségű földrengést regisztráltak február 15-én délelőtt. A rengés epicentruma sekélyen volt az ország két fő egységét, az Északi- és a Déli-szigetet elválasztó Cook-szoros térségében, Wellington városától északnyugatra. Ezen a területen halad át a Csendes-óceáni- és az Ausztrál-Indiai-lemezt elválasztó alpi törérendszer – A szerk.

KISZELY MÁRTA szeizmológus

APRÓ RÉSZLETEKTŐL NAGY ÖSSZEFÜGGÉSEKIG

Mintegy 110 év telt el azóta, hogy Eugen Bleuler először alkalmazta a pszichiátriában a skizofrénia kifejezést (azelőtt a kissé megtévesztő *dementia praecox* név volt használatos), azonban a tünetekhez vezető agyi mechanizmusok máig ismeretlenek előttünk. Számptalan izgalmas részinformáció áll rendelkezésünkre különféle agyterületekről, molekuláris, celluláris és genetikai mintázatokról, de a kirakósból még mindig túl sok hiányzik... Vagy esetleg túl közelről nézzük, azért nem áll össze?

A skizofrénia a világ lakosságának mintegy 1 százalékát érinti. Háttérben nem egyetlen, hanem több száz génmutáció játszik szerepet, és a tudomány jelenlegi állása szerint nincs egyértelmű, objektív diagnosztikus markere. Számptalan gén és környezeti hatás játszik össze, hogy – valószínűleg az idegrendszer fejlődése és érése során fellépő zavarok révén – létrehozzák azt az állapotot, amit jobb híján skizofrénianak nevezünk. Mivel mechanizmusát pontosan nem ismerjük, gyógyítani sem tudjuk – bár az antipszichotikumok és a pszichoterápia együtt képes visszaszorítani a tüneteket. Az oki kezeléshez vezető tudományos áttörés még várat magára, ezért a gyógyszerfejlesztés is stagnál.

Logisztikai, módszertani és elméleti problémák is lassítják a felfedezések ütemét. A neuropszichiátriai zavarok releváns kutatásához elengedhetetlen az emberi agyszövet – a világon rendkívül kevés, mintegy 200–300 skizofrén páciensből származó, kutatható agy áll rendelkezésre. Ezek a világ minden táján, agybankokban tárolva található. A szövet igénylésének folyamata (különböző bürokratikus procedúrák miatt) akár 2–3 évet is igénybe vehet. Törekedni kell arra, hogy a vizsgálandó csoportok lehetőleg egy agybankból származzanak, valamint kiegyensúlyozott nem- és koreloszlású mintákkal rendelkezzenek. Külön kihívást jelent a *post mortem* intervallum (a halál beállta és a fixálás közt eltelt idő) és a fixálási idő, amelyek nagyban befolyásolhatják a szövet minőségét. Egyéb kihívás az eredmények értelmezésénél



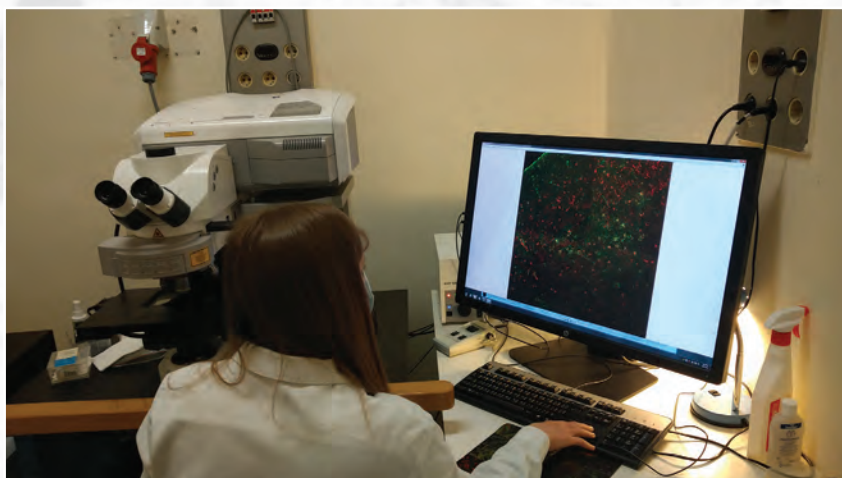
A laptop mint digitális mikroszkóp, amelynek segítségével az agymetszetek sejtípusai gyorsabban, könnyebben elemezhetők

a gyógyszeres kezelés, ami gyakran évtizedeket jelent a betegség krónikus lefolyásának köszönhetően. A hosszú távú medikáció maga is vezethet sejt- és transzkriptomikai szintű változásokhoz. Ezt a hatást olyan csoport vizsgálataival lehet kiszűrni, amely nem vagy minimális ideig részesült gyógyszeres kezelésben (naiv csoport). A klasszikus neurohisztológiai kutatások során ritkán sikerült különböző biológiai szinteket egyszerre vizsgálni, vagyis egyazon mintából genetikai, transzkriptomikai, transzlációs és celluláris szintű információt nyerni. Szintén ritkán valósul meg az, hogy a talált mintázatokat – „fenotípusokat” – korreláltassák a kórtörténettel. Ehhez természetesen az is szükséges, hogy a klinikai információ is rendelkezésre álljon a kutató számára. Ez az esetszintű elemzés teremti meg annak a lehetőségét, hogy a betegség heterogenitását megértsük,

és elindulhassunk a kórképet létrehozó és valószínűleg változatos neuropatológiai mechanizmusok feltárása felé. Ez a megközelítés alapfeltétele annak, hogy távlati célként eljuthassunk az eltérő neuropatológiai folyamatokat esetszinten gyógyító szemlélyre szabott orvosláshoz.

Fehérjék a célkeresztben

A neuroanatómiai kutatások egy része a fehérjékre irányul. Az agyban például a legtöbb sejtípus elkülöníthető valamilyen fehérje kifejeződése alapján. Az egyes sejtípusok detektálása a klasszikus módszerekkel időigényes és nehezen reprodukálható folyamat. Ma már a metszeteket teljes egészükben be tudjuk szkennelni, így könnyebben elemezhető és ellenőrizhető képek készülnek róluk. Ez az elemezhető terület nagyságát is növeli (a korábbi négyzetmilliméteres



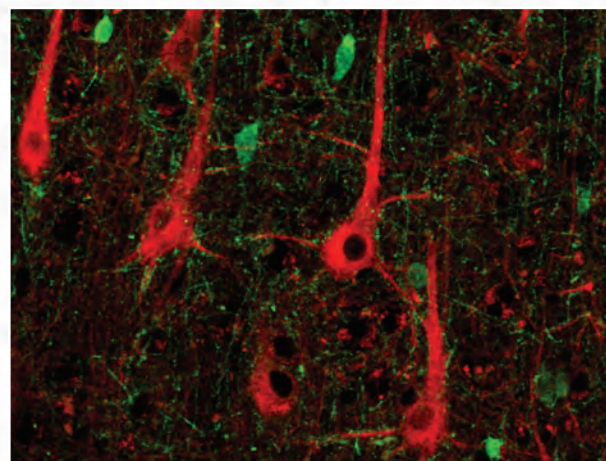
Agymentszetek befényképezése lézerszenning konfokális mikroszkóppal

tartományról négyzetcentiméteres tartományra), valamint lehetővé teszi nagyobb térleptékű térbeli mintázatok felismerését. A digitális metszeteknek köszönhetően a mesterséges intelligenciát az agykutatásban is hasznosíthatjuk: jelenleg gépi neurális hálózatokat tanítunk sejtdektálásra, amit Csabai István kutatócsoportjával (ELTE) közösen végzünk.

Azonban legalább ilyen fontos az mRNS szintjén történő vizsgálódás. Gondoljunk úgy a sejtmagban tárolt DNS-re, mint az emberiség legnagyobb szakácskönyvére. Tegyük fel, kimásolunk belőle egy receptet: ez a transzkripció, a kimásolt recept pedig a messenger RNS. A recept alapján megsütjük a kívánt süteményt (ez a transláció folyamata, a kisült sütemény pedig egy bizonyos fehérjének felel meg). Az RNS-ekkel foglalkozó tudományág a transzkriptomika. A napjainkban futótűzként terjedő vívmány, az egysejt szintű RN-S szekvenálás elképesztő távlatokat nyitott a tudományban: minden eddigénél pontosabban tudunk általa sejt-áltípusokat azonosítani, valamint anyagcsereútvonalaik és receptorkészletük alapján a funkciójukról is nyerhetünk információt. Különböző betegségcsoportokból származó minták esetén pedig ez jelenleg a legérzékenyebb és leginformatívabb módszer arra, hogy a szövetek sejtípus-specifikus eltéréseit detektáljuk. Sorra jelentek meg a tanulmányok autizmus spektrum zavarról, Alzheimer-kórról, szklerózis multiplexről és Huntington-kórról. Nekünk pedig ott voltak a fagyasztóban a skizofrén

minták. 2017-ben kezdtük az együttműködést a Koppenhágai Egyetem transzkriptomikai munkacsoportjával (Konstantin Khodosevich csoportjával), ami mostanra érett be: munkánkat idén októberben publikáltuk a *Science Advances* folyóiratban.

A részletes transzkriptomikai vizsgálatnak köszönhetően sosem látott pontossággal tudtuk konkrét sejtípusokhoz kötni a skizofréniában bekövetkező génexpressziós változásokat, valamint az mRNS-szintű eredményeket ugyanazokból a mintákból származó, fehérjeszintű adatainkkal is összevetettük. A Koppenhágai, Harvardi és Zágrábi Egyetem kutatóival közösen végzett kísérletsorozatban mintegy 220 ezer neuron génexpressziós mintázatát vetettük egybe 120 ezer neuron morfológiai és topográfiai analizésével a dorzolaterális prefrontális kéreg területén, amely lamináris szerkezetű, 6 rétegből épül fel. A kísérletben összesen 16 skizofrén és 19 kontroll eset mintáit vizsgáltuk az egy-sejtmag szintű RN-S szekvenálás, térbeli transzkriptomika, fluoreszcens in situ hibridizáció és immunhisztokémia kombinációjával. A különböző módszerekkel kapott eredmények mind a felső rétegekre jellemző interneuronok (szomatosztatín, parvalbumin és calretinin mRNS-t kifejező altípusok) és serkentő (CUX2 pozitív) sejtek érintettségére utaltak. A megváltozottan kifejeződő géneket online adatbázisok segítségével tovább vizsgáltuk, hogy megtudjuk, ezek az adott sejtípusban milyen jelátviteli útvonalakhoz, élettani funkcióhoz köthetők. A skizofréniában magasabban

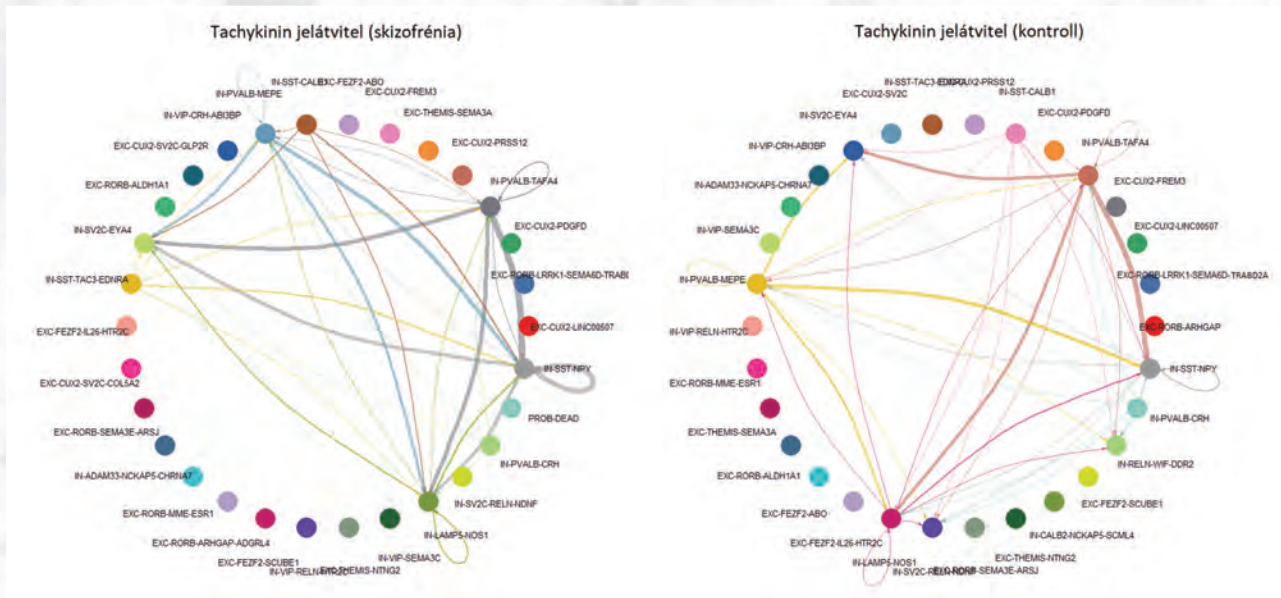


Az agykéreg gátló- és serkentő neuronjai fluoreszcens festéssel

kifejeződő gének az idegsejtek közti szinaptikus jelátvitelben, és egyes idegfejlődési folyamatokban játszanak szerepet. Az alacsonyabb mértékben kifejeződő gének érdekes módon többnyire metabolikus folyamatokhoz, mitokondriális működéshez, valamint a fehérjetermeléshez köthetők. Mindez arra utal, hogy skizofréniában nem megfelelő a neuronok energiaellátása, ezzel párhuzamosan megváltozik a sejtek közötti, szinaptikus jelátvitel génexpressziós lenyomata. Mindemellett a skizofrénia heterogenitását tovább erősítve két új celluláris fenotípust írtunk le a dorzolaterális prefrontális kéreg területén. Eredményeink gyakorlati haszna, hogy kiindulópontként szolgálhatnak további állapotmodelles (Dobolyi Árpád, ELTE) és skizofrén páciensekből származó, indukált pluripotens őssejtes tenyészeteken (Réthelyi János, Semmelweis Egyetem) végzett kísérletekhez, amelyekben az általunk feltárt sejtpopulációk, receptorok és anyagcsereútvonalak célzottan befolyásolhatók. Ezek segítségével választ kaphatunk arra a kérdésre, hogy valóban a megfigyelt változások állnak-e a skizofrénia tüneteinek mögött, hogy amit a post mortem agyszövetben megfigyelünk, az ok vagy következmény.

Az egészséges agy kutatása

A skizofrénia mellett munkacsoportunk az autizmus spektrum zavarral is foglalkozik. A két betegségcsoport között érdekes módon jelentős mértékű átfedés van genetikai, transzkriptomikai, celluláris és tüneti szinten is. Fő célunk, hogy a megváltozott működésű sejtípusokat feltárjuk,



Az egyes sejttípusok közötti kapcsolatok elemzése bioinformatikai módszerrel (CellChat); skizofréniában jelentős változás figyelhető meg

majd hogy funkciójukat megértsük, elhelyezzük ezeket a lokális agyi hálózatokban. Sajnos, meglepően keveset tudunk az emberi agykéreg egyes sejttípusainak a neuronális hálózatban betöltött szerepéről; még kevesebbet a kéreg alatti területekről. Amíg az egészséges emberi agy bonyolult rendszerét nem térképezzük fel részletesen, addig reményünk sincs megérteni

A laborba beérkező agyak feldolgozása – gyarapszik a Főemlősgagy-gyűjtemény



a neuropszichiátriai kórképekben megfigyelt különféle mintázatok funkcionális következményeit.

Követve Dobzhansky tételét, miszerint „a biológiában semminek nincs értelme, ha nem az evolúció fényében nézzük”, az emberi agyat is csak a főemlősgagy evolúciójának tanulmányozásával érthetjük meg. Az evolúció során újonnan kialakult sejttípusok, receptorváltozatok a legsérülékenyebbek a rendszer egésze szempontjából. A neuropszichiátriai zavarokban általában zavart szenved a serkentő-gátló egyensúly, és eredményeink megmutatták, hogy ebben jelentős szerepe van a felső rétegbeli neuronoknak. A felső kérgi réteget „evolúciós hotspotnak” tekintjük: itt, azon túl, hogy egyes interneuronok (pl. calretinin) relatív sűrűsége megnőtt, az idegsejtek egyre több alcsoportja jött létre, ami egyfajta specializációnak tekinthető. Ezt a gondolatmenetet követve a skizofrénia és az autizmus az agy rendkívül gyors fejlődési ütemének a „melléktermékei”, az emberi agy evolúciójának velejárói. Ezért fogtunk neki a Főemlősgagy-gyűjtemény létrehozásának, amelyet a Fővárosi Állatkert főállatorvosával, Sós Endrével közösen indítottunk 2016-ban, és amelyhez azóta a Nyíregyházi Vadaspark (Biácsi Alexandra) és a Veszprémi Állatkert is csatlakozott (Tóth-Almási Péter). A természetes úton elpusztult egyedek agyát a lehető legrövidebb idő alatt átvesszük, feldolgozzuk és fixáljuk. Mára a gyűjteményben már több

mint 40 egyed agyát tároljuk 13 fajtól. A nagyobb taxonómiai csoportok (óvilági majmok, újvilági majmok, lemurfélék) mind képviselve vannak és hamarosan összegyűlik legalább három egyed fajonként, így kvantitatív eredményeink már elemezhetőek és informatívak lesznek. A Főemlősgagy-gyűjtemény nyitott a hazai és nemzetközi kutatók számára, releváns kutatási tervvel bárki igényelhet mintát.

Adatbányászat

Az utóbbi években végzett kísérleteink közelebb vittek minket a skizofrénia feltárásához: jó adag szerencse is kellett ahhoz, hogy sikerült azokat a mintákat megszekszenálni, amelyekből rengeteg sejt szintű információk már rendelkezésre állt. Ráadásul a történetnek nincs vége. A megszekszenált minták adataiban még bőven lehet bányászni. Egy új programcsomaggal jelenleg azt vizsgáljuk, hogy mely jelátviteli útvonalak hogyan változnak a skizofrén csoportban. Emellett rendkívül izgalmas a mintákat közös térben elemezni és felmérni az egyéni heterogenitás mértékét. Úgy gondoljuk, hogy ezeket az információkat a részletes kórtörténettel összevetve akár közelebb kerülhetünk a skizofrénia „altípusok” vagy inkább „spektrum” megismeréséhez, ami végre új lökést adhatna a célzott gyógyszerfejlesztési kísérleteknek.

ADORJÁN ISTVÁN kutatóorvos, Semmelweis Egyetem Anatómiai Intézet, Neuropszichiátriai Munkacsoport

PAPÍRT PAPÍRBÓL

Az Európai Papíripari Szövetség évente megjelenő statisztikai összefoglalójából értesülhetünk az ágazat termelési adatairól. Az idei jelentés még nem látott napvilágot, a múlt évből a 2021-es uniós adatok olvashatók ki. Az egy év alatt felhasznált 80 millió tonna papír (majdnem 180 kg jut egy főre) 71,7 százalékát sikerült újrahasznosítani, ami jelentős eredménynek számít az 1991-es 40,3 százalékhoz képest, és közel jár az évtized végéig megcélzott 76 százalékhoz. Márpedig egyre több papírra van szükség.

Az újságokat egyre többen fizetik elő elektronikus formában, ami amellet, hogy környezettudatos megoldás, általában az olvasó számára is gazdaságosabb. (Itt jegyezzük meg, hogy erre az Élet és Tudomány esetében is van módja az olvasóknak.) Egyre népszerűbbek az e-bookok is a hagyományos könyvekkel szemben. A hivatalok, bankok is előszeretettel kínálják az e-ügyintézés lehetőségét, ami az ügyfeleknek is kényelmes és gyors ügymenetet nyújt, ezért egyre népszerűbb. Ugyanakkor a kartondobozokat töretlenül alkalmazzák a csomagolótechnikában, és a műanyag göngyölegek visszaszorítására tett lépések eredményeként a papír ismét egyre népszerűbb. A használt nejlonszatyrok, zsugorfóliák, PET-flakonok, tubusok, tégelek és kupakok kezelése valóban nem egyszerű feladat, nem mind hasznosítható újra, a lerakókba kerülő mennyiség jelentős környezeti terhelést jelent, nem is beszélve az út szélén vagy épp az erdőben elhagyott darabokról. Ahol van rá mód, célszerű papír alapanyagú csomagolásokkal kiváltani a műanyagipari megoldásokat. Csakhogy ezek előállításuk sem egyértelműen környezetbarát folyamat. A papír elsődleges alapanyaga a fa. A kivágott törzseket áztatják, hántolják, aprítják, majd lúgos főzés következik. Atmoszféra után tovább őrlik. Az így kapott péphez fehérítő, víztaszító, vagy egyéb tulajdonságokat befolyásoló adalékok kerülhetnek. A felvázolt műveletsor rengeteg vizet és energiát igényel, a felhasznált víz nagy része pedig szennyvízként jelentkezik a technológia végén, de jelentős a légszennyezés is. A fa alapanyagot részben vagy egészben helyettesíthetjük papírhulladékkal. A darabolás és áztatás itt sem úszható meg, de lényegesen kevesebb víz és energia felhasználásával állítható elő a papírpép.



Ezt aztán szitára terítik, préselik, szárítják, és elkészül a papír, amire azután a minőségétől függően könyvet, újságot nyomtatnak, vagy tasak, hullámkarton készül belőle.

Egy tonna papír újrahasznosításával 26 ezer liter vizet, 270 liter fűtőolajat, 4 Megawattóra elektromos energiát lehet megspórolni, és 31 fa marad életben. Ráadásul a hulladékból akár 5-10-szer is készíthető papír újra és újra. Vannak persze, olyan felhasználási területek, ahol nem szeretnek újrahasznosított papírt alkalmazni, hiszen az nem hófehér, azonban sok esetben nincs igazi jelentősége a dolognak, csupán a szokásaink rabjai vagyunk.

Március 1. az Újrapapír Napja. Jó alkalom ez arra, hogy újrapapírra váltsunk az irodában, vagy átgondoljuk, hogy mely szintetikus csomagolóanyagokat cserélhetjük (lehetőleg újrahasznosított) papírra munkánk során vagy a háztartásban.

J. S. A.



KEDVES OLVASÓ!

Ön mihez kezd a papírhulladékkal? Kérjük töltsse ki kérdőívünket a kódot beolvasva, vagy írja meg az eltud@eletestudomany.hu címre! A beérkezett válaszokat (név nélkül) egy későbbi cikkünkben fogjuk összefoglalni.

A KEHOP-3.1.5-21-2021-00003 sz. projektet támogatta Magyarország Kormánya és az Európai Unió.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

BME-ÉLET ÉS TUDOMÁNY- PRO PROGRESSIO ALAPÍTVÁNY ISMERETTERJESZTŐ CIKKPÁLYÁZAT



A BME által művelt tudományterületek legfrissebb eredményeinek és kérdésvetéseinek valamint tudománytörténeti vonatkozásainak széles körű megismertetésére és népszerűsítésére a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (továbbiakban: BME), a Pro Progressio Alapítvány és az Élet és Tudomány közös ismeretterjesztő cikkpályázatot hirdet a *BME oktatói, kutatói és hallgatói részére* két kategóriában: BME oktató-kutató és BME hallgató.

A pályázaton indulhat:

- minden olyan tudományos kutató vagy egyetemi oktató, aki a BME-vel alkalmazottként jogviszonyban áll vagy az Egyetem nyugalmazott oktató-kutatója;
 - minden, a BME teljes idejű alapképzésében, mesterképzésében, egységes osztatlan, doktori képzésében aktív, naplali tagozatos hallgatói jogviszonnyal rendelkező hallgató.
- A pályázatra olyan pályaműveket várunk, amelyek ismeretterjesztő megközelítéssel készülnek, így ennek megfelelően közérthető, nem pusztán tudományos tartalommal készült kéziratok. Tartalmi szempontból oktatói és hallgatói kategóriában 4-4 alkategóriában hirdetünk meg díjakat:

Oktatói – kutatói kategória:

- *Önálló kutatás:* olyan kéziratokat várunk, melyeknek célja a BME által művelt tudományterületek legfrissebb eredményeinek és kérdésvetéseinek széles körű megismertetése és népszerűsítése és nem tartoznak az alábbi alkategóriák egyikébe sem (fenntarthatóság, ÚNKP, tudománytörténet)
- *Fenntarthatóság:* körforgásos gazdaság, környezettudatos megoldások témában várunk ismeretterjesztő cikket, melyben kutatói és fejlesztői eredményeiket mutatják be a fenntarthatóság területéhez kapcsolódóan
- *ÚNKP:* olyan, az Új Nemzeti Kiválóság Program keretében folyó kutatási projektekhez kapcsolódó ismeretterjesztő írásokat várunk, amelyekben a pályázók közérthető módon mutatják be saját kutatásukat, annak célját, módszerét, eddigi vagy várható eredményeit és tudományos vagy gyakorlati hasznosíthatóságának lehetőségét. Oktatói/kutatói pályázói minőségben, saját kutatással lehet kéziratot benyújtani, témavezetőként, ebben a kategóriában nem.
- *Tudománytörténet:* olyan tudomány- és egyetemtörténeti írásokat várunk, melyek ismeretterjesztő megközelítéssel mutatnak be a 2023/24-es évekhez kapcsolódó évfordulós kutatást, kutatót, tudományos eseményt vagy eredményt.

Hallgatói kategória:

- *Önálló kutatás:* olyan kéziratokat várunk, melyeknek célja a BME által művelt tudományterületek legfrissebb eredményeinek és kérdésvetéseinek széles körű

megismertetése és népszerűsítése és nem tartoznak az alábbi alkategóriák egyikébe sem (fenntarthatóság, ÚNKP, TDK)

- *Fenntarthatóság:* körforgásos gazdaság, környezettudatos megoldások témában várunk ismeretterjesztő cikket, melyben kutatói és fejlesztői eredményeiket mutatják be a fenntarthatóság területéhez kapcsolódóan
- *ÚNKP:* olyan, az Új Nemzeti Kiválóság Program keretében folyó kutatási projektekhez kapcsolódó ismeretterjesztő írásokat várunk, amelyekben a pályázók közérthető módon mutatják be saját kutatásukat, annak célját, módszerét, eddigi vagy várható eredményeit és tudományos vagy gyakorlati hasznosíthatóságának lehetőségét.
- *TDK:* olyan, a TDK keretében folyó kutatási projektekhez kapcsolódó ismeretterjesztő írásokat várunk, amelyekben a pályázók közérthető módon mutatják be saját kutatásukat, annak célját, módszerét, eddigi vagy várható eredményeit és tudományos vagy gyakorlati hasznosíthatóságának lehetőségét.

A cikkek terjedelme 10 000 – 11 000 karakter (szóközök nélkül) doc formátumban, 3-4 illusztrációval (az utóbbiakat külön fájlban, képfomátumban), képaláírásokkal ellátva. Mivel ismeretterjesztő cikkeket várunk a beadáskor, kérjük, ne a tudományos szakcikkek formai előírásait kövessék, pl. ne tartalmazzanak jegyzeteket, irodalomjegyzéket stb.

A díjazás:

A díjazottak kutatási tevékenységük további eredményes folytatása érdekében díjazásban (ösztöndíjban) részesülnek, melyekre a kiírók díjalapokat hoznak létre.

- Oktatói-Kutatói pályázati díjalap: 500 000 forint
- Hallgatói pályázat díjalap: 400 000

A díjalapok alkategóriánkénti felosztásáról a szakmai zsűri dönt, az alkategóriában beadott pályázatok száma, aránya és minőségi megoszlása alapján. Mind a díjazásban részesült, mind a nem díjazott, de közlésre érdemes írásokat az Élet és Tudomány szerkesztett formában, ellenszolgáltatás nélkül fogja megjelentetni.

A zsűri tesz javaslatot a Pro Progressio alapítvány kuratóriumának a díjazottak személyére és a díjak megosztására vonatkozóan.

A pályázat beadása:

A pályázat benyújtása e-mailen lehetséges, az alábbi két cím mindegyikén eltud@eletstudomany.hu és ppai@proprogressio.hu. Kérjük, tárgyként a pályázó tüntesse fel: BME – ET cikkpályázat. Az e-mailhez csatolva küldje be a kitöltött és az illetékes tanszékvezető által aláírt Pályázati lapot. A pályázatok beküldésének határideje 2023. április 11. kedd. A pályázók írásbeli értesítést kapnak a pályázat eredményéről.

CZIGÁNY TIBOR REKTOR, BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÓZON ÁKOS FŐSZERKESZTŐ, ÉLET ÉS TUDOMÁNY
PAKUCS JÁNOS ELNÖK, PRO PROGRESSIO ALAPÍTVÁNY

TENGERSZINT FELETTI MAGASSÁGUNK VÁLTOZÁSA

Napjainkban okostelefonunk segítségével szinte bármikor, bárhol meg tudjuk mérni, hogy milyen tengerszint feletti magasságon állunk. Ám ezek az eredmények akár több méterrel is eltérhetnek a **valóságtól. Noha ez készülékeink mérési hibájából adódik, az elmúlt másfél évszázadban ettől függetlenül** is változott hegységeink magassága. Az egykori Magyar Királyi Földtani Intézetben készített „magaslati térképsorozat” **abba az időbe repít vissza, amikor hazánk szintezési hálózatának kijelölése elkezdődött.**

Az egykori Földtani Intézet Térképtárában található néhány térképlap, amelyek a hazánkról készült, 1880-ban, a bécsi *Katonai Földrajzi Intézet* által kiadott sorozat darabjai. Érdekeségük, hogy rajtuk vörös tintával, kézzel írt számok garmadája látható. Ha alaposan szemügyre vesszük a térképeket, hamar rájövünk, hogy ezek a számok magasságadatok, melyek az adott pont tengerszint feletti magasságát mutatják. De vajon melyik tenger szintje feletti magasságot? És egyáltalán az adott tenger mikori szintje feletti magasságot? Merthogy a tengerek szintje – ahogy azt egy tengerparton állva megfigyelhetjük – állandóan változik.

Magasságot csak valamilyen alapszinthez viszonyítva lehet mérni. Ez a műszeres mérések kezdete óta a tengerek



Tengerszint feletti magasságpont táblája Salzburgban 1888-ból (FOTÓ: PALAUENC05)

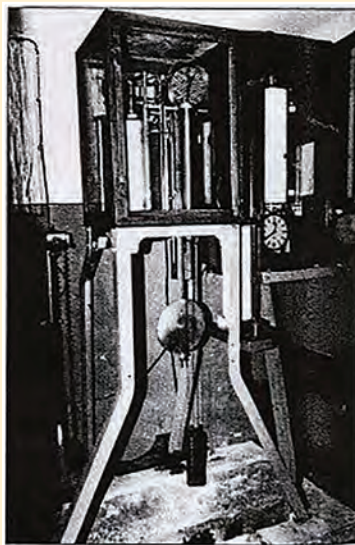
szintje. A tengerekre azonban nem lehet úgy tekinteni, mint egy azonos vízszinttel rendelkező, feszített víztükörű, hatalmas vízfelületre, hiszen minden tenger szintjét máshogyan befolyásolják az olyan paraméterek, mint a párolgás, a sótartalom vagy az áramlások. Eppen ezért minden ország maga választja

meg, hogy melyik tenger vízszintjéhez viszonyít. Kezdetben – természetesen – minden ország a saját partjai mentén hullámzó tengert választotta viszonyítási alapnak, a tengerparttal nem rendelkező országok pedig a legközelebbi vagy a történelmileg az országukhoz kötődő tengert választották. Később az egységesítés itt is utat tört magának és ma már nagyobb régiók, akár egész kontinensek ugyanahhoz az alapszinthez viszonyítanak.

A tengerek azonban sosincsnek nyugalomban. A térképezési alapszint meghatározásához hónapokig, évekig, sőt akár évtizedekig mérték a tengerek szintjét, az összes ingadozásukkal együtt. Ebből következik, hogy minden tengerszint feletti magassághoz tartozik egy földrajzi pont, amire viszonyítunk. Magyarország esetében – viharos történelmének köszönhetően – e pont többször is változott.

Hazánkban az első szintezéseket a XVII–XVIII. században végezték, mocsarak lecsapolása,

A triezsti mareográf épülete a Molo Sartorián, és a műszer maga (ARCHÍV FELVÉTEL)





A nadapi főalappont obeliszkje

folyószabályozások, az árvízi védekezés és a mezőgazdasági termőterületek növelése céljából. Ám ezek mind helyi jellegű, önálló, nem tengerszinthez kapcsolt magasságmérések voltak. Az első, országos szintezési hálózat kiépítése 1872-ben kezdődött az Osztrák–Magyar Monarchia tagállamaiban, a bécsi Katonai Földrajzi Intézet szervezésében. Magyarországon 1873–1913 között végezték a méréseket. Alapszintnek az Adria-tenger 1875. évi trieszti középvíz-szintjét választották, amelyet a trieszti kikötőben, a *Molo Sartorion* a tengerek víz-állását, szintváltozásait rögzítő műszer, a *mareográf* mérései alapján – 609 dagály és 614 apály értékéből – vezettek le.

Ebből kiindulva hét *magassági főalappontot* jelöltek ki a Monarchia területén, amelyek magasságát ettől a mólótól vezették oda szintezéssel.

Az amszterdami középtengerszint alappontja
(FOTÓ: M.M.MINDERHOUD)



A főalappontok földtanilag „nyugodt” területen található: hegységek felszínre kibukkanó sziklafelületének egy 20×20 centiméteres részét csiszolták le, és védelmiül egy obeliszket építettek fölé. Egy ilyen főalappontot a Velencei-hegységben lévő Nadap községben is létesítettek, amelynek magasságát – 173,838 méter – 1888-ban vezették le. Azóta ez a pont Magyarország összes szintezési hálózatának számítási kiindulópontja. Emiatt a nadapi főalappontot *szintezési ősjegynek* vagy *őspontnak* is nevezik.

Sajnos a Térképtárban fellelhető, magassági adatokkal teleírt lapokhoz egyelőre nem találtunk semmiféle dokumentációt. Így azt sem tudjuk, hogy a méréseket mikor és mihez viszonyítva végezték. Lehetséges, hogy csak helyi mérések voltak, ám ismerve az intézet akkori kutatásait, nagy az esélye annak, hogy a mérés 1888 után készült, azaz az Adria tengerszintjéhez viszonyított értékek láthatók a térképeken. Ezek a térképlapok ugyanis mind az Alföld területéről származnak, ahol a Földtani Intézet az 1890-es évek elején kezdte meg az agrogeológiai térképezést (erről részletesen az Élet és Tudomány 2019/22. számában olvashatnak – *A szerk.*). E munkák módszerét Inkey Béla – az intézet „agronómiai-geológiai osztályának” vezetője – így határozta meg: „A topográfiai térképezés nyújtja először is a szükséges alapot, melyen a vidék domborzata és felszíni vizeinek eloszlása is látható. Ehhez csatlakozik a geológiai felvétel, mely a kőzetek minőségével, korával, eredetével s szerkezetével foglalkozik. (...) A harmadik művelet



Részlet az oldalpáron bemutatott magaslati térképből

a talajtérképezés, mely a mint a poroszországi példákön láttuk, a talajnemeket különválasztja és jelzi, de a mellett nem törli el a földtani alpnak a képét, mert épen abban áll tudományos értéke, hogy e kettőnek összefüggését mutatja.” Az agrogeológiai térképezés első lépéseként tehát minden esetben először részletes topográfiai térképeket készítettek a geológusok.

De nézzük meg, hogyan alakult az 1800-as évek végétől hazánk topográfiai felmérésének története! Az első világháború után megszűnt a monarchia közös mérésügyi szervezete és elkezdődött a Magyarország határain belüli, új szintezési hálózat kiépítése, amelynek több mint fele a második világháborúban elpusztult. 1948–64 között létesült a harmadik országos szintezési hálózat, amelynek a mérés közben kellett áttérnie hazánknak a *Balti alapszintre*. 1953-tól ugyanis a Varsói Szerződés államait kötelezték, hogy egységesen a Balti alapszinttől számítsák a magasságokat, amely 67,47 centiméterrel magasabb van, mint a nadapi alapszint, ezért az áttérés-kor mindennek ennyivel csökkent az abszolút magassága.

Később, a 60-as évek közepétől lezajlott, ismételt szintezések során olyan nagymértékű pusztulást tapasztaltak a geodéták a magassági pontok körében (építkezések, épület- és útfelújítások miatt), hogy szükség volt egy negyedik hálózat kiépítésére. Ez volt az *Egységes Országos Alapponthálózat*, az *EOMA*. Közben, 1994-ben egységes magassági rendszert hoztak létre Európában: a *United European Levelling Network* (UELN-95) az amszterdami vízmagasságmérő nullpontjához igazodik, mely 14 centiméterrel van lejjebb, mint a Balti középtengerszint. Az erre való átállás még folyamatban van, ezért jelenleg hazánkban még mindig a Balti alapszintnek megfelelő adatokat használjuk.

BABINSZKI EDIT

A ZÖLD FORDULAT SZÜKSÉGESSÉGE

Erőforrásaink korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésünkre, így azok kimerítése visszafordíthatatlan következményekkel járhatnak az emberiség egészére nézve. A korábban meghatározott gazdasági modellek és elméletek helyére új közgazdaságtannak kell lépnie, amely olyan ösztönzőket és szabályozásokat határoz meg, amelyek fenntarthatóbb irányba mozdítják a globális termelést és fogyasztást.



Az egyik legismertebb fenntarthatóságot mérő szervezet kutatása alapján az emberiség körülbelül az 1970-es évek óta több természeti erőforrást használ fel évente, mint amennyit a Föld ugyanannyi idő alatt regenerálni képes. Jelenlegi fogyasztási ütemünk mellett több mint 1,7 Földnyi erőforrásra lenne szükségünk.

A túlhasznált erőforrások végzetes következményekkel járnak

Az emberiség történelmére visszatekintve több olyan időszak figyelhető meg, amikor nem sikerült egyensúlyt tartani a virágzó gazdaság és az annak nyomán kárt szenvedő természet között, amiért cserébe az egyes civilizációk lakosainak egészségével vagy akár életével fizettek.

A Római Birodalomban például az urbanizáció fejlődése, a gigantikus építkezések, az újabb mezőgazdasági területek kialakítása, továbbá a hadihajó-építés és a háborúk az erdők kipusztulásához vezettek. A korábbi erdős területeken mocsarak alakultak ki, ahol szünyogok jelentek meg, majd rövid időn belül a korabeli emberek a maláriával találták szemben magukat.

A monumentális szobrairól ismert Húsvét-sziget szintén nevezetes példa. A terület lakosai hosszú időn keresztül éltek békességben, az évszázadok alatt egyre bővült a faigényes hajóépítés, a nyílt vízi halászat és nagy ütemben terjeszkedett a mezőgazdaság is. Az erdőirtások miatt fokozódó talajerózió azonban az édesvízkészlet elapadásához vezetett, a mezőgazdálkodás lehetőségei

beszűkültek, valamint az élelmiszerkészlet is megcsappant. A szűkös erőforrások pedig a szigetlakók súlyos összeecsapásait eredményezték.

Végül pedig az ipari forradalommal gyökeresen megváltozott az emberiség és a környezet viszonya. A városok zsúfolttá váltak, a levegő, a víz és az utcák egyre szennyezettebbek lettek, miközben a napfény hiánya és az elégtelen táplálkozás járványokhoz, öröklött és fokozatosan kialakuló betegségekhez vezetett. A probléma pedig csak fokozódott az ipari forradalom későbbi hullámai során: az 1952-es „nagy londoni szmog” több ezer ember megbetegedését és halálát okozta.

A 2011 és 2020 közötti időszak a valaha mért legmelegebb évtized volt

Extrém hőhullámok, árvizek és folyamatosan olvadó sarki jégsapkák jelzik a globális felmelegedés káros hatásait és következményeit. Az elmúlt évtized a valaha mért legmelegebb évtized volt, 2020-ban a hőmérséklet globálisan 1,2 fokkal haladta meg az iparosodás előtti szintet, míg Európában átlagosan 2,2 fokkal. Évenként nagyjából 13 százalékos ütemben veszítjük el az Északi-sarkvidék jégét, abban az esetben pedig, ha a teljes grönlandi jégtakaró elolvad, a tengerszint körülbelül 6 méterrel emelkedhet meg, aminek következtében teljes városok kerülhetnek tenger alá. A globális felmelegedést okozó üvegházhatású gázok nagyjából kétharmada az emberek által elégetett fosszilis tüzelőanyagokból kerül a levegőbe.

A kulcs a mértékletes együttélés a természettel

A múltból tanulva és a jelen kihívásait figyelembe véve ma már elengedhetetlen, hogy növekedési modelljeinkbe a környezeti fenntarthatóság szempontjai is beépüljenek, továbbá hogy a zöld átmenetet segítő pozitív környezetvédelmi ösztönző intézkedések jelenjenek meg. Monetáris politikai oldalról a Magyar Nemzeti Bank (MNB) Európában az első zöld mandátummal rendelkező jegybankként támogatja a pénzügyi rendszer, és ezáltal a teljes gazdaság klímabarát átállítását. Egyéni szinten is sokat tehetünk a zöld fordulatért. Takarékos és saját ökolábnyomunkat csökkentő életmódunk nyomán erős keresletet támaszthatunk a vállalatok klímabarát termékei iránt.

MNB



Csillagnaptár



Nyugaton ilyenkor már búcsút inthetünk az egyre alacsonyabban elhelyezkedő jellegzetes téli csillagképeknek. A nyugati látóhatár felett még felkereshető a Bika, a vöröses színű Aldebarannal. A Bika felett az ötszög alakú Szekeres, legfényesebb csillaga a Capella. Aki eddig elmulasztotta megpillantani az Orion gyönyörű csillagködét, az még most bepótolhatja, de a hónap végétől már egyre nehezebb lesz megtalálni őket. A legismertebbek ezek közül a Nagy Orion-köd és a Lófej-köd. Viszonylag kis távcsővel is érdemes felkeresni őket, sőt, igazán sötét égbolt esetén akár szabad szemmel is észlelhetjük mindkettőt. Az Orion övét bal

TUDTA-E?

A csillagközi anyag felhőiben általában csak valamilyen külső kiváltó ok hatására indul meg a csillagkeletkezést kiváltó összehúzódás, mert egyébként a felhőket saját nyomásuk és a belsejükben lévő mágneses tér nyomása egyensúlyi állapotban tartja. Ilyen kiváltó zavar lehet például egy közeli szupernóva-robbanás. A spirálgalaxisokban, mint például a Tejútrendszerben, a galaktikus korongot alkotó porban és gázban sűrűség hullámok terjednek. Az adott helyen áthaladó sűrűség hullám átmenetileg megnöveli a csillagközi anyag helyi sűrűségét, ami elég lehet az összehúzódás elindításához. A fényes, fiatal csillagok elhelyezkedéséből lehet következtetni arra, hogy éppen hol halad át a sűrűség hullám.

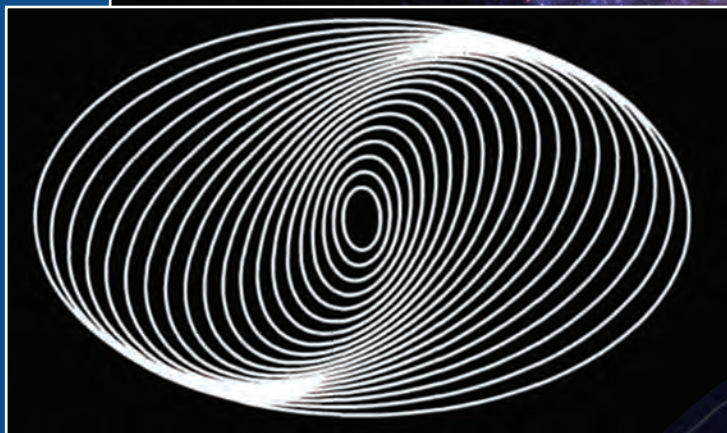
Március 20-án, a tavaszi napéjegyenlőséggel kezdetét veszi a csillagászati tavasz. Az egyre gyorsabban hosszabbodó nappaloknak és a nyári időszámításnak köszönhetően egyre tovább kell majd fenn maradnunk, hogy a zavartalan sötét égboltban gyönyörködhessünk. Nézzük tehát, milyenek látjuk az eget március 15-én éjjel 21 órakor!

▲ A Hubble-űrteleszkóp felvétele az N90-et, a Kis Magellán-felhő egyik csillagkeletkezési régióját mutatja be

kéz felé meghosszabbítva a földi égbolt legfényesebb csillagához, a 8,6 fényév távolságban ragyogó Szíriuszhoz jutunk a Nagy kutya csillagképben. Az Orion felett az Ikrek fényes csillagpárja, a Castor és a Pollux fénylik. Északnyugaton a Kassiopeia és a Perzeusz süllyed egyre mélyebbre a horizontba a tavasz közeledtével. Az Ikrektől keletre sorra következnek a jellemzően tavaszi állatövi csillagképek; a Rák, az Oroszlán és a Szűz. A Rák csillagképben egy halvány ködfoltocska tűnhet fel a szabad szemmel fürkésző megfigyelőnek. Ez az M44 nyílthalmaz. Latin neve Praesepe, ami jászolt, kaptárt jelent. Ez egy laza csillaghalmaz, amely már az ókorban is ismert volt. Nagyobb távcsővel körülbelül 350 csillag látható benne. A halmaz becsült kora 730 millió év. Az állatövi csillagképek alatt, a déli égbolt alján halvány csillagképek sorakoznak: az Egyszarvú, az Északi Vízikígyó, a Szeptáns, a Serleg és a Holló. Kelet felé helyezkedik el az Ökörhajcsár, a Bereniké haja és a Vadászebek, kissé magasabbra a Nagy Medve (Nagy Göncöl) és a Hiúz. Észak felé a Sárkány, a Cefeusz és a Kis Medve (Kis Göncöl) csillagképeket kereshetjük.

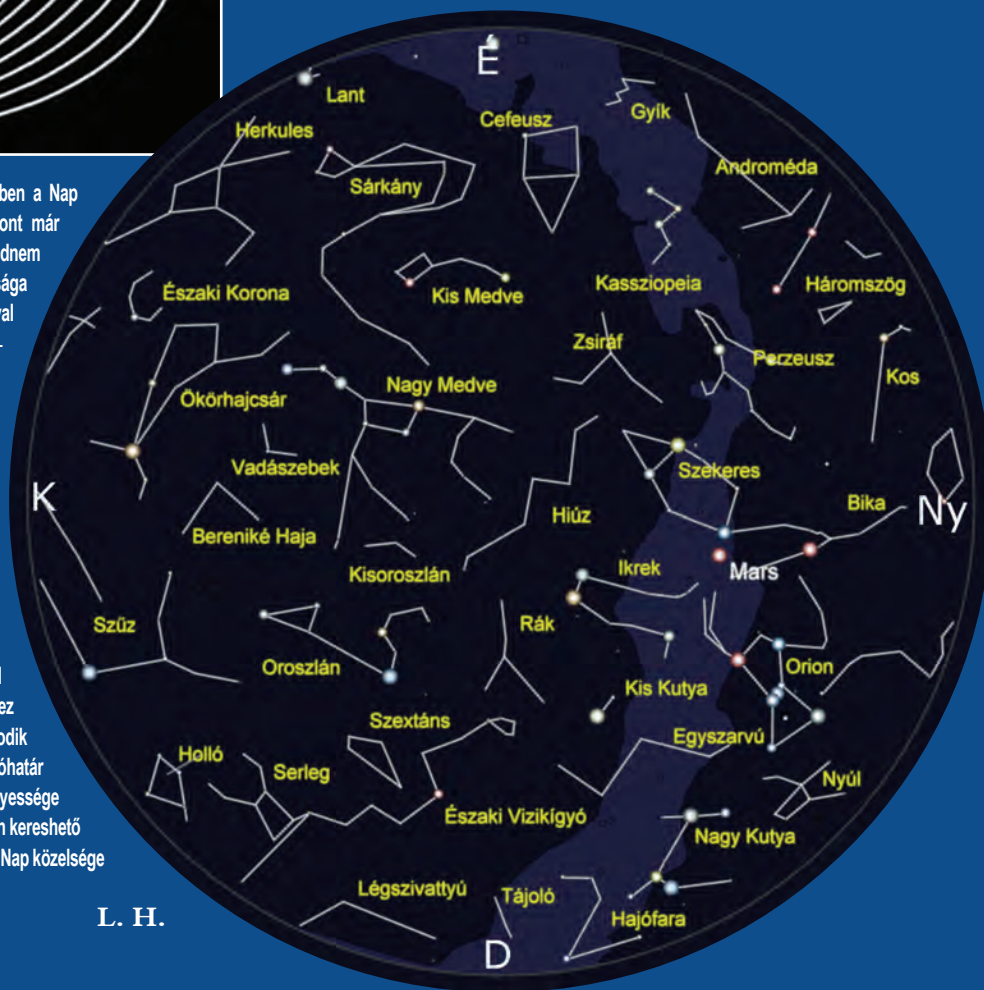
Az M81 spirálgalaxis képe a Hubble-, a Spitzer- és a GALEX-űrtéleszkópok adatainak kombinálásával ▶

A spirálkarok modellezhetők ellipszis alakú pályákkal, amelyek a sugaruk növekedésével enyhén megdőlnek ▼



▼ Az égbolt képe 2023. március 15-én, 21:00-kor

A bolygók közül a Merkúr a hónap nagyobb részében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 25-e után viszont már kereshető napnyugta után az esti ég alján, ekkor majdnem háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Láthatósága gyorsan javul, a hónap végén már egy és negyed órával nyugszik később, mint a Nap. A Vénusz az esti ég ragyogó fehér fényű égitestje. A hónap elején több mint két és fél órával nyugszik a Nap után. Március végén már majdnem három és fél óra ez az érték. Fényessége -3,9 magnitúdó. A Mars előretartó mozgást végez a Bika, majd 26-tól az Ikrek csillagképben. Az éjszaka első felében látható, kora hajnalban nyugszik. Fényessége tovább csökken, de vörös fénye segíti a fellelését. Fényessége 0,3 magnitúdóról 0,9 magnitúóra csökken. A Jupiter előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hónap első felében napnyugta után még kereshető a nyugati látóhatár közelében. Fényessége -2,1 magnitúdó. A Szaturnusz szintén előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Napkelte előtt kel, a hónap második felétől a délkeleti ég alján kereshető, alacsonyan a látóhatár felett, megfigyelésre kissé kedvezőtlen helyzetben. Fényessége 0,9 magnitúdó. Az Uránusz a hónap során a nyugati égen kereshető a Kos csillagképben, késő este nyugszik. A Neptunusz a Nap közelsége miatt jelenleg nem figyelhető meg.



L. H.

élet GALÉRIA

ÉLET ÉS TUDOMÁNY KÉPEK BEN

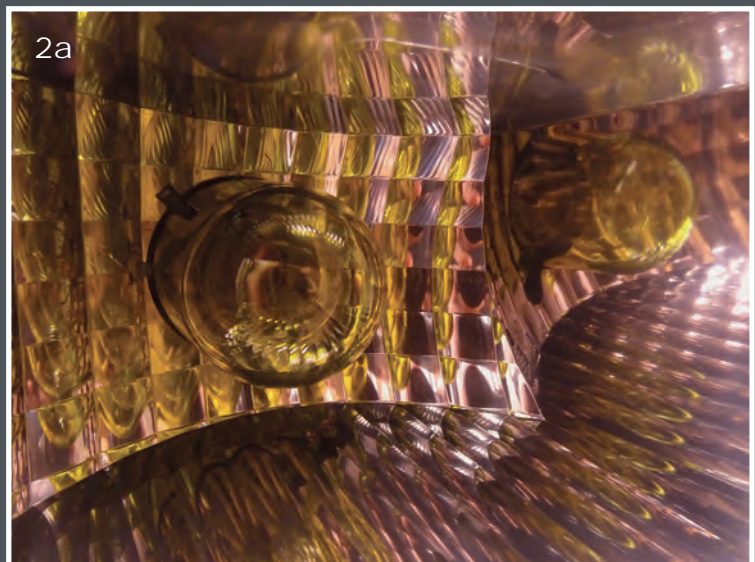


Kegyelmi pillanatok azok, amikor új szemmel tudunk meglátni valamit. Amikor az, amit eddig megszokottak tekintettünk, valamilyen szempontból különlegessé válik. Ilyenkor rácsodálkozunk a jól ismert tárgyak, jelenségek szokatlan, új arcára. Jé, ez tényleg ilyen? Még sosem vettem ilyen alaposan szemügyre...

A fotózás segíti ezt a rácsodálkozást. A jó fotó elkészítéséhez tanulmányozni kell a fénykép tárgyát, több szemszögből meg kell vizsgálni, fel kell ismerni benne azt, amit addig nem láttunk meg.

De van, hogy rákényszerülünk arra, hogy egy új arcát lássuk meg - például egy tájnak. Akkor, amikor eltűnik róla az az erdő, ami eddig ott volt... A hulladékgazdálkodással, körforgásos gazdasággal kapcsolatos pályázatunkra beküldött képsorozat e két eleme jól mutatja, mennyire sérülékeny, múltékony az, amit mi állandó, biztos szépségnek tartunk, és mennyire meg tudja változtatni az emberiség a környezetét... Véglegesen, ha nem figyel oda.

PÁSZTOR BALÁZS



1 a-b. Gombás Éva: Erdőgazdálkodás kontra környezet. Ilyen volt – ilyen lett. Nagy szükség van az erdőgazdálkodásra, ezt belátjuk – de miért pont ilyen frekvencián túraútvonal mellett? A már kivágott, égigérő tölgyekkel szegélyezett túraútvonal a János forráshoz, a Ranzinger-kilátóhoz és nem utolsó sorban a Tatabánya feletti ikonikus Turul-emlékműhöz vezet. Csak reménykedni tudunk, vagy inkább megpróbálunk hinni abban, mi, természetet csodálók, hogy a kivágott tekintélyt parancsoló fák helyett telepítenek „ifjoncokat”, s majd, egyszer, nagyon soká, újra az erdő királyaiavá erősödnek, örömet okozva, sétálóknak, futóknak, kutyásoknak, magányosoknak, csapatostul túrázóknak.

2 a-b. Horváth Miklós: Egy kis „gépkocsioptika”.
A hátsó index és a fényszóró tükörrendszerének részlete.

3. Csárdi László: A Dera-patak szurdoka a Pilisben

4. Sovány Tamás: Jégbe zárt világ. Ilyen az, amikor az ember kezében tart egy természeti csodát. A kép Szentendrén készült.



3

FOTÓPÁLYÁZATI FELHÍVÁS

Az Élet és Tudomány fotópályázatot hirdet körforgásos gazdasági, hulladékgazdálkodási témában.

Mutassuk meg az ÉT-Galériában, hogy mi a baj a hulladékokkal, a szennyezéssel, és örökössé, tegyük közkinccsé, ha jó példával, jó megoldással találkozunk, amely segíthet környezetünkön, amely csökkenti a hulladékok mennyiségét és a környezetkárosítást!

A fotópályázathoz háttérismereteket találhat az Élet és Tudomány hetilapban és a Természet Világa folyóiratban. Ajánlott olvasmányok a lapunkban a témában megjelent cikkek lehetnek, például a *Milyen műanyagot mentsek meg?* (ÉT 2022/29), *A lassú divattól a stoppolásig* (ÉT 2022/16), az *Éljen a talaj!* (ÉT 2021/51-52), *Hulladékkezelési sikertörténet Kárpátalján* (2022/14), *A műanyag élete* (Természet Világa 2022/3) című cikkeink, de a pályázaton részt vehet pusztán saját tapasztalatai vagy véleménye alapján is.

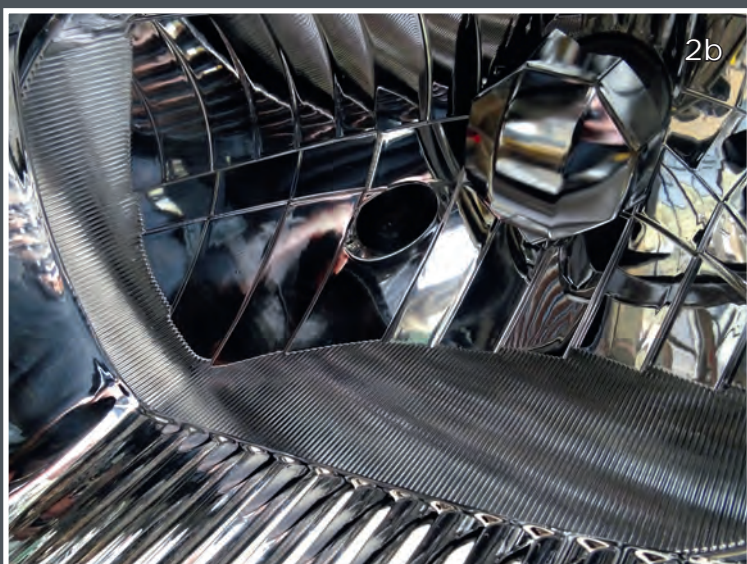
A pályázatra beérkezett képeket háromtagú zsűri bírálja el, a legjobb képek beküldőit értékes vásárlási utalvánnyal díjazzuk.

Képeiket az eltud@eletestudomany.hu e-mail címre várjuk, a tárgyrovatba írják bele: fotópályázat!

A pályázatra való jelentkezéssel elfogadja Általános adatkezelési tájékoztatónkat, mely a <https://titnet.hu/> oldalon olvasható.



4



2b

A KEHOP-3.1.5-21-2021-00003 sz. projektet támogatta Magyarország Kormánya és az Európai Unió.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



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!

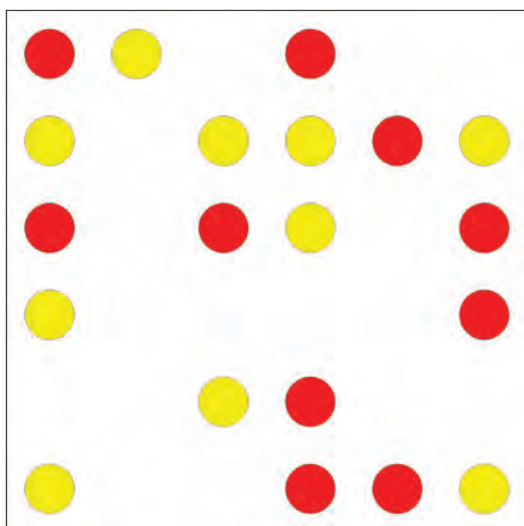
1. fejtörő – Károlyi Zsuzsa feladványa

Melyik szám folytatja a sort?



2. fejtörő – Sárdi Tibor feladványa

Nem kanyarodó vízszintes vagy függőleges vonalakkal kössön össze minden piros korongot egy sárga koronggal úgy, hogy az összekötő vonalak ne keresszezzék egymást!



Az előző számunkban megjelent fejtörők megoldásai

1. fejtörő – Károlyi Zsuzsa feladványa

Megoldás: 2

((A számokat 3-mal megszorozva, majd az eredmény utolsó számjegyét leírva kapjuk a következő számot.)

2. fejtörő – Sárdi Tibor feladványa

Megoldás:

6	3	2	1	4	5
1	4	5	6	3	2
6	2	3	1	4	5
4	1	5	2	3	6
2	3	6	1	4	5
19	13	21	11	18	23

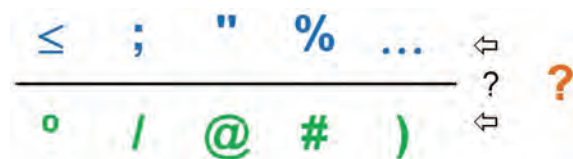
3. fejtörő – Feleki Zoltán feladványa

Megoldás: 3. Meny.

(A szóvégi betűket megduplázva ugyancsak értelmes szavakat kapunk: fedd, száll, lapp, lenn, meggy, varr, menny.)

3. fejtörő – Feleki Zoltán feladványa

A felső vagy az alsó csoportba illik a jobb oldali jel?

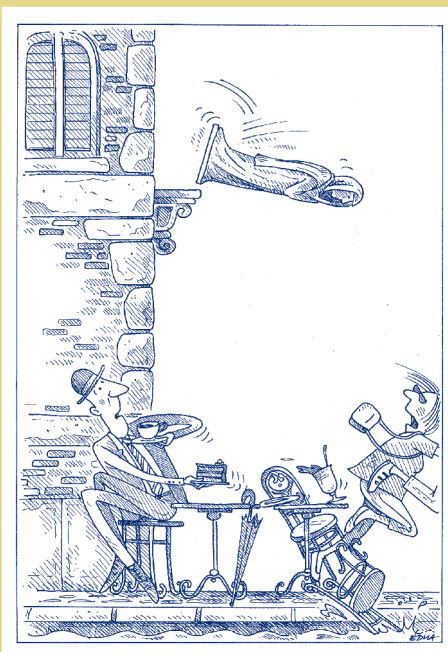


Kultúrák és érzelmek

Annyiféle kultúra, szokás és életszemlélet van a világon – vajon mindenütt ugyanolyanok az emberek érzelmei? Ennek megállapítására Paul Ekman amerikai pszichológus végezte az első tudományos igényű kutatásokat az 1960-as években. Valójában nem is az érzelmeket vizsgálta, hanem azok megjelenését az arckifejezésekben, és már előre biztos volt benne, hogy az érzelmek kifejeződése univerzális. Erre a feltételezésre egyrészt az adott alapot, hogy a világutazók mindig is tapasztalták, hogy bármilyen ismeretlen táján járjanak is a világnak, kiválóan le tudják olvasni a helyiek arcáról az érzelmeket, és az ottaniak is ugyanúgy megértik őket. Másrészt pedig már Charles Darwin is azt állította, hogy az érzelmek mimikai kifejezésének módja és az arcon tükröződő érzelmek felismerésének képessége velünk született.

Ekman kutatásai során kártyákat vitt magával, melyeken emberek fotói voltak láthatók, amint éppen bizonyos alapérzelmek – például félelem, öröm, harag, meglepetés, undor, szomorúság – tükröződik az arcukon. A kísérletek alanyai mindenütt sikeresen azonosítani tudták a képeken látható érzelmeket; még egy új-guineai, kőkorszaki körülmények között élő, mindentől elzárt törzs tagjai is könnyen megoldották a feladatot, pedig ők azelőtt nemhogy nyugat-ról érkezett embert, de még fényképet sem láttak.

Ezek szerint a világon mindenütt ugyanolyan az emberek érzelmi élete? Nos, Ekman csak azt bizonyította be – ez is volt a célja –, hogy az alapérzelmek és a hozzájuk kapcsolódó arckifejezések univerzálisak, az egész emberi fajban egységesek. Azonban nyilvánvaló tapasztalat, hogy a különböző kultúrákban az emberek nem teljesen ugyanolyan érzelmeket mutatnak azonos helyzetekben. Ennek magyarázatára az első elgondolás az volt, hogy az egyes kultúrákban eltérőek a „kifejezési szabályok”, vagyis eltérnek a szokások azzal kapcsolatban, hogy milyen érzelmeket illik vagy nem illik kimutatni. Ennél egy szinttel lényegibb magyarázat, hogy a különböző társadalmakban az



A múlt idő jele (SZÜCS ÉDUA RAJZA)

emberek másképpen értelmezik bizonyos helyzeteket, ezért azonos szituációkhoz más-más érzelmek társulhatnak. A kérdéskör egyik legismertebb mai kutatója, Jozefien De Leersnyder, a University of Leuven munkatársa az érzelmek szociokulturális beágyazottságát tartja kulcsfontosságúnak. Ez azt jelenti, hogy az érzelmek átélése, kifejezése és elrejtése ahhoz a szemlélethez illeszkedik, mely egy-egy társadalomra jellemző. Mint korábban már e rovatban is szó esett róla, léteznek individualista kultúrák (ilyen például a nyugat-európai és az észak-amerikai), valamint kollektivisták (ilyenek többek között Kelet-Ázsiában találhatók). A kettő leginkább az egyénre és a személyközi kapcsolatokra vonatkozó felfogás tekintetében tér el egymástól. Az individualista kultúrákban az egyéniség, egységesség, önállóság, függetlenség rendkívül fontos érték, a kollektivisták

kultúrák ezzel szemben az egyént nem különálló lénynek tekintik, hanem egy olyan családi, társadalmi hálózat tagjának, ahol a szervező elv a kölcsönös függés, az emberek alkalmazkodnak egymás elvárásaihoz és az ideál a harmonikus együttműködés. Shinobu Kitayama és munkatársai egy kutatásuk során egyesült államokbeli és japán egyetemistákat kértek meg arra, hogy 14 napon át minden este írják le, mi volt aznap a legjelentősebb érzelmi élményük, és határozzák meg az átéltek intenzitását. A két ország, a két kultúra között jelentős eltérés mutatkozott: az amerikaiak az egyéni elkülönüléssel kapcsolatos érzelmeket – például a büszkeséget, kiválóságot, önbecsülést – élték át a legerősebben és a legboldogabban, a japánok viszont az összetartozás érzelmét, többek között a baráti érzést, a tiszteletet és az együttérzést.

Az emberek tehát a világon mindenütt ugyanazoknak az érzelmeknek az átélésére, kifejezésére és felismerésére képesek – érzelmi életünk mégsem egyforma. Azt, hogy mindennapjaink során mely érzelmek lesznek számunkra a legfontosabbak, erősen befolyásolja a kultúránk által közvetített világlátás.

MANNHARDT ANDRÁS

ÉLET ÉS 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 webshopban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a hirlapelofizetes@posta.hu címen, telefonon a 06-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen.

Előfizetési ár 2023-ra belföldre: 1/2 évre 16 200 Ft, 1 évre 31 200 Ft (egy lapszám ára: 800 Ft)

Digitális előfizetés egy évre: 24 900 Ft, félévre: 12 900 Ft, negyedévre 6600 Ft

(egy digitális lapszám ára: 600 Ft)

SPONTÁN VISELKEDÉS ÉS A DOPAMIN

A dopamin az egyik legjobban ismert ingerületátvivő. Ennek az az egyszerű oka, hogy alapvetően befolyásolja a viselkedést, és ezt már a XX. század derekán megfigyelték a kutatók. A dopaminhoz azonban elsősorban a jutalmak megszerzésére irányuló cselekvések köthetők, így egészen meglepő az az új eredmény, mely szerint a dopaminnak a spontán felfedezésben is alapvető szerepe van.

A viselkedés összetett cselekvés. Alapvetően szokásalapú és célvezérelt viselkedéseket szokás elkülöníteni, melyeket intenzíven kutat az idegtudomány. Rengeteg eredmény van arról, hogy a kezdetben célvezérelt viselkedések hogyan alakulnak szokásalapúvá, és ebben a folyamatban kiemelten fontos szerephez jut a dopamin. Érdeemes megjegyezni, hogy a viselkedés egy része nem illeszthető be szépen ebbe a két kategóriába. Vannak úgynevezett spontán viselkedések is, melyeknek nincs egyértelmű célja és nem is tekinthetők szokásoknak. Egy új vizsgálat szerint a spontán viselkedést is a dopamin formálja.

Kutatástörténete

A dopamint először a XX. század elején szintetizálták vegyészek, majd a század derekán Katharine Montagu mutatta ki először az emberi agyban. Alig egy évvel később Arvid Carlsson és Nils-Ake Hillarp igazolták, hogy a dopamin neurotranszmitterként funkcionál az agyban, vagyis az idegsejtek közötti kommunikációban van szerepe. Rezerpint adott be nyulaknak, amelyeknél a Parkinson-kór tüneteire hajazó mozgási problémák jelentkeztek. Szövetani vizsgálatoknak köszönhetően az is kiderült, hogy a nyulak agyában jelentősen megcsappant a dopamin mennyisége. Carlsson és Hillarp azt is megfigyelték, hogy a dopamin előanyagát (L-DOPA) beadva a kísérleti állatoknak, azok visszanyerték a normális mozgékonyágukat. Ez a kísérletsorozat vezetett el oda, hogy az

L-DOPA-t ma is használják a Parkinson-kór tüneteinek enyhítésében. A felfedezésért Carlsson 2000-ben kapta meg a Fiziológiai és Orvostudományi Nobel-díjat (Paul Greengarddal és Eric Kandellel megosztva), Hillarp sajnos már a '60-as években elhunyt.

A dopaminnal kapcsolatban később kiderült, hogy nem csak a mozgásban és így a szokás alapú viselkedésekben van fontos szerepe, hanem a célvezérelt cselekvésben is. A '90-es években kiderült, hogy az operáns kondicionálás során, amikor a kísérleti állatok megszereznek egy jutalmat, a közep-agyi dopaminerg sejtek intenzíven tüzelnek. A jutalmak megszerzésének hatására tehát dopamin szabadul fel, aminek hatására a jutalom megszerzéséhez vezető cselekedet gyakorisága fokozódik. Ez a kulcsa a célvezérelt viselkedések szokássá alakulásának. A dopamint eleinte a jutalmak élvezetével kötötték össze, ám időközben kiderült, hogy a valódi jelentősége a jutalmak megszerzéséhez vezető út megtanulásában rejlik.

Összetettség

Mivel a Parkinson-kór egyik fontos tünete a mozdulatok indításának nehézsége feltételezhető, hogy a dopaminnak fontos szerepe van a spontán viselkedésben is. Ezt a feltételezést igyekezett elbírálni egy amerikai kutatócsoport. A vizsgálataikhoz olyan módszereket használtak, melyek az utóbbi években jelentek meg az idegtudományban. Az egyik a MoSeq, amelynek lényege, egy videokamerás rendszer felvételeinek



A rezerpin csökkent a felszabaduló dopamin mennyiségét, aminek következtében a kísérleti állatok teljesen mozdulatlaná válnak (fent). A hatás a dopamin előanyagának beadásával visszafordítható (lent)
(FORRÁS: WIKIMEDIA.COMMONS)

automatikus kielemezésében rejlik. A név a „motion sequencing” kifejezésből adódik, amely a mozdulatok egymásutánosságának feltérképezésére utal. Ez a módszer tulajdonképpen feleleveníti az etológia egyik alapfogalmát, miszerint az állati viselkedés viselkedéselemből épül fel.

A MoSeq éppen az ilyen viselkedéselemeket fedezi fel a videofelvételken, aztán pedig az elemek segítségével írja le az állat viselkedését, vagyis jelöli, hogy a felvételen mikor milyen viselkedéselemet produkál a kísérleti állat. Az algoritmus nagyjából fél másodperces szakaszokra bontja a felvételeket, majd kategorizálja a szakaszokat és így definiálja a viselkedéselemeket.

Az amerikai kutatók tehát a MoSeq segítségével figyelték meg a viselkedést, ám ezzel párhuzamosan az



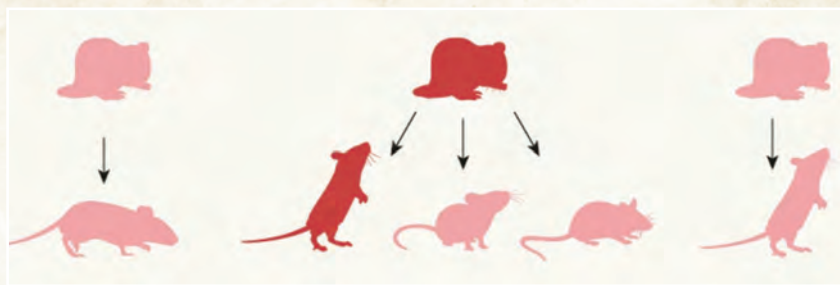
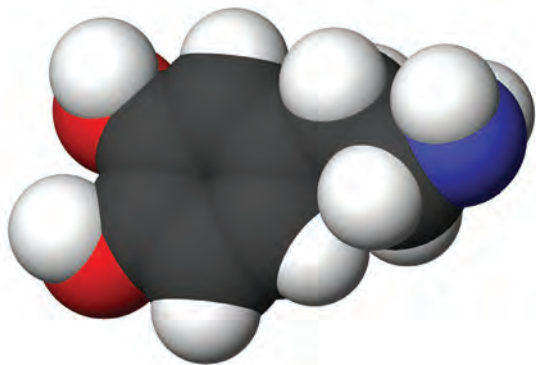
idegrendszer tevékenységét is monitorozták. A csíkoló test hátulsó oldalsó területein figyelték a dopamin felszabadulását valós időben. A neurotranszmitter felszabadulását egy mesterségesen tervezett fehérje segítségével követték. Ezt a fehérjét egy dopaminreceptor és a zöld fluoreszcens fehérje összeillesztésével hozták létre. A konstrukció lényege, hogy a dopaminreceptor a dopamin megkötése hatására térszerkezetváltozáson megy keresztül, aminek eredményeképp a fluoreszcens fehérje szintén, és így fokozódik a fluoreszcencia intenzitása. A fehérje génjét vírus segítségével juttatták a csíkoló testbe, így tehát a kutatók mérni tudták a felszabaduló dopamin mennyiségének változásait, amit aztán összevetettek a viselkedéses adatokkal.

A kutatók azt találták, hogy az olyan viselkedési elemek, mint a fordulás vagy az ágaskodás egybeestek a dopamin mennyiségének megnövekedésével a csíkoló testben. Ugyanakkor, a dopamin mennyiségének megnövekedését követő másodpercekben megnövekedett a viselkedés változatossága, vagyis több és változatosabb spontán viselkedést produkáltak a kísérleti állatok. Végül, azok a viselkedési elemek, amik a nagymértékű dopaminfelszabadulással jártak együtt, a következő percekben gyakrabban következtek be.

A kutatók ezután azt is megfigyelték, hogyan befolyásolja a viselkedést a dopamin mesterséges felszabadítása.

Dopamin

(FORRÁS: SBROOLS, WIKIMÉDIA)



Balra a spontán viselkedés során a dopamin alacsony mennyisége a viselkedés alacsony változatosságával jár együtt; középen a nagymértékű dopaminfelszabadulás fokozza a viselkedés változatosságát és egybeesik bizonyos viselkedési elemekkel (ágaskodás); jobbra a viselkedési elem, amely magas dopaminfelszabadulással járt együtt, gyakrabban fordul elő a következő percekben (FORRÁS: KHATIB ÉS MORRIS, 2023 - NATURE)

Ehhez a közepagi dopaminerg idegsejtekbe juttattak egy fényre érzékeny ioncsatornát, hiszen ezek az idegsejtek szabadítják fel az ingerületátvivőt a csíkoló testben. A kísérleti állatok agyába ültetett optikai szálak akkor aktiváltak, mikor egy előre meghatározott viselkedést végzett a kísérleti állat, ezzel pedig elérték, hogy az adott viselkedési elem ismétlésének gyakorisága megnövekedjen. Emellett az optikai szál aktiválása után a viselkedés változatossága is fokozódott. Mindezek alapján tehát úgy tűnik, hogy a dopamin felszabadulása egybeesik bizonyos viselkedési elemekkel, ami rövid távon fokozza a viselkedés változatosságát, hosszú távon pedig fokozza az adott viselkedési elem gyakoriságát.

Magatartás-módosító

Ezek az eredmények szépen egybeesnek néhány korábbi felfedezéssel a dopaminnal kapcsolatban. Egyrészt az operáns kondicionálási elrendezésekben a dopamin felszabadulása tulajdonképpen egy jel a tanulásra: a dopamin felszabadulását előidéző cselekedeteket gyakrabban ismétlik a kísérleti állatok. Ebben a vizsgálatban hasonló eredményt kaptak a kutatók, azzal a különbséggel, hogy a dopamin felszabadulását nem egy konkrét jutalom váltotta ki, hanem spontán történt.

Ez egyébként elősegítheti az új lehetőségek felfedezését, hiszen, ha spontán készlet cselekvésre az állatot a dopamin felszabadulása, előfordulhat, hogy valami olyasmit csinál, ami hasznosnak bizonyul. Ezzel van összhangban az is, hogy a dopamin felszabadulását követően megnövekszik a viselkedés változatossága.

Érdekes módon az eredmények szépen párhuzamba állíthatók a dopamin sejtelettani hatásaival is. Ismert, hogy a dopamin felszabadulása a csíkoló testben fokozza egy sejtcsoport ingerelhetőségét, amely normálisan a mozgások megindításáért felelős. Ugyanakkor csökkenti egy másik sejtcsoport ingerelhetőségét, amely épp a mozgások megállításáért felel. Ez tehát magyarázhatja, hogy miért fokozódik a viselkedés változatossága a dopamin felszabadulását követően. Ezek mellett a dopamin beindít egy olyan molekuláris folyamatot is a csíkoló test idegsejtjeinek egy részében, amely eredményeképp fokozódik az aktív idegsejtek plaszticitása. Ez a folyamat a tanulás neurális alapja, vagyis magyarázhatja a dopamin felszabadulásakor végzett cselekvés gyakoriságának fokozódását.

Az új eredmények tehát tovább mélyítik a dopamin funkciójával kapcsolatos ismeretanyagot. Ez a neurotranszmitter valóban központi szerepet játszik a viselkedés formálásában és nem csak a célvezérelt és szokásalapú viselkedést, hanem a spontán cselekvéseket is meghatározza.

REICHARDT RICHÁRD



Csimpánzkockázatok

Akamasz fiúk és a fiatal csimpánzok egyformán kockázatvállalók – az ember azonban kicsit lobbanékonnyabb...

A viselkedéskutatásban mindig is voltak nagy érdeklődésre számot tartó területek, amelyek fejtörést okoztak a kutatók számára, és ezért sokan sokféle módon több fajon vizsgálták. Az egyik ilyen téma a kockázatvállaló viselkedés.

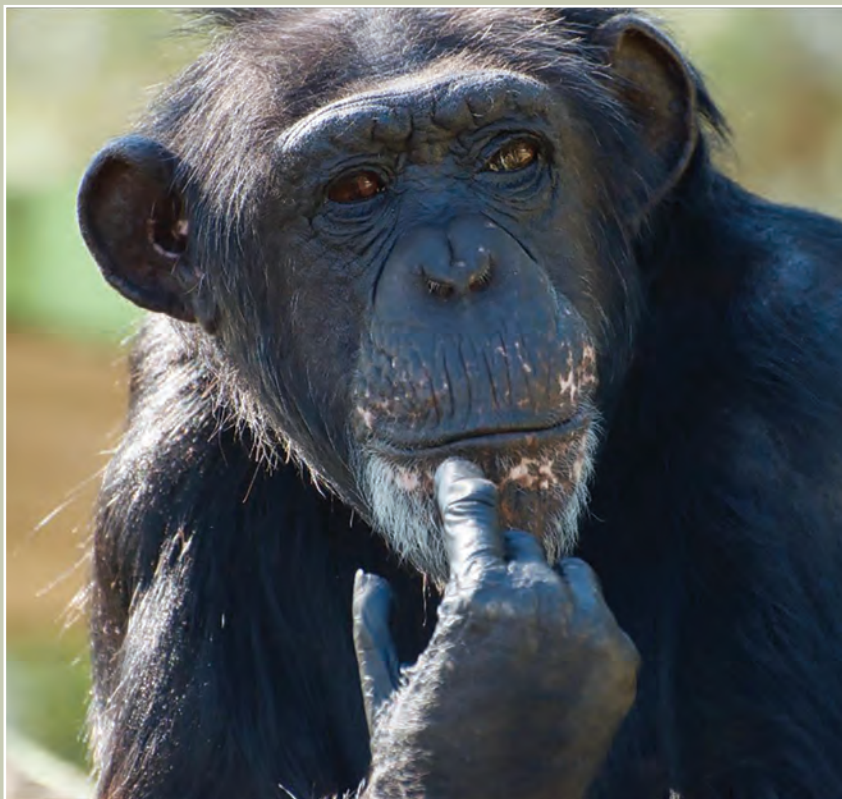
Miért éri meg kockázatot vállalni? Az eddigi kutatások eredményei szerint a fiatalok jobban hazardíroznak, mint a felnőtt egyedek, és a fajok többségénél a hímek inkább hajlamosak a kockázatvállalásra mint a nőstények.

Valahol érthető a megfigyelés, hiszen a legtöbb emlősfajnál a hímek azok, akik felnövekedve új területet keresnek, ahol az önálló életben maradáshoz szükséges ételmeget fogják találni. De az, hogy a fiatalok nagyobb kockázatvállalása mennyire biológiailag meghatározott, vagyis determinált, kevésbé megválaszolt kérdés volt egészen mostanáig.

A Michigan Egyetem kutatóinak nemrégiben végzett összehasonlító vizsgálata ehhez tesz hozzá érdekes részleteket.

A Kongói Köztársaság egyik csimpánzrezervátumában a kutatók az ember és legközelebbi emberszabású rokonaink, a csimpánzok kockázatvállaló viselkedését vizsgálták. Az összehasonlítás alapja a csimpánzok hasonló fejlődése, ugyanis e főemlősök mintegy 50 évig is élhetnek, és 8-10 éves korban kezdenek ivaréretté válni. Ennek kapcsán az emberhez hasonló módon jelentős hormonális változáson mennek át, amelyet erős viselkedési változások is követnek: az agresszió növekedése a fajtársakkal, főleg azonos neműekkel szemben, ami a rangsorban elfoglalt helyért és a párzás jogáért folyó harc alapja.

Az említett vizsgálatban mintegy 40 vadon élő fiatal illetve felnőtt egyedeket figyeltek meg, akik önkéntesen vehettek részt a játékban. Két tesztet alkalmaztak, amelyekben táplálékjutalomhoz juthattak



az állatok. Az első tesztben a fiatal, illetve a felnőtt csimpánzok szerencsejátékot játszottak. Két doboz közül választhattak, az egyik mindig az általuk gyakran fogyasztott mogyorót tartalmazta, a másikba viszont vagy az általuk imádott banánt, vagy a nem szeretett uborkát rakták a kutatók. Az állatok vagy maradtak a biztos választásnál és a mogyorót megkapták, vagy vállaszthatták a kockázatos dobozt, de akkor 50 százalékos esélyük volt arra, hogy az imádott banán helyett az utált uborkát kapják. A kutatók közben rögzítették az állatok érzelmi reakcióját és hangadását. A dilemmás helyzetben a csimpánzok gyakran ököllel verték az asztalt, kaparták magukat, vinnyogtak, morogtak. A teszt végén nyálmintát is vettek tőlük, amelyből a stresszhormonszintjüket tudták meghatározni a kutatók.

A teszt eredménye szerint a fiatal egyedek jóval többször választották a kockázatos dobozt, mint a felnőtt egyedek, de az uborkára adott reakció mértéke és gyakorisága nem tért el a két életkorban.

A második teszt a humán pszichológiai vizsgálatoknál bevált úgynevezett pillecukor próba volt, amiben a cukor helyett a csimpánzoknál az imádott banán volt a tét. Ennek során az egyedek választhattak: vagy azonnal

elveszik a jutalmat (egy banánszeletet), vagy várnak 1 percet, de akkor két banánszeletet kaparinthatnak meg. A jutalom itt tehát késleltetve volt.

A két életkor nem különbözött abban a tekintetben, hogy hányszor választják a kétféle lehetőséget. Az emberekkel végzett hasonló tesztek (természetesen náluk pillecukor jutalommal) ugyanolyan eredménnyel végződtek, mint a csimpánzoknál. A kamaszok az ember esetében is rizikóvállalóbbak voltak a felnőtteknél. Az egyetlen különbség a második tesztben mutatkozott, a kamaszok ugyanis sokkal gyakrabban választották az azonnali, ámde kevesebb jutalmat a késleltetett helyett. A kutatók szerint a különbség abból adódik, hogy a humán fiatalok sokkal impulzívabbak, mint az emberszabású „tinik”.

Az eredmények egyértelműen azt mutatják, hogy a kockázatvállaló viselkedésnek mélyen biológiai gyökerei vannak, de feltűnik, hogy a csimpánzok sokkal türelmesebbek az embernél. A kockázatvállaló viselkedés valahol az önállóságra való törekvéssel függ össze. Az emberek esetében az ivarérettség és az önállóság elérése időben szétvált.

Lehet, hogy emberi kamaszaink „türelmetlenségének” oka ebben keresendő?

BILKÓ ÁGNES



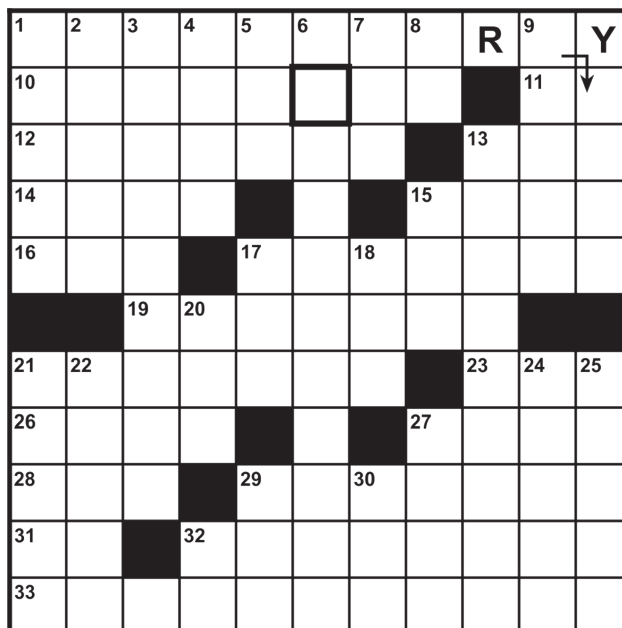
KERESZTREJTVÉNY

Az evolúció hajnalán a szárazföld meghódításában elvülhetetlen szerepe volt a harasztoknak. Ősi jellegüket bizonyítja a máig fennmaradt fajok némelyikének egészen bizarr külleme, mint amilyenek például a zsurlók. Nagy túlélők is: az e heti rejtvényünk főszereplője, a mindössze néhány centiméteresre megnövő cselling (*Notholaena marantae*) a jégkorszak előtti harmadidőszak egykori flóráját képviselő maradványfaja. Az apró páfrányfaj fokozottan védett, mivel hazánkban csupán egyetlen állománya található meg a Tapolcai-medence egyik bazalthegyén, s legközelebb a Vaskapunál él egy másik populációja. Melyik tanúhegyünk ad otalmat e szerény növénynek? *Jó fejtést!*

Minden rejtvényünkben találnak egy-egy bekeretezett négyzetet. A 3-as lapszámban elkezdődő 9 hetes rejtveny ciklusunk végére a négyzetek betűi – helyes sorrendbe rakva – az 50 éve elhunyt botanikus nevét adják ki. A postán vagy a rejtveny@eletestudomany.hu címre beküldött név megfejtői között az Élet és Tudomány digitális lapszámaira negyedéves előfizetést sorsolunk ki.

VÍZSZINTES: 1. A fő megfejtés. 10. Tábori napirend utolsó pontja. 11. Versbéli sóhaj. 12. Női név, becézve. 13. Francia területmérték; ár. 14. Berek ...; a nemzet színésze (1930–2017). 15. Gumi öntözőcső. 16. Erácska. 17. Kivágással más művelési ágra alkalmassá tett erdőterület. 19. Ügyességi játék: célzás bábukra rúgott labdával. 21. Gérard ...; Tulipános Fanfant is alakító francia színész (1922–1959). 23. Vízi átkelőhely. 26. Szövetség. 27. Venczel ...; színművésznő (1946–2021). 28. ... Kok; olimpiai bajnok holland úszónő. 29. Az évgyűrűhatárokat nem követő foltosodás a fatestben. 31. Üres tér! 32. Pusztulás, elmúlás. 33. Zenés vagy szöveges magnószalagtár.

FÜGGŐLEGES: 1. Trent-parti angol város. 2. Dalmácia hajdani fővárosa. 3. Szántóeszköz tartozéka. 4. Becézett Natália. 5. A török állami



rádió és televízió névbetűi. 6. Törpe versenyautók küzdőtere. 7. Ady Endre egyik álneve. 8. A végein öntapadó! 9. ... Ivanišević; az 1990-es évek horvát teniszstárja. 13. Tábori lobogót leenged. 15. Szlovákia NOB-jele. 17. Ibolyka. 18. Tea, Bécsben! 20. ... carte; étlap szerint. 21. USA-beli költő, író, Az üvegbúra című regény szerzője (Sylvia, 1932–1963). 22. Édesvízi ...; csalánozó állat. 24. Benyomás. 25. Sebköötöző és béléanyag. 27. Páros kiválasztó szerv. 29. Melléknévképző, az -énk párja. 30. Kötszer. 32. Idegvégződés!

Múlt heti rejtvényünk megfejtése: *Dolomit sziklagyep.*



Kedves Olvasóink!

A 2007 és 2021 között megjelent lapszámaink kedvezményesen, 200 forintos áron vásárolhatók meg a szerkesztőségben. Jó szórakozást kívánunk lapunk olvasásához!

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: 24 900 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 webshopban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a hirlapelofizetes@posta.hu címen, telefonon a 06-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen.



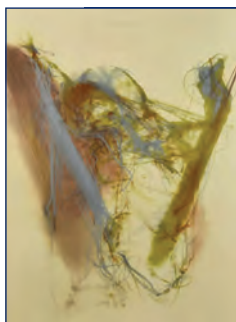
A vidéki nemes

Kétszáz éve született a magyar és a világirodalom üstökös csillaga: *Madách Imre*, akinek tragikusan rövid élete szinte csak a történelmi Nógrád vármegyéhez kötődik. De ki volt ez a rejtőzködő vidéki

nemes, aki egy kis szlovák faluban, Alsósztrégován megírta a magyar irodalom legismertebb, legtöbbet vitatott, mégis a legtöbbet játszott drámai költeményét? Miből táplálkozott költészete, gondolatisága, eszmerendszere?

A balassagyarmati MNM Palóc Múzeumában látható **Madách 200 – Nógrádból a halhatatlanságba** című tárlat a költő életútját erősen meghatározó családi kötelekeit, az 1848–49-es szerepvállalását, közéleti, politikai tevékenységét mutatja be az érdeklődőknek. Felsorakoztatja a sokoldalú művész: a költő, a drámaíró, a szónok, a képzőművész Madách életének emléktárgyait, irodalmi és képzőművészeti alkotásait. Hét fennmaradt olajképéből hat eredetiben látható, olvashatók politikai röpiratai, megszólalnak versei és a Tragédia ismerős sorai a világ számos nyelvén.

A **december 31-ig** nyitva tartó kiállítás legszínesebb része, a másfél évszázada reneszánszát élő Tragédiát bemutató tér. Több, mint 40 művész készített teljes illusztrációsorozatot a műhöz rézmetszetek, grafikák, tusrajzok, fametszetek, festmények formájában.



Grafikai törekvések

Az élő grafika címmel nyílt meg a szolnoki Danjanich János Múzeum legújabb időszaki kiállítása, melyen 43 alkotó 69 grafikája látható. Az elmúlt 60–70 év kiemelkedő hazai képzőművészeit felvonultató tárlat **május 14-ig** tekinthető meg.

A szolnoki Danjanich János Múzeumban kitüntetett szerepe van a grafikai gyűjteménynek – ezt a kiemelt figyelmet

jelzi a grafikai látványraktár, hiszen valamennyi grafika digitalizálva lett, illetve évente több időszaki grafikai tárlatot is rendeznek. Az intézmény a ma alkotó grafikusokkal is intenzív kapcsolat ápol, a mostani tárlat egyik célja pedig, hogy a közelmúlt nagymestereinek öröksége összefüggésbe kerüljön napjaink megújító grafikai törekvéseivel a jelen élő alkotóin keresztül.

A tárlatban a legkorábban keletkezett mű 1959-es, *Gács Mihály* Dózsa-sorozatából két darab, a legkésőbbi keletkezésű pedig *Lévai Ádám* 2008-as datálású tusrajza. „A grafika hagyományosan a képzőművészeti ágak között másodlagos helyet tölt be, holott szerepe esszenciális jelentőségű a nagy festői életműveket vagy szobrászi teljesítményeket bemutató tárlatokon is, mert nemcsak színesíti az életművet, hanem rávilágít a művészi gondolkodásra, illetve segít értelmezni egy-egy alkotói folyamatot” – hívja fel a figyelmet *Képiro Agnes* kurátor. Ugyanakkor hazánkban az 1960-as, 1970-es években a grafika vezető képzőművészeti ág

volt, ezt a korszakot nevezik a műfaj aranykorának is. E periódus kiemelkedő képviselője volt például *Kondor Béla* vagy *Szalay Lajos*.

Kiszorításban

Majd a kövek... címmel nyílt kiállítás *Füle Tamás*nak a Ráday Gyűjtemény – Biblia Múzeumban.

„Ha ezek elhallgatnak, a kövek fognak kiáltani” – mondta Jézus jeruzsálemi bevonulásakor, mivel kritikussai megjegyezték: lecsendesíthetné az őt Messiásként magasztaló tanítványait.

A tárlat képei zömmel a Kelet-Afrikában és a Földközi-tengeri partvidéken készültek az elmúlt években. Sivatagi tájrészletek, romos épületek, működő templomok hangulatképei egyaránt láthatók majd kiállítva olyan életképekkel együtt, amelyek azoknak az embereknek a hitéletéről beszélnek, akik ebből a háttérből tartoznak a kereszténységhez. „A világnak azokon a részein, ahol kisebbségben, veszélyben, elnyomásban vagy kiszorításban élnek keresztény emberek, súlyosabb a hitvallásuk, sokkal inkább állásfoglalás, mint a miénk. Valódi erőfeszítéseket is tesznek a hitük továbbadására, megélésére. Nekem, az elkényelmesedett európai kereszténységhez tartozó ember számára megszégyenítő, milyen kevés erőforrás birtokában, milyen alacsony személyes és egzisztenciális biztonság mellett is lehet szólni, nem megvárni, hogy már csak a kövek legyenek és kiáltsanak” – fogalmazott *Füle Tamás*.

Az **április 15-ig** látható kiállítást kortárs szövegírók reflexiói teszik majd teljessé – van, aki a képekhez írt meditációt, mások a képanyag megtekintése nélkül fejtették ki, számukra mit jelent, ha a kövek kiáltnak – egyszerűen gondolatébresztő anyagra számíthat a látogató.

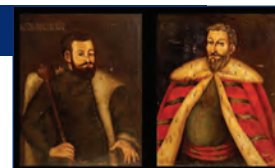
Restaurálásra várva

Közzétette az erdélyi fejedelmek portréinak digitalizált változatát a gyulafehérvári Batthyáneum könyvtár. A Román Nemzeti Könyvtár al egységeként működő gyulafehérvári közgyűjtemény közölte: a képtárban található tizenegy értékes festmény kivételes felbontásban került fel a világhálóra, így részleteiben tanulmányozható az Erdélyi Fejedelemség egykori uralkodóinak díszes ruházata, ékszerei.

Valamennyi festmény restaurálásra szorul, és ennek a folyamatnak volt a kötelező lépése a digitalizálás. A jövőben a restaurálásra is sor kerülhet, ígéretet kaptak egy, az értékmentést finanszírozó projektre. A portrékon szereplő fejedelmek nevét is felsorolják a közleményben, hozzátevé, hogy a neveket latinul közlik, ahogy a festményeken is szerepel.

A digitalizált festmények a *gigapan.com* oldalon tekinthetők meg a *Transylvanian Princes* címszó alatti galériában.

A könyvtár hosszú szünet után tavaly augusztusban indította újra digitalizálási programját. Első lépésként több ősnymatványt és középkori dokumentumot tettek elérhetővé a *digitool.bibnat.ro* oldalon.



KÖVETKEZŐ SZÁMUNKBÓL



A nyelvész zenetudós
Kodály Zoltán képes volt saját szakmájának határait átlépni: a zeneszerzés, a zenetudomány és a (zene)pedagógia mellett az irodalom, a nyelv és a kultúra ügyével foglalkozni. A zeneszerző tudósi érdeklődése a népdalon keresztül fordult mind a zenetörténet, mind a néprajz, az irodalom és a nyelvészet-nyelvművelés felé.



Húsevő hüllők agya

A kutatók 2021-ben publikálták két ragadozó dinoszauruszfaj felfedezését. Különlegesen izgalmas, amikor egy ilyen ősi ragadozó hüllőnek nem csak a csontvázát vizsgálhatják, de a leletek jó állapotának hála, bepillantást nyerhetnek az olyan részletekbe is, mint például az állat agyának morfológiája.



Sóvidéki kiránduláson

Fennállása alatt a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Társasága vándorgyűlések tartásával teremtett lehetőséget a magyar tudományművelők találkozására. E presztízses rendezvények eseményszámba mentek, komoly előkészületeket feltételeztek, és nagy társadalmi érdeklődés közepette zajlottak.



A hátlapon

Mézcukorka-készítő gép

A méz és a cukor gyógyászati célú alkalmazása a középkortól kezdve megfigyelhető.

A XIII. században megjelent első európai gyógyszerkönyvben, az *Antidotarium Nicolai*-ban már találkozhatunk olyan gyógyszerformákkal, amelyekhez az említett két alapanyagot használták.

A XIV-XV. századtól kezdve vannak adatok arra, hogy a patikusok a sűrű cukormasszába gyógynövényeket főztek, majd apró pogácsaformájúvá formázva torok-, fül-, gyomorfájás esetén ajánlották. Ezt bizonyítja az úgynevezett *Rotulae Manus Christi*, vagyis Krisztus tenyere cukor előfordulása a nagyszebeni gyógyszerár 1431-es leltárában is. A cukorkák készítésének módját jól ismerték a patikusok. A felforralt cukorszirupot márványlapra öntötték, majd hozzákeverték az aromát. A massa mozgatása, gyúrása, hajtogatása után kinyújtották, és a gép két mintázott rézhengere között préselték. A hengerekbe a mintákat negatív formában, a szövegeket jobbról balra vésték, így domborodott ki a cukorka mintája.

Szöveg: **VAMOS GABRIELLA**
Fotó: **BLAHÁK ESZTER**
A tárgy az MNM Semmelweis Orvostörténeti Múzeum gyűjteményében található



ÉLET ÉS TUDOMÁNY

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT HETILAPJA

MB MAGYAR BRANDS 2022



Főszerkesztő: **Gózon Ákos** • Szerkesztőség: 1088 Budapest, Bródy S. u. 16. • Telefon: 0630 755 5691; Gazdasági ügyintéző: Farkas Viktória • E-mail: eltud@eletestudomany.hu • Postacím: TIT 1431 Budapest, Pf. 176 • Honlap: <http://www.eletestudomany.hu> • Lapunk megtalálható a Facebookon is • Kiadja a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat • Felelős kiadó: Piróth Eszter, a TIT Szövetségi

Iroda igazgatója • Postacím: 1431 Budapest, Pf. 176 • Nyomás: Pauker Nyomda • Felelős vezető: Vértés Dániel
Index: 25 245 • ISSN 0013-6077 (nyomtatott) • ISSN 1418-1665 (online) • MagyarBrands és Magyar Örökség-díjas hetilap • Tudományos Tanácsadó Testület: Almár Iván, Bendzsel Miklós, Bod Péter Ákos, Botos Katalin, Csányi Vilmos, Csépe Valéria, Falus András, Freund Tamás, Grétsy László, Herceg János, Juhász Árpád, Kroó Norbert, Makara B. Gábor, Pléh Csaba, Sólyom László, Szabó Miklós, Szalay Péter, Szentgyörgyi Zsuzsanna, Szörényi László, Takács László, Tátrai Zsuzsanna, Varga Benedek, Vásárhelyi Tamás • Szerkesztő-rovatvezetők: Albert Valéria, Tegzes Mária, Szouczek Ádám, Pásztor Balázs, Lőrincz Henrik, Nyerges Gyula • Partnerkapcsolati ügyintéző: Szalai Zsuzsanna • Tervezőszerkesztő: Kiss Nemeskéri Zsuzsanna, Lévárt Tamás • Minden jog fenntartva!
• Képek forrása: depositphotos.com • A meg nem rendelt fényképekért és kéziratokért nem vállalunk felelősséget.
• Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. 1900 Budapest Előfizetésben megrendelhető az ország bármely postáján, a hirdlapot kézbesítőknél, www.posta.hu webshopban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a hirlapelofizetes@posta.hu címen, telefonon 06-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen.
• Megvásárolható a LAPKER árusítói helyein. Lapunk korábbi számai megvásárolhatók a szerkesztőségben is.

Az Élet és Tudomány a Nemzeti Kulturális Alap, a Kulturális és Innovációs Minisztérium és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő támogatásával jelenik meg.



