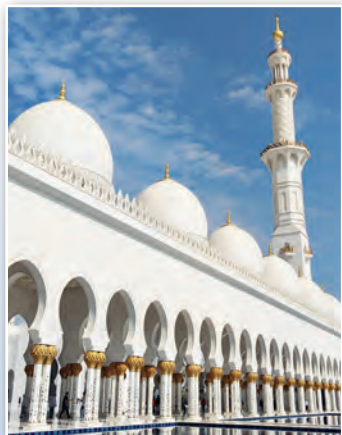


# ÉLET ÉS TUDOMÁNY

## abu dzabi ékszere





Címlap: Nagymecset (Babinszki Edit felvétele az Abu Dzabi ékszerdobozza című cikkhez)

- 1219 Első kézből  
 • KÖZÉPKORI BÁLNAIRTÁS  
 Molnár Csaba  
 • AZ ELSŐ HIBRID  
 PAMPARÓKA-KUTYA



Sz. M.  
 • ÚJ VIZEKEN  
 Dávid Tibor

- 1222 V4-ek a globális  
 technológiai folyamatok tükrében  
**MÉRSÉKELT INNOVÁTOROK**

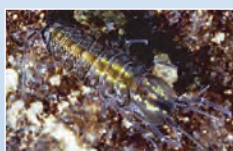
Novák Zsuzsanna Éva

- 1225 Mindennapi játékelmélet  
**A NEMEK HARCA**  
 Kassovics Artúr Gergely

- 1226 Beszélő képek  
**ABU DZABI ÉKSZERDOBOZA**  
 Babinszki Edit

- 1229 Izotópok alkalmazása pusztító célokra  
**AZ ÉREM EGYIK OLDALA**  
 Balatoni-Oláh Zita, Szűcs Zoltán,  
 Varga Tamás Róbert

- 1232 Kolonista és båtortalan ászkák



- BARLANGOK  
 MINT DISZPERZIÓS CSAPDÁK?**

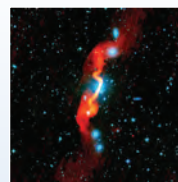
Horváth Gergely

- 1234 Interjú Bécsy Bencével  
**GRAVITÁCIÓS HULLÁMOK ÉSZLELÉSE  
 KOZMIKUS ÓRÁKKAL**  
 Trupka Zoltán

- 1236 A barátságosabb komposztért  
**BIOHULLADÉK-MÓDSZERTAN**  
 Szegő Miklós

- 1237 PÉNZÜGYI TIPPEK HALLGATÓKNAK  
 MNB

- 1238 Csillagnaptár



OKTÓBER

L. H.

- 1240 LogIQs

- 1241 Adatok és tények  
**ELHÍZÁS, AVAGY AZ EMBERISÉG  
 ÚJ JÁRVÁNYA**

Herzog Tamás

- 1242 Agyi aktualitások  
**GONDOLATOLVASÁS?**

Reichardt Richard

- 1244 ÉT-Etológia

OKOSPAJTA

- 1245 KERESZTREJTVÉNY

Schmidt János

- 1246 ÉT-IRÁNYTŰ



Bánsághy Nóra

- 1247 A háttapon

OLASZGOMBA

Locsmándi Csaba

## Kedves Olvasónk!

A BME, a Pro Progressio Alapítvány és az Élet és Tudomány szerkesztősége idei kutatásismertető cikkpályázatának díjátadójára 2023. szeptember 18-án került sor a Műegyetemen, a díjazottak részvételével. Az eredmények:

### Oktatói-kutatói kategória:

1. díj: Fekete-Kertész Ildikó: Bolhából elefántot? „Ritkaságok” a hulladékban – Értékteremtés fenntartható módon (BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék)

### Fenntarthatóság alkategória:

2. díj: Tóth János, Lakatos András: Borús jelenből a napos jövőbe – Fenntartható közlekedés megteremtése okos megoldásokkal és társadalmi tudatossággal (BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék)

### Fenntarthatóság alkategória:

2. díj: Németh Renáta: Élelmi rostok szerkezetalkító szerepének azonosítása glutinmentes gabona és álgabona alapú élelmiszermátrixokban (BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék)

### ÚNKP alkategória:

3. díj: Novák Zsuzsanna Éva: Mérsékelt innovátorok – V4-ek a globális technológiai folyamatok tükrében (BME Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Pénzügyek Tanszék)

### Hallgatói kategória:

1. díj: Tóth Bálint: Modern vérvnyomásmérés (BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék)

### TDK alkategória:

2. díj: Pokol Júlia: Újratervezés – Holland tanulmányút a Zero Waste Campus vonatkozásában (BME Építészmérnöki Kar, Exploratív Építészeti Tanszék)

### Fenntarthatóság alkategória:

3. díj: Kápolnainé Nagy-Göde Fruzsina: Útlezárásokat okozó földcsuszamlások hazánkban – Tévhitek és fokozódó veszélyek

(BME Építőmérnöki Kar, Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék)

A díjazott pályaművek szerzőinek még egyszer gratulálunk! Lapunk valamennyi pályamunkát közölni fogja.

A SZERKESZTŐSÉG

## Középkori bálnairtás

Ha állatfajok ember általi kipusztításáról van szó, szinte mindig a modern korok jutnak az eszünkbe. Azt feltételezzük ezzel, hogy csak a XX. századi ember jutott hozzá mindazokhoz a technikai eszközökhöz, amelyek segítségével elég súlyos károkat tudott okozni a természetben ahhoz, hogy az egy teljes faj minden egyedének kihalásához vezessen. Bár vannak jól ismert példák a földrajzi felfedezések korában sikerrel végrehajtott kipusztításokra (erre jól emlékezhetnek a dodók és társaik – illetve ők már nem), de ezek rendszerint elszigetelt esetek voltak, és egy-egy szigeten honos, szélsőségesen specializált fajokhoz köthetők.

Holott az új- és legújabb korszak megelőzően élt emberek sem voltak jobbakk – bár erkölcsileg nehéz megítélni egy viselkedést, amelyet abban az időben egyáltalán nem tekintettek elítélendőnek, immorálisnak, valószínűleg eszükbe sem jutottak lelkiismereti dilemmák, miközben sok fajt a kihalásig pusztítottak az ó- és középkorban. Talán úgy gondolták, hogy az ember istenadta joga elvenni a természetből, amire szüksége van vagy megtetszik neki, hiszen a környezetben fellelhető élő és élettelen erőforrások praktikusan végtelennek tűntek. Emellett biztosan nem értettek semmit az ökoszisztémák működéséből, így nem is sejtették, hogy mekkora bajt okozhat egy-egy faj teljes kiemelése a rendszerből.

Norvég bálnavadászahajó (FOTÓ: WDC)



A kutatásban elemzett néhány bálnacsontból készült tárgy  
(FOTÓ: VAN DEN HURK ET AL., ROYAL SOCIETY OPEN SCIENCE 2023)

A bálnavadászat az esztelen és ipari léptékű állatpusztítás szimbólumává vált mára, egyúttal a bálnák gyilkolásának (szinte) teljes felszámolása a globális állatvédelem egyik legfényesebb siker-története. Jól ismert, hogy a XIX-XX. században a bálnavadászahajók szerte a világon a kihalás peremére taszították a legtöbb bálnafajt (az örületesen fajúlgó megszállott pusztítást a *Moby Dick* és más irodalmi művek is megörökítették), de mára a világ majdnem minden országa – Japánt, Izlandot és Norvégiát kivéve – betiltotta a bálnák gyilkolását. Ez sok esetben fényes sikernek bizonyult, hiszen sok bálnafaj populációja kezd magához térni, miközben mások továbbra is veszélyeztetettek – de ennek

már közvetettebb módon: a környezet-szennyezés és az élőhelypusztítás révén okozója az ember.

A kihaláshoz vezető bálnairtás azonban nem az ipari forradalom idején kezdődött, hanem jóval korábban. Mint azt a brit *Royal Society Open Science* folyóiratban kimutatta a *Norvég Tudományos és Műszaki Egyetem* munkatársai által vezetett kutatócsoport, a középkori régészeti leletek között több, mára már végtelenen megfigyelt bálnafaj csontjai fedezhetők fel. A kutatás pikantériáját természetesen az adja, hogy éppen Norvégia az egyik ország, amelyben továbbra is legális a bálnavadászat, és ez a közeljövőben nem is fog megváltozni, hiszen az ott élő emberek 60 százaléka szerint a bálnák jogos fehérjeforrásnak számítanak ember számára, és a leölésüket mindössze 15 százalék ellenzi.

Az ember már a korai ókorban is vadászott bálnára: dél-koreai sziklákön 8000 éves karcolt bálnavadász-jeleneteket találtak, az északi szövegek pedig már 1250 körül is arról értekeztek, hogy mely bálnafajok jelentenek halálos veszélyt a vadászokra, míg másokat százával lehet gond nélkül gyilkolni. Az viszont egészen mostanáig nem volt ismert, hogy e szövegek mennyire tükrözték a valóságot. Ennek kiderítése volt e kutatás fő célja, ennek érdekében vizsgáltak meg összesen 719, norvég és portugál lelőhelyeken feltárt bálnacsontot. A kutatás vezetője, *Youri van den Hurk* elmondta, hogy „bár bálnacsontokat viszonylag gyakran találunk az ásatásokon, ezek

rendszerint nagyon töredékesek. De a fajszintű meghatározásuk még akkor is igen nehéz, ha egészben vannak”.

A meghatározás alapja, hogy a csontokban található kollagénfehérje kémiai szerkezete fajra jellemző egyedi bélyeg. A csontleletek meghatározása feltárta, hogy közöttük aránytalanul nagy mennyiségben találhatók olyan fajok, amelyek mára kihaltak vagy szinte kihaltak az Atlanti-óceán északi részéről. 334 lelet északi simabálnától származott. Ez nem lepte meg a kutatókat, hiszen e faj gyakran szerepel az ősi szövegekben, és az ipari bálnavadászat korában az egyik legkedveltebb prédának számított, hiszen a partokhoz közel, kis mélységben él, és a szervezete sok bálnaszirt tartalmaz. A faj ma is a legveszélyeztetettebb bálnák közé tartozik, mindössze 370 egyed létezhet belőle. Emellett sok szürke bálnát is találtak, ami furcsa volt, hiszen e faj szinte teljesen hiányzik az írásos forrásokból.

Azt gyakorlatilag lehetetlenség megmondani, hogy a tárgyak aktívan levadászott bálnából vagy partra vetett tetemből származnak. Ugyanakkor a sima- és szürkebálnákat évszázadokkal később is keresték a bálnavadászok, hiszen viszonylag békések, és nagy praktikus előnyük, hogy a tetemük lebeg a vízben, ami nagyban megkönnyíti az elejtés utáni szállításukat. E fajok magas aránya a leletanyagban arra utal, hogy már a középkorban is előszeretettel vadászták őket. A kutatók azt feltételezik, hogy az évszázadok folyamatos vadászata hozzájárult e fajok populációinak összeomlásához, illetve lokális kihalásukhoz. A szürke bálna mára teljesen eltűnt az észak-atlanti vizekből, és ma már csak a Csendes-óceánban él.

MOLNÁR CSABA

**ZOOLÓGIA** **Az első hibrid pamparóka-kutya**

Az emberek által lakott és uralt területek egyre fokozódó terjeszkedése nemcsak az élővilág és az emberek találkozását segíti elő, hanem házikedvenceink és a vadon élő állatok érintkezését is. Ennek számos, előre nehezen megjósolható következménye lehet, ilyen például a különböző betegségek terjedése. Annak azonban, hogy a házi- és vadállatok újtjai egyre gyakrabban keresztezik egymást, van egy másik, tudományos szempontból nem kevésbé érdekes hozadéka: a hibridizáció lehetősége.

Nemrégiben a világhálót is bejárta az a hír, miszerint Brazíliában hitelt érdemlően jelentették az első hibrid pamparóka-kutya létét. A rendkívüli médiafigyelmet keltő bejelentéshez kötődő tudományos publikációt az *Animals* tudományos folyóirat közölte, a munka első szerzője *Bruna Elenara Szyrwelski*, a Rio Grande do Sul Szövetségi Egyetem Genetikai Intézetének kutatója volt.

A felfedezés körülményei korántsem mondhatók hétköznapiak. 2021-ben egy kutyához hasonló küllemű, nőtény állat érkezett a Rio Grande do Sul Egyetem Állatkórházába, mivel sajnálatos módon elgázolta egy autó. Az állat kezelését végző szakembereknek hamar feltűnt, hogy annak külleme szokatlan, mivel egyszerre hordozza a régióban vadon élő kutyafélék és a házikutya külső jellegzetességeit is. Ezen okból a csapat úgy döntött, hogy alaposabban megvizsgálja az állat genetikai hátterét.

Brazília Rio Grande do Sul államában négy vadon élő kutyaféle is ismert. Az erdei kutya (*Speothos venaticus*) elterjedése nem illeszkedik rá arra a területre, ahol a furcsa nőtényállatot a baleset érte. A három „játékban maradt versenyző” a sörényes farkas (*Chrysocyon brachyurus*), a rákászróka (*Cerdocyon thous*) és az igazi pamparóka (*Lycalopex gymnocercus*).

A sörényes farkas már csak pusztá méretei miatt sem tűnt valószínű gyanúsítottnak, ez a faj Dél-Amerika legnagyobb testű kutyaféléje. Túlmenően ezen, a furcsa küllemű, elgázolt nőtény állat külső jegyeiben egy cseppet sem hasonlított a sörényes farkasra. A másik



**A nőtény hibrid pamparóka-kutya**  
(FOTÓ: FLÁVIA FERRARI)

két faj külső jegyei nagyon sokban hasonlítanak a balesetet szenvedett egyedire, ám mindkettő szőrzete szürkés, ellentétben a gyanús állat csaknem fekete, helyenként fehér szálakkal tarkított bundájával.

A genetikai vizsgálatok során összehasonlították a négy brazil vadon élő kutyaféle, a házi kutya és a különös küllemű állat genetikai mintáit. Az eredmények alapos elemzése kimutatta, hogy az állatkórház új vendégének szülei egy nem ismert fajtájú házi kutya és egy pamparóka voltak, vagyis a kérdéses példány egy hibrid. Kiderült, hogy a különleges jövevénynek 76 kromoszómája van, míg a házi kutyának 78, a pamparókéknak pedig 74.

Ez az egyed a pamparóka és a kutya első, bizonyítottan hibrid utóda. Ez egy rendkívül izgalmas felfedezés, már csak azért is, mert a házi kutya a *Canis*, míg a pamparóka a *Lycalopex* génusz tagjai, vagyis az, hogy rokonságuk a kereszteződéshez elégséges-e,

**Az igazi pamparóka (*Lycalopex gymnocercus*)** (FORRÁS: WIKIPÉDIA)



eddig kérdéses volt. Az állatkórház különleges vendége a „dogxim” becenevet kapta, ami az angol *dog*, azaz kutya, valamint a pamparóka portugál nevének, a *graxaim*-nak a keveréke.

„Egy igazán rendkívüli állat volt – emlékezik vissza Flávia Ferrari konzervációbiológus és társszerző, aki a hibrid egyed vizsgálatán dolgozott annak felépülése alatt. – Félénk és éber jellemű nőtstény volt, alapvetően került az emberek közelségét. Ahogy haladt a kórházi kezelése, lassan elkezdte megszokni az emberek jelenlétét, és egyre kevésbé érezte magát kényelmetlenül a jelenlétiünkben. Nem volt olyan simulékony, mint egy kutya, de egyértelműen hiányzott belőle a vadon élő pamparókák jellegzetes vadása.”

Felgyógyulása alatt a hibrid nem fogadta el a kórházi tápszert, az élő rágcsalókat azonban annál inkább. Noha a hibrid teljesen felépült az állatkórházban, és onnan egy konzervációbiológiai központba szállították, később sajnálatos módon, ismeretlen okokból elpusztult.

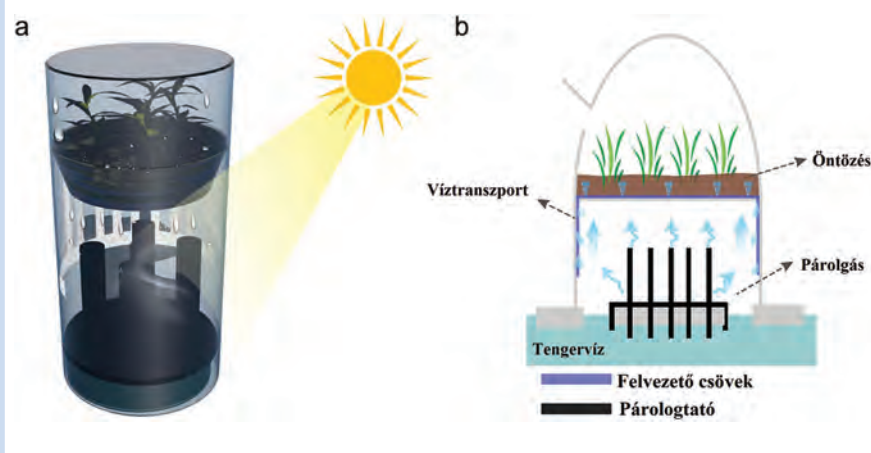
A kutatócsoport szerint még rengeteg kivizsgálni való akad a hibrid állat felbukkanása körül. Érdemes alaposabban körüljárni a hibridizáció jelenségének gyakoriságát a régióban, valamint azt, hogy ez milyen hatással lehet a vadon élő kutyafélék populációira, illetve a vadon élő állatok genetikai állományára nézve.

A hibridizáció jelensége, legyen az teljesen természetes, vagy valamilyen szinten emberi tevékenység által indukált, egyáltalán nem számít ritka jelenségnek (az állatfajok nagyjából 10 százalékanak esetén ismert jelenségről van szó), ám közeli rokon fajok esetén fordul elő a legtipikusabban.

Sz. M.

## Új vizeken

Az emberi civilizáció növekedése és a túlélés mindössze két, stratégiai jelentőségű erőforráson alapul: a tiszta, iható vízén és az ételmen. A becslések szerint 2016-hoz képest a 2050. évre az ivóvízhiány által érintett emberek száma 933 millióról 2,37 milliárdra emelkedik, miközben a mezőgazdaságba pumpálható édesvíz mennyisége terén 19 százalékos visszaessél lehet számolni. Szűk harminc év múlva pedig az emberiség lélekszáma



A szerkezet sematikus vázlatja (FORRÁS: CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL)

már a tízmilliárdot is meghaladhatja. Ekkora embertömeg ellátása csak az élelmiszer-termelés fejlesztésével érhető el, azzal egy időben pedig gondoskodni kell annak fenntarthatóságáról, és csökkenteni kell a törekeny életközösségre gyakorolt nyomást.

A kettős problémára dupla megoldás született a *University of South Australia* kutatói jóvoltából. A *Chemical Engineering Journal* tudományos folyóiratban megjelent beszámoló egy olyan tengerben lebegő szerkezet leírását adja, mely külső beavatkozás és elektromosság nélkül, mindössze napfény segítségével állít elő tenger vízből édesvizet, amit a szerkezeten elhelyezett növények nevelésére fordít, és a folyamat közben többlet édesvíz is keletkezik. A jelenleg a tengeren végzett mezőgazdasági tevékenység jellemzően felügyelet alatt, nagy területen, specializált eszközökkel és növényekkel dolgozik és még az öntözővízről is külön szükséges gondoskodni. A növekvő ételmezési igények e mód szerinti kielégítése minimum kétszörös.

Az ausztrál kutatók ezért a fény felé fordultak, és két, nagy mennyiségben rendelkezésre álló erőforrást egyesítve keresték a megoldást egy kevésbé éhes és szomjas jövőért. Egy olyan függőleges elrendezésű, kétkamrás eszközt terveztek és készítettek el *proof-of-concept* jelleggel, vagyis az elképzelésük működőképességének igazolása érdekében, amely egy polisztírol platformon, a vízben lebeg, alsó kamrájában napsütés hatására a tengervíz párologni kezd, és ez édesvízforrásként szolgál a felső kamrában (tulajdonképpen egy üveg-házban) elültetett növény számára.

Az alsó kamrába a vizet egy rendkívül fekete, nagy (96,7 százalékos) fényelnyelő képességgel rendelkező,

vízkedvelő (pamut és grafén-oxid alkotta, csersav és vas(II)-klorid tartalmú) anyag szívja fel, amelyből a napfény (hő) hatására megindul a víz párologása. A párologtatás hatékonysága négyszeres mértékű a minden eszköztől mentes állapothoz képest, és a mérések alapján a lecsapódott víz só- és egyéb ásványianyag-tartalmát egészségügyi határérték alattinak állapították meg. A vízpárát kis csatornának vezetik a felső kamra talajába. A többlet édesvíz kinyerése ugyan lehetséges, de egyelőre nem megoldott, ez további fejlesztést igényel, ahogy kisebb környezeti és növénymonitoring beépítése sem elvetendő.

A tesztek 2022 márciusa és májusa között több fázisban zajlottak. Az előkészítő, kalibráló, és a kísérleti elrendezést optimalizáló tesztek követően húsznapos kültéri kísérlet valósult meg mesterséges tengervízben, és a felső kamrában elültetett magokkal, amelyekből brokkoli, saláta és bordáskel (pak choi) nevelkedett. Mindhárom növény magjainak legalább 80 százaléka kicsírázott, és megélte a kísérlet végi 20. napot, bizonyítva, hogy az eljárás és a megszerkesztett eszköz képes ellátni a neki szánt feladatot – legalábbis közel három hétig biztosan.

Jelenleg a szárazföldek tizenegy, a teljes földfelület három százalékan folyik mezőgazdasági termelés. Ha a technológia skálázható (amire jó esély mutatkozik), a mezőgazdasági valós kiterjesztése sós (de egyébként bármilyen) vizekre nagyságrendekkel növelné a víz- és élelmiszer-biztonságot a jövő népessége számára, és újfajta fejlődést, vagy ha úgy tetszik, agrárforradalmat hozhat. Persze a kellő fejlesztések és tökéletesítés után.

DÁVID TIBOR

# MÉRSÉKELT INNOVÁTOROK

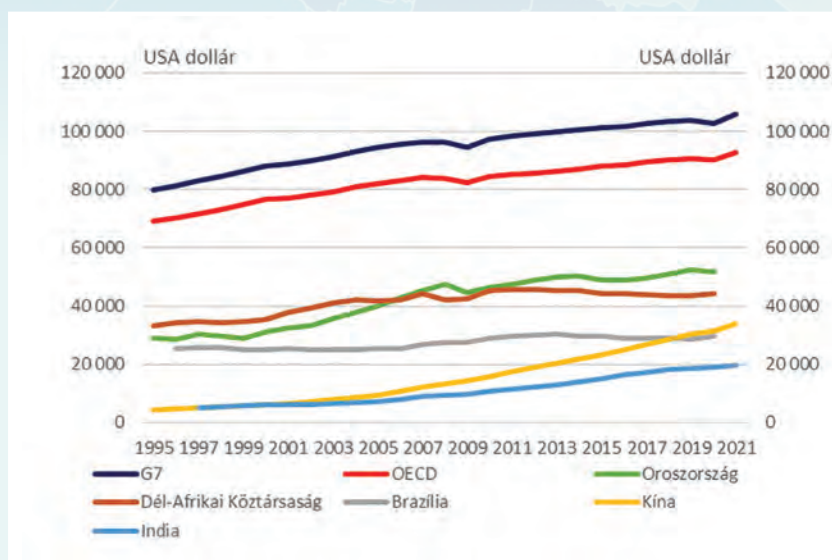
Közel 100 éve, 1924-ben született Robert Solow, aki máig az MIT emeritus professzora és akinek növekedési elmélete (1956) **mérőföldkőnek számít a közgazdasági irodalomban. Elmélete nyomán a technológiai újításokra a közgazdászok széles köre tekint úgy, mint a termelékenység növekedésének és így a gazdaság fejlődésének fő mozgatórugójára.**

Az írás a BME – Pro Progressio Alapítvány – Élet és Tudomány 2023. évi cikkpályázatán III. díjat nyert oktatói-kutatói kategóriában.



A termelési tényezők átalakulását, a társadalmi környezet változását és a technológiai váltásokat tekintette a fejlődés fő hajtóerejének a másik neves közgazdász: Schumpeter (1939). Innovációs elméletét, amelynek középpontjában a vállalkozó áll (Schumpeter, 1926), az ipari forradalom során megszületett egy-egy kimagasló technikai vívmány, például a gőzgép és a vasút iparágakat átformáló hatását alapul véve alakította ki. A fellendülés egy vagy néhány iparágban veszi kezdetét, és az *innováció* jelöli ki az iparág jellegzetes fejlődési irányát. Az innováció beágyazódásával szembeni akadályokat először az adott iparágban, majd más, azt átvevő iparágakban is lebontják a forradalmi újítások előmozdítói, tehát a technológiai fejlődés átterjed más szektorokra is, radikális változást okozva azok fejlődésében. (Hartwell, 1971) Ezzel egyidejűleg Schumpeter (1942) is elismerte, hogy az új kombinációk létrejöttével a korábbi megoldások és készségek kiszorulnak, fölöslegessé válnak, a piacgazdaságok innovációs folyamataiban végbemenő, a korábbi struktúrákat lebontó folyamatot éppen ezért „ *kreatív rombolás*”-nak nevezte.

A gazdasági hatékonyság növekedését tehát mindenekelőtt a technológiai fejlődésnek tulajdonítják. Egy-egy technikai újítás sikerének előfeltételeként Lundvall (1992) és Rosenberg (2004) kiemeli a termék- és szolgáltatás piacok szerepét, amelyek lehetővé teszik, hogy az új megoldások széles körben elterjedjenek. A technológiai fejlődést az innováció váltja ki oly módon, hogy az életképes találmányok piacra vezetése is sikeresen megvalósul. Ez nagyban függ



GDP/foglalkoztatott alapú termelékenység az OECD és BRICS országokban

az intézményi háttértől, a humántőke minőségétől, a munka megszervezésétől, a versenyző piac dinamikájától, a K+F kiadásoktól és általában a beruházási aktivitástól (ILO, 2008). Az innováció Freeman (1992) értelmezésében „magában foglalja a műszaki, tervezési, gyártási, menedzsment és kereskedelmi tevékenységeket, amelyek egy új (vagy továbbfejlesztett) termék piacra vezetésében vagy egy új (vagy továbbfejlesztett) eljárás vagy berendezés első kereskedelmi alkalmazásában megjelentek”.

## Globális folyamatok

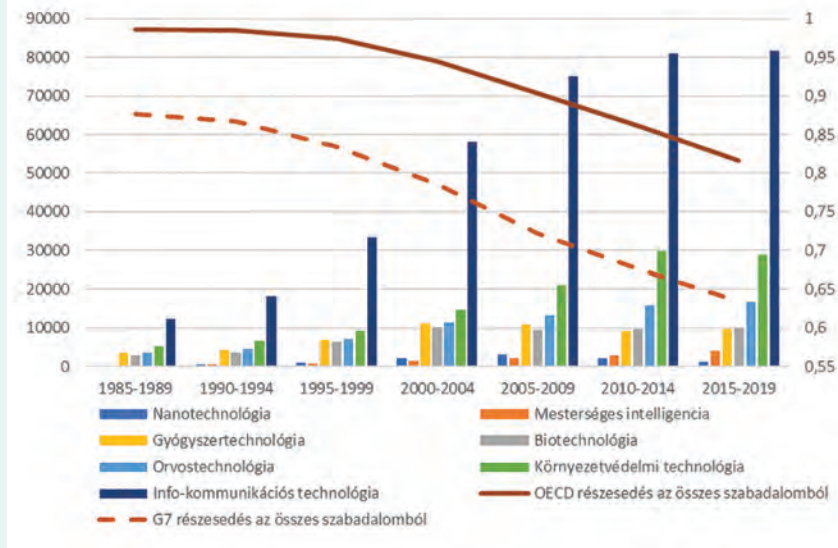
A technológiai fejlődés által kiváltott hatékonyság-növekedés méréséhez a *teljes tényező termelékenység (TFP)* – azaz a termelési tényezők (munka, tőke, egyéb erőforrások) együttes hozzájárulása a kibocsátás bővüléséhez – jelentheti

az egyik kiindulópontot. A nemzetközileg összehasonlítható statisztikák mindemellett leginkább a *munkatermelékenységre* vonatkozóan érhetők el, ezek az egy foglalkoztatottra vagy egy munkaóra jutó jövedelem (output vagy hozzáadott érték) mutatók, amelyeket érdemes változatlan áron és vásárlóerővel korrigált adatok segítségével kiszámítani (1a. ábra). A technológiai előrehaladás számszerűsíthetősége különösen vitatott kérdés, ennek méréséhez nemzetközi szinten elsősorban a K+F kiadásokat és a szabadalmi statisztikákat használják az innovációs folyamatok szemléltetésére. A *K+F kiadások* a tudásbázis bővítésére irányuló erőfeszítések, inputok fő indikátora, de a formális, adatbázisokban rögzített K+F kiadások csak egy töredékét fedik le az új tudás előállítására mozgósított erőforrásoknak,

beleértve az emberi erőforrásokat. Ezzel szemben a szabadalmak jobban tükrözik az ágazati és technológiai folyamatokat. A szabadalmak mérhetőségét támogatja, hogy a legtöbb ország rendelkezik nemzeti szabadalmi hatósággal és jogszabályokkal, a szabadalmakkal kapcsolatos adatgyűjtés többségében széles információs bázisra épül és központosított. (Természetesen itt is felmerül, hogy a tudás bővülése nem feltétlenül jelenik meg az általában gyakorlati hasznosíthatóság alapján nyilvántartásba vett eljárásokban és újszerű megoldásokban.) (OECD, 1996) Az utóbbi évtizedek technológia szerint osztályozott szabadalmi statisztikáinak összevetése alapján (1b. ábra) szembetűnik, hogy a leglátványosabb az info-kommunikációs technológiák terén jelentkező töretlen dinamika az elmúlt 35 évben, ami világszinten folyamatos innovációs tevékenység és termelékenység-bővülést sejtet.

### Növekedés és paradoxon

A fentiek alapján arra következtethetünk, hogy az info-kommunikációs eszközökben megjelenő innováció adja a jelenkor gazdasági fejlődésének fő hajtóerejét. Egyben az info-kommunikációt tekinthetjük a '80-as évek óta végbement technológiai fordulat óta, Bresnahan-Trajtenberg (1992) nyomán, korunk általános célú technológiájának, amely meghatározza és átalakítja a gazdasági folyamatokat, alkalmazása lehetővé teszi számos létező és potenciális termék és termelési rendszer kialakulását és terjedését, iparágakat átívelő, a fogyasztók költségeit mérséklő és újabb innovációkra ösztönző sajátosságai révén. Grinin és szerzőtársai (2016) a Kondratyjev-hullámokat alapul véve mindemellett egy, a MANBRIC (orvos-, additív, bio-, nano-, robot-, info- és kognitív) technológiák által meghatározott új gazdasági ciklust jelez előre a következő évtizedekre. Feltételezésüket a szabadalmi statisztikák utóbbi évtizedekben megfigyelhető dinamikája, valamint az öregedő társadalom egészségügyi ellátásához szükséges orvostechológiai fejlesztések várható innovációs igénye alapján fogalmazzák meg. A kiemelt innovációs területeket elsősorban a kelet-ázsiai országok adataival támasztják alá, ahonnan véleményük szerint a következő technológiai váltás elindul majd. A szabadalmi statisztikák



1b. ábra Szabadalmak száma a világon kiemelt technológiai területek szerint, 1985–2019

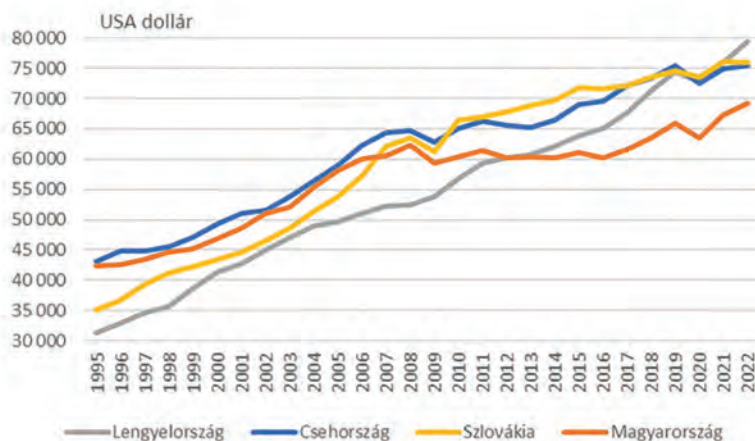
mindemellett egyre inkább a mesterséges intelligencia térhódítását tükrözik, hiszen ez a legdinamikusabban bővülő technológiai terület, ami előrevetíti a negyedik ipari forradalmat (Crafts, 2021, Hötte és szerzőtársai, 2022).

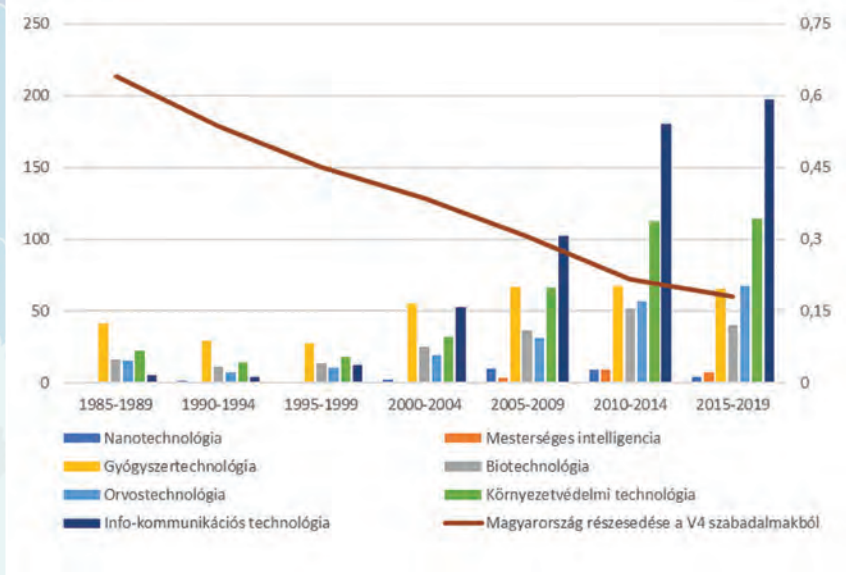
Az egyes iparágakban végbemenő innováció nem feltétlenül tükröződik közvetlenül a gazdasági növekedésben. Ezt jól példázza a *Solow-féle IT termelékenységi paradoxon*. Az IT ágazat fejlődése radikális strukturális változást hozott a gazdaságban mind a termelési, mind pedig a fogyasztási javak tekintetében, de a gazdasági növekedésre nem gyakorolt számottevő hatást (Verspagen, 2001, Jorgenson és Stiroh, 1999). A jelenség magyarázható az IT szektor befektetéseken belüli alacsony részarányával, valamint a növekedési hatás időbeni eltolódásával. Jorgenson és Stiroh (1999) érvelése

szert az IT valójában nem *technológiai váltásként*, hanem a *termelési függvény mentén történő elmozdulásként, azaz helyettesítésként értelmezendő*. Helyettesítés esetén ugyanis a technikai újításból származó előnyök teljes mértékben a fogyasztóknál és azok szolgáltatóinál csapódnak le szemben a technikai váltásnál, amikor a korábbival megegyező mennyiségű tényező felhasználásával magasabb kibocsátás érhető el.

A szabadalmi statisztikák alapján arra is következtethetünk, hogy a világ élvonalában továbbra is az OECD és azon belül a G7 országok találhatók, az OECD országok összes szabadalmmon belüli részarányának csökkenését a BRICS országok (azon belül Kína, azon felül Tajvan) növekvő innovációs teljesítménye magyarázza, az OECD-n belül pedig Dél-Kelet-Ázsia, különösen Dél-Korea K+F aktivitása érdemel kitüntetett figyelmet.

1c. ábra GDP/foglalkoztatott alapú termelékenység a V4 országokban





Szabadalmak száma kiemelt technológiai területek szerint a V4 országokban, 1985–2019

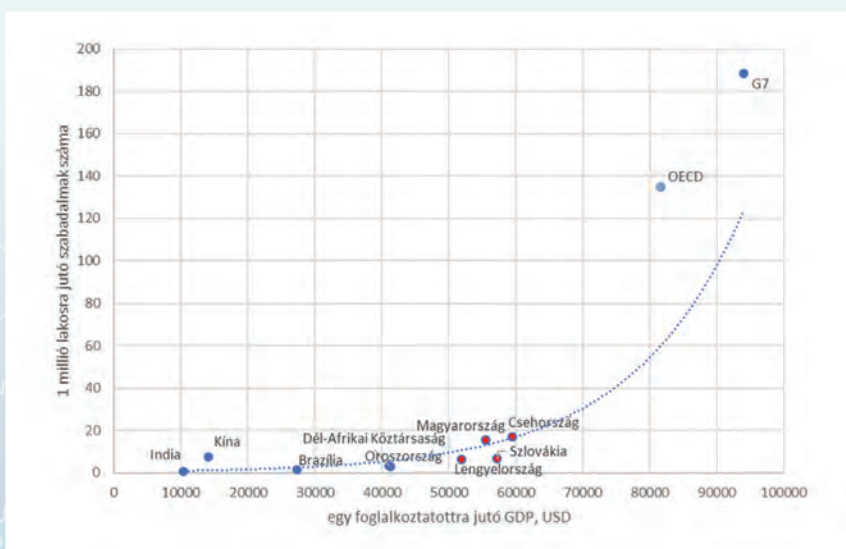
A Visegrádi Négyeket az Európai Bizottság összetett osztályozási rendszerre többnyire az EU-s országok harmadik csoportjába, a vezető innovátorok, valamint azok követői után a mérsékelt innovátorok közé sorolja, amely országok nem érik el az Európai Unió innovációs átlagmutatóját, de a legutolsó, szerény eredményességű, úgynevezett „feltörekvő innovátorok” csoportnál jobban teljesítenek. Ez alól az utóbbi évek kivételt képeznek, mivel 2021-ben Szlovákia és Lengyelország Magyarországgal együtt átkerült a legutolsó kategóriába, amelyből a 2023-as jelentés szerint hazánk szerencsésen újra feljebb lépett. Correia és szerzőtársai (2018) továbbá megállapítják a teljes közép- és dél-kelet-európai térség vonatkozásában, hogy a 2007–2009-es

globális pénzügyi válság visszavetette ezen gazdaságok termelékenységét (2a. ábra) és innovációs vonzerejét, amelyet korábban elsősorban a viszonylag képzett, olcsó és ígéretes munkaerőnek köszönhetett.

#### A V4 országok innovációs teljesítménye

A szabadalmi statisztikák (2b. ábra) alapján nem mutatható ki lemaradás a V4-ek vonatkozásában. Részarányuk az elmúlt 35 évben mindvégig az OECD összes szabadalmának átlagosan mintegy 0,2–0,4%-át tette ki és az utóbbi időkben ez az arány még növekedést is mutatott. Az összetétel vonatkozásában is hasonló folyamatoknak lehetünk tanúi, az IKT dominanciája jellemző a mesterséges intelligencia kissé

Termelékenység és az egymillió főre jutó szabadalmak száma az OECD, V4 és BRICS országokban, 1995–2019 közötti átlagos statisztikák alapján



visszaeső térnyerésétől kísérve. A legtöbb innovációs mutatószámában, amely az export, a KKV, az állami és külföldi szerepvállalás, a képzettség és a foglalkoztatottság számos K+F szempontját is magában ötvözi, Csehország áll az élen (a közép-európai térségben közvetlen Szlovénia után). Magyarország vesztett a termelékenység tekintetében (amely a TFP-ben és az egy munkaóra-ra jutó hozzáadott-értékben is megnyilvánul) és a szabadalmak száma alapján is a piacgazdasági átmenet kezdetén elfoglalt vezető szerepéből, bár az egy főre jutó értékekben jellemzően most is Csehország után a második.

Gurbiel (2002) szembeállítja a kevésbé sikeres rendszerváltó közép- és kelet-európai gazdaságok tapasztalataival a dél-kelet-ázsiai gazdaságok technológia alapú felzárkózását. Az utóbbi esetében sikeres volt a technológia utánzásából a technológia előállításába való átmenet, az előbbi esetben azonban még jelentősen hiányos a hazai előállítású technológia, ebben az importált innováció jobb hasznosításán keresztül lehet javulást elérni. Arkolakis és szerzőtársai (2017) megkülönböztetik a termelésre szakosodott és így lemaradó, valamint az innovációra szakosodott országokat az OECD-n belül. Az előbbit a cserearányok romlása miatt, valamint a növekvő skálahozadékú innovatív tevékenységek kiesése miatt jóléti veszteség fenyegeti, a hazai piaci hatások (HME) érvényesülését az innováció fix költsége és az ötletek határokon át történő mozgása során megjelenő súrlódások erősítik fel. Érdekes következtésre jut Weresa és Napiórkowski (2018). Szerintük a külföldi működőtőke-beáramlás kifejezetten rontotta a V4 országok szabadalmakban megmutató innovációs teljesítményét, az állami K+F pedig egyáltalán nem járult hozzá. A jövőbe mutató robotizáció és mesterséges intelligencia vonatkozásában Cséfalvay (2020) továbbá rámutat a közép-európai országokat jellemző „függő robotizáció” okozta veszélyekre. Míg a viszonylag még mindig számottevő képzettségi előny ide csábíthatja a magas technológiai igényű iparágakat az egységes belső piac teremtette kereteken belül, féltő, hogy az autópári koncentráció megakadályozza az új általános célú technológia tovagyűrűzését és kedvező diverzifikációs hatásainak érvényesülését.

NOVÁK ZSUZSANNA ÉVA

# A NEMEK HARCA

**Kedves dolog időnként meglepni a párukat valami apró figyelmességgel. Egy koncertjegy, esetleg egy sporteseményre szóló belépő megfelelő választás lehet. Jólesik adni, és jólesik kapni is. Persze, hacsak nem vagyunk teljes mértékben önzetlenek, egy ilyesmi ajándék mindig tükrözni fogja saját preferenciánkat is. Így volt az annál a fiatal szerelmespárnál is, ahol a fiú egy focimeccsre, a lány pedig egy balettelőadásra vett jegyet kedvesének. A baj csak az volt, hogy a két esemény ugyanazon az estén került megrendezésre.**

Még aznap reggel is próbálják egymást meggyőzni, hogy a számukra kedves programra menjenek, hiszen a focimeccs egy olyan nemzetközi rangadó, amely húsz évente egyszer van hazánkban, a balettegyüttes pedig egyenesen most látogat először az országba. Mivel sehogy sem tudják egymást meggyőzni, ráadásul mindkettőjüknek indulnia kell a munkába, abban maradnak, hogy napközben még hívják majd egymást, és eldöntik, melyik programra menjenek.

Azonban a nap mindkettőjük számára elég sűrűn alakul, ezért ki is megy a fejükből, hogy a kérdést még tisztázni kéne. Már csak egy óra van a kezdésig, ezért a lány megpróbálja felhívni a fiút, de az nem elérhető. Mint általában, ezúttal is lemerült a telefonja, és már az utcán van, mire észreveszi. Most mitévők legyenek?

Úgy néz ki, anélkül kell eldönteniük, melyik eseményre menjenek, hogy a másik döntését ismernék. Mindkettőjüknek két lehetősége van. Vagy önző módon az általuk preferált programot választják, bízva abban, hogy a másik előzékenyebb lesz, vagy pont hogy ők lesznek gálánsak, és arra a rendezvényre mennek, amin a másik szeretne részt venni. Ha mindketten önzőek, vagy mindketten gálánsak, akkor egyedül fognak ülni este a színházban vagy a stadionban. A legrosszabb forgatókönyv – még ha ez talán furcsán is hangzik – az, ha mindketten gálánsak. Ebben az esetben ugyanis, nem-hogy egyedül töltik az estét, de mindketten azon a programon ülnek, amire kevésbé voltak kíváncsiak. A legjobban tehát akkor járnak, ha egyikük önző, a másikuk pedig enged, így együtt tölthetik az estét, ami mindkettőjük számára a legfontosabb, és egyikük még azon az eseményen is van, amelyen részt szeretett volna venni.

A játék sok szempontból hasonlít a korábban bemutatott szarvasvadászatra. Mindkét játék esetében igaz, hogy a kooperáció, bár mindkét fél számára hasznos lenne, nem kivitelezhető. A szarvasvadászat során erre egyáltalán nem volt lehetőségük, a nemek harca esetén pedig ugyan próbálták egymást érvekké meggyőzni, a végső döntést mégis mindkettőjüknek egyedül kellett meghoznia. Mindkét félnek kockázatot kellett vállalnia, a legtöbb, amit tehettek, hogy megpróbálták a másik fejével gondolkodni. Ráadásul a döntés a nemek harcában nehezebb is, hiszen a szarvasvadászatnál levezettük, hogy a szarvas

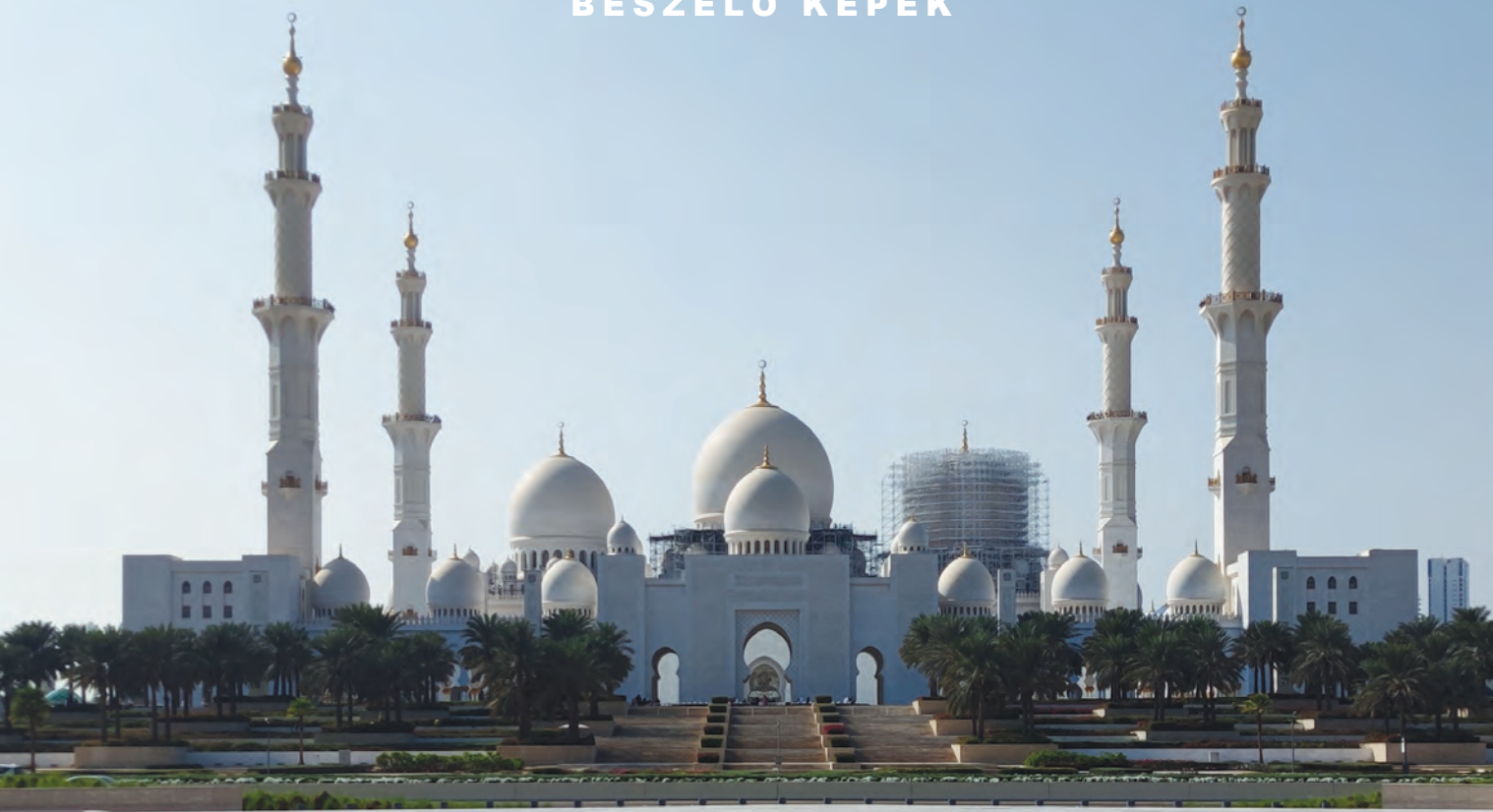


mindkét vadásznak jobb lenne, mint a nyúl, itt egyikük a meccset, másikuk a balettet nézné meg szívesen, miközben mindkettőjük számára az a legfontosabb, hogy az estét együtt töltsék. Még inkább különbözik ez a játék a fogolydilemmától, ahol egyértelműen láttuk, hogy vallani mindkét játékos számára előnyösebb, mint hallgatni.

A nemek harca jól modellez minden olyan hétköznapi vagy üzleti szituációt, melyben két vagy több szereplő eltérő preferenciával indul, és szeretnék meggyőzni egymást, hogy a végső döntésnél az ő akaratuk érvényesüljön. A sikeres együttműködéshez természetesen valakinek – vagy valakiknek – engednie kell az akaratából. Ez nem könnyű, mert aki enged, annak az nemritkán presztízs- vagy akár anyagi veszteséggel jár. Ugyanakkor, ha senki nem enged, az patthelyzet, amit minden szereplőnek érdeke elkerülni.

Az üzleti életből jó példa a játék megjelenésére a különböző szabványok versengése. Manapság talán már fel sem tűnik, mennyire egyszerű dolgunk van, ha egy telefonöltőt próbálunk kölcsönkérni. Míg húsz évvel ezelőtt egy ilyen kérdés esetén még visszakérdeztek volna, hogy „jó, de milyen telefonod van?“, ma csak simán kapunk egy USB-C-s töltőt. Jóllehet korábban minden gyártó ragaszkodott a saját megoldásához, idővel – és persze nem kis részben külső nyomásra – a legtöbben belátták, hogy üzletileg jobban megéri ugyanazt a szabványt használniuk.

KASSOVICZ ARTÚR GERGELY



# ABU DZABI ÉKSZERDOBOZA

Azok, akik – hozzám hasonlóan – lelkesednek az iszlám építészetért, ám – akárcsak jómagam – nem muszlimnak és nem férfinak születtek, a mélyen vallásos iszlám országokban általában csak kívülről csodálhatják meg a vallási központokat, a mecseteket. Ilyen ország az Egyesült Arab Emírátságok monarchiája is, azonban az egyik építészeti csodájuk egy része mindenki számára, szabadon látogatható.



◀ A medencében tükröződő mecset épületegyüttese

Az Emirátusok nevét hallva a legtöbb embernek Dubai hatalmas felhőkarcolói, elképesztő szállodái és extravagáns épületei jutnak eszébe. Am az ország a legszebb mecsetét a fővárosban, *Abu Dzabíban* építette fel: ez a *Sheikh Zayed Grand Mosque*. A nagymecset építtetőjéről, az Emirátusok „atyjáról”, első elnökéről, a máig hatalmas köztisztelőnek örvendő *Zayed bin Sultan Al Nahyanról* kapta a nevét.

Az igencsak fiatal, mindössze másfél évtizedes mecsetnek már az elhelyezkedése is különleges: a szigetre épült főváros bejáratánál található, és mindhárom, a szigetet a szárazfölddel összekötő fő hídról jól látszik. A nappal vakítóan fehér márványépület már messziről vonzza a tekintetet. Éjszaka azonban még különlegesebb: a megvilágítását úgy tervezték, hogy az tükrözze a Hold fázisait. A mecset külső felületére finom, kékszürke színű, hullámzó felhők vetülnek. A 22 toronyból érkező fénynyalábok minden nap kissé eltérően világítják meg az épületet: újholdkor kissé sötétebb az összkép, majd a holdciklus előrehaladtával egyre fényesebbé és ragyogóbbá válnak a márványra vetülő felhők.

Az épületkomplexumon 82 kupola található. A legnagyobb a fő imaterem közepe fölé magasodik, de még



▲ A hatalmas szőnyeg méreteit az imaterem nagysága szabja meg

◀ Az imateremnek a Korán verseivel díszített falai az áttört mintázatú kupolával és a súlyos csillárral

a föld alá épített mosdók tetejét is 14 zöld kupola borítja, amelyek a mecsetet övező kert különleges díszei. A kupolák belseje hagyományos marokkói díszítésű, melyeket az arany színű írásjelekkel felfestett, Koránból származó versek fognak körbe.

Az ünnepeken imádkozók tömegével megtelt mecsetudvar





**A 82 kupola egyike belülről**

A mecset talán leggyönyörűbb részei a több száz oszloppal szegélyezett árkádok. A kézzel faragott, datolyapálma alakú, hibátlan, hófehér márványoszlopok mindegyike drágakövekkel gazdagon díszített. Órára lekötik az arra érzékeny embert a *pietra dura* nevű interziatechnikával készített, lapis lazulival, vörös acháttal, ametiszttel, gyöngyházzal kirakott virágminták. A kézművesek a helyszínen illesztették a márványalapba a rendkívül finoman megcsiszolt, színes drágaköveket.

A három fő kupolát 96 oszlop tartja, négyes csoportokban. A központi imaterem márványoszlopaikat gyöngyházból kirakott szőlődíszítés borítja. Itt található a világ legnagyobb, kézzel csomózott szőnyege is: az 5700 négyzetméteres, döntően gyapjúszőnyeg két évig készült. *Ali Khaliq* szőnyegkészítő művész 8 hónapon át tervezte és 1200 kézműves 12 hónapon át csomózta.

Az előcsarnokokban és az imatermekben található hét, gazdagon díszített kristálycsillár közül a legnagyobb 12 tonna súlyú, és szintén a központi imateremben kapott helyet. Minden csillár aranyozott rozsdamentes acélból

**Az iszlám rituálé fontos helyszíne a lábmosó**



**Padlóminta drágakövekből**

és aranyozott sárgarézből készült, Swarovski-kristállyal díszítve. Körülbelül 40 kilogramm 24karátos aranyat használtak fel csak a csillárok elkészítéséhez.

A jelentős iszlám ünnepek során a hívők az udvaron imádkoznak. A mintegy 17,5 ezer négyzetméter alapterületű, 31 000 ember befogadására alkalmas udvar mintájának terveit *Kevin Dean*, brit művész készítette. A márvánnyal fedett udvart széles virágmintás rész szegélyezi, amelyet a Közel-Keleten honos növények díszítenek: hatalmasra felnagyított tulipánok, liliomok, lóbuszok és íriszek.

A mecsetet a kék különböző árnyalataiban tündöklő, csempézett mendencék veszik körül. A közel 8000 négyzetméternyi vízfelület tükrözi vissza a mesés építészeti árkádokat és oszlopokat, amelyek az éjszakai megvilágítás hatására még inkább lélegzetelállítóak. Ez a különleges fényjáték is hozzájárul ahhoz a harmóniához, amelyet a falak, az oszlopok, a szőnyegek színei és mintái sugallnak és ezáltal az egész mecsetet a „színek és árnyalatok szimfóniájává” varázsolják.

**BABINSZKI EDIT**



**Az árkádsor „pálmafaerdeje”**



**Kerítészet a mosdók kupoláival**

**Éjszakai megvilágításban  
(A SZERZŐ FELVÉTELEI)**





# AZ ÉREM EGYIK OLDALA

Radioaktivitás, sugárzás, izotópok. Ezeket a fogalmakat hallva sokan megijednek, pedig az életünk **szerves részét alkotják. Mielőtt ezt három részes cikkünkben részletesebben kifejténénk, érdemes pár alapfogalmat tisztázni.**

1. rész

Az atomok elemi építőkövekből (proton, neutron és elektron) felépül, elektromosan semleges (ugyanannyi az elektron és a proton) egységek. Az atomok egyik fontos jellemzője a rendszám, ami az atomban lévő protonok számát adja meg. A tömegszám a protonok és neutronok számának összege. Egy kémiai elem atomjai között különböző tömegszámú atomok fordulhatnak elő. Ezeket nevezzük az adott atom izotópjainak, ami olyan nuklidokat jelent, amelyek azonos számú protonból, de eltérő számú neutronból épülnek fel (innen az elnevezés, izotóp = azonos hely, azaz a különböző izotópok a periódusos rendszer ugyanazon helyén találhatók).

A Mengyelejev-féle periódusos rendszerben található elemek egy része monoizotópos, (egyetlen stabil izotópjá létezik, tiszta elem) ezekre példa az arzén, az arany, és az alumínium.

Ezzel szemben vannak olyan elemek, amelyeknek egy stabil izotópjuk sincs, ezeket nevezzük radioaktív elemeknek. Ilyen a technécium és a prométium. A radioaktív izotópok különböző sugárzások (alfa, béta és gamma) formájában adják le a felesleges energiájukat, így alacsonyabb energiaszintű állapotba kerülnek, vagyis stabilizálódnak. Ráadásul jóval több van belőlük: a periódusos rendszer 118 ismert elemet foglal magában, míg az atommagtérkép (Nuklidkarte) 4122 izotópot.

Az izotópok fontos jellemzője az aktivitás, ami a másodpercenként elbomló atommagok számát jelenti, mértékegysége a Becquerel [Bq]. A felezési idő (jele:  $t_{1/2}$ ) alatt a radioaktív atommagok száma a felére csökken, ez fontos jellemzője a radioaktív elemeknek. A stabil és radioaktív izotópok megkülönböztetésében is a felezési idő dönt, azokat

▲ *Kísérleti atombomba-robbantás a Bikini-atollon*

a magokat nevezzük stabilnak, amelyeknek a felezési ideje összemérhető a Föld életkorával (kb.  $4,5 \cdot 10^9$  év).

Sugárzás mindenütt

A sugárzás nemcsak körülvesz bennünket, hanem mindannyian sugárzó személyiségek vagyunk, ugyanis egy 70 kg-os emberben kb. 4400 Bq  $^{40}\text{K}$ , 1500 Bq  $^{14}\text{C}$  és 23 Bq  $^3\text{H}$  izotóp található. A természetes sugárzás forrása szerint lehet kozmikus és terasztriális (földi eredetű). A világuőrből a légkörbe érkező nagy energiájú sugárzásokat elsődleges kozmikus sugárzásoknak nevezzük, ezt protonok és alfa-részecskék alkotják. Amikor az elsődleges kozmikus sugárak a légkörben található atommagokkal kölcsönhatásba kerülnek, magreakció vagy ionizáció során másodlagos részecskék (neutronok, protonok,

pionok, mionok stb.), valamint elektromágneses sugárzás keletkezik. Ezek a másodlagos kozmikus sugarak további reakciókat okoznak, melyek során radioaktív izotópok ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ , stb.) keletkeznek. A Földünkre érkező kozmikus sugárzás ellen bolygónk mágneses tere és a légkör nyújt védelmet. A mágneses tér az elektromos töltésű részecskéket a mágneses pólusok felé tereli, ezért a kozmikus sugárzás által okozott dózisterhelés a sarkok közelében nagyobb és az Egyenlítő felé haladva egyre csökken. Az atmoszférának is van védő hatása, így érthető az is, hogy az alacsonyabban fekvő területeken élő emberek dózisterhelése kisebb, mint a magas hegyeken élőké.

A talajban lévő radioaktív izotópok abból a szupernóva-robbanásból származnak, amelyben a Föld anyaga is keletkezett. Ezen primordiális (ősi) nuklidok felezési ideje nagyobb, vagy összemérhető a Föld életkorával ( $4,54 \cdot 10^9$  év). A talajból jövő sugárzás fő járulékait a tórium-232 ( $t_{1/2} = 14,1 \cdot 10^9$  év), urán-235 ( $t_{1/2} = 7,04 \cdot 10^9$  év) és urán-238 ( $t_{1/2} = 4,49 \cdot 10^9$  év) bomlási sorok, továbbá a  $^{40}\text{K}$  ( $t_{1/2} = 1,28 \cdot 10^9$  év) és a  $^{87}\text{Rb}$  ( $t_{1/2} = 47,0 \cdot 10^9$  év) izotópok szolgáltatják.

Sokszor kérdeztem a látogató csoportjaimtól a tanreaktorban, hogy mi okozhatja a mesterséges sugárzás jelentős részét? Legtöbbször erre az atomreaktort említették, pedig ezek igencsak kis százalékban járulnak hozzá. A mesterséges eredetű sugárzás kb. 98%-a orvosi alkalmazások következménye. A fennmaradó 2% jelentős részét a légköri kísérleti atomrobbantások máig tartó hatásai és a nukleáris technológiákból eredő sugárzások adják.

Az érem sötét oldala

Az izotópok alkalmazása segítséget nyújthat az élet számos területén, ugyanakkor pusztításra is lehet használni. Robert Oppenheimer 1945. július 16-án, az első sikeres, kísérleti atomrobbantás után ezt mondta: „Halál lettem, világok elpusztítója”. Oppenheimer tisztán látta felfedezésének árnyoldalát és tettei következményeit is, ugyanis a 1945-ben lezajlott sikeres atomrobbantást követően nem sokkal ledobták az atombombákat Hirosimára és Nagaszakira.



Robert Oppenheimer

(FOTÓ: LOS ALAMOS NATIONAL LABORATORY)

### Manhattan-terv és az atombomba

A Manhattan-terv a II. világháború alatt egy titkos kísérlet volt az atombomba kifejlesztésére. 1942-ben az atombomba projekt katonai vezetés alá került „Manhattan District” vagy közismertebben Manhattan-terv néven. Ez három, nagy védett katonai területet jelentett, amelyeket „X”, „Y” és „W” kóddal jelölték. Az „X” jelzésű területet – a  $^{235}\text{U}$  szeparálására – Tennessee államban jelölték ki, amelyet ma Oak Ridge néven ismerünk. A „W” jelzésű területre szánták a  $^{239}\text{Pu}$  előállítását, Washington államban, a Columbia folyó mentén, Hanfordban. Az „Y” jelzésű terület, Los Alamos, ahova Oak Ridge-ből és Hanfordból a hasadóanyagokat kellett szállítani, hogy azokból atombombát állítsanak elő. A létesítményt a Nobel-díjasok „koncentrációs táborának” is nevezték, mert ezernél több tudóst zártak be ide családotul, akik között több mint harminc Nobel-díjas is volt. Az urán- és plutóniumbomba kialakításán olyan elmék is dolgoztak, mint Teller Ede, Szilárd Leó és Neumann János. Végül a nukleáris láncreakciót fenntartó kritikus tömegek meghatározása mellett a szükséges rendszereket olyan ténfogatúra tudták csökkenteni, hogy egy B-29-es típusú bombázó repülőgép (kb.  $30 \times 9$  m) már el tudta szállítani.

Az ágyúcső-kiképzésű, urán hasadóanyagot tartalmazó uránbomba, amelyet Los Alamosban kísérleteztek ki és a „Little Boy” („kisfiú”) becenevet kapta, a gömb alakú, testesebb, „Fat Man” („kövér ember”) becenevű plutóniumbomba. A bombák pontos makettjei ma is láthatók a Los Alamos-i múzeumban.

Számos, viszonylag véletlenszerű mozzanat között, ami meghatározta, hogy hova dobják le a két atombombát, Henry L. Stimsonnak, az amerikai hadügyminiszternek is szerepe volt. Amikor átadták neki a Japán elleni atomtámadás részletes terveit, ő azonnal kihúzta Kiotót a halálraítélt városok közül. A fontos katonai célpont ellenére Stimson úgy vélte, Kiotó a japán művészet és kultúra szentélye. Végül négy várost hagyott jóvá: Hirosima, Kokkura, Nagaszaki és Niigata. A kedvező időjárási jelentések miatt Hirosimára esett a választás, így 1945. augusztus 6-án ledobták a Little Boy nevű, urántöltetű atombombát. Ez volt az első eset, amikor nukleáris fegyvert katonai célra használtak fel. Ezek után várták az amerikaiak a japán megadást, de ez nem történt meg, röpcédulák millióit szórták le Japán felett, amiben tájékoztatták a „Japán népet”, hogy mi történt Hirosimában, és kapitulációra szólították őket fel, különben újra bevetik az atombombát.

A japán diplomácia Hideki Tojo külügyminiszter személyében beszélt is a császárral, aki utasította a béketárgyalások megkezdésére, Szovjetunió keresztül. A moszkvai vezetés azonban nem volt hajlandó tárgyalni a japánokkal, mert Sztálin érdeke volt a háború elhúzása, hogy később megtámadhassa Japánt. Ezért Japán minden diplomáciai erőfeszítése ellenére három nappal később, augusztus 9-én egy újabb B-29-es bombázó indult el a plutónium-bombával a fedélzetén Japán ellen. A gépen utazott William Laurence újságíró, akinek beszámolójából idéztek:

„A gomba eszeveszetten hánykolódott, mint a befogott vadállat. Néhány másodperc múlva elszabadult hatalmas alapjától és nagy sebességgel megindult felfelé, a sztratoszféra irányába, mintegy 18 ezer méter magasságba. De ugyanabban a pillanatban az oszlopon új gomba

kezdett kialakulni, amely már kisebb volt az előbbinél. Ugy tűnt, a szörnyetegnek újabb feje nőtt. A földfelszíntől elszakadva, a gomba megváltoztatta formáját és átváltozott egy olyan virág-formává, amelynek óriási, kívül krémfehér, belül rózsaszínű szirmai, a föld felé néztek. Ezt a formáját még akkor is megőrizte, amikor mi 300 kilométer távolságról utoljára megfigyeltük... Mennyi élő anyag ment el a színezésére!..."

Annak ellenére, hogy a plutónium-bomba hasonló robbanóerejű volt, mint az urán hasadóanyagot tartalmazó bomba, Nagaszakiban a pusztítás mégis kisebb volt. A hirosimai 13 négyzetkilométerrel szemben körülbelül 7 négyzetkilométer vált rommá és hamuvá, mert a bomba egy völgy felett robbant és körben a hegyek bizonyos fokú védelmet jelentettek.

Ezzel az Ember, az atomok világában történt kalandos vállalkozása során új mérföldkőhöz érkezett: sikerült kiszabadítania a szellemet a palackból! Ez a szellem, az atom magjában szunnyadó energia, a gyakorlatban bizonyította addig soha nem látott erejét.

### Balesetek, robbantások, merényletek

Az atombombák kifejlesztése során is történtek halálos balesetek. Louis Alexander Slotin kanadai fizikus volt, aki a Manhattan-tervben, kritikus tömeg meghatározására végzett kísérleteket uránnal és plutóniummal. 1946. május 21-én véletlenül elindított egy hasadási reakciót, amely erős sugárzást bocsátott ki. Kórházba szállították, és kilenc nappal később, május 30-án meghalt. Slotin volt a második a történelemben, aki kritikussági baleset áldozata lett, Harry Daghlian után, aki ugyanattól a plutóniumgömbtől („démon-mag”) kapott halálos dózisu sugárzást, amely megölte Slotint. 1945. augusztus 21-én Harry Daghlian laboratóriumi asszisztens, Slotin egyik közeli munkatársa kritikussági kísérletet végzett, amikor véletlenül egy nehéz volfrám-karbid téglát ejtett egy kb. hat kilogrammos plutónium-gallium ötvözet gömbre. A 24 éves Daghliant nagy dózisu neutronsugárzás érte. Későbbi becslések szerint ez a dózis



A Little boy és Fat Man bélyegen

önmagában nem lehetett végzetes, de aztán további gamma- és béta-sugárzást kapott, miközben szétszerelte kísérletét. 25 nappal később meghalt a Los Alamos-i kórházban.

Az atombombák ledobása után a három atomnagyhatalom (USA, Szovjetunió, Anglia) 1950 és 1958 között kétszázötven kísérleti robbantást hajtott végre, ezek közül az USA százharmincat, a Szovjetunió hatvanat és Anglia húszat. Az atombombánál nemcsak a lökéshullám- és fényhatás, hanem a primer és szekunder radioaktív sugárzás is fellép. A primer sugárzást a maghasadásból létrejött radioaktív izotópok okozzák. A szekunder sugárzás a neutronaktiváció révén létrejött izotópok okozta aktivitás. Utóbbi nagy mértékben függ a bomba robbantási helyétől. A közvetlen hatáson túl nagyobb veszélyt jelent a légkör tartós szennyezése. Amikor radioaktív anyag jut a levegőbe, részben kiülepedik a saját súlyánál fogva vagy a csapadékkal. Innen bekerül a vízbe, növényekbe, talajba további közvetett sugárszennyezést okozva. A nagy magasságú légköri robbantásoknál a radioaktív hulladék a sztratoszférába is feljuthat, ahol futó áramlatok hatására többször is megkerülheti a Földet, és szintén a csapadékkal jut le a felszínre. Mivel a sztratoszférában ritka az eső, több évig is ott maradhat a szennyezés, így ebben főleg a hosszú felezési idejű nuklidok játszanak szerepet, pl. Sr-90, Cs-137 ( $t_{1/2} \approx 30$  év).

Ennek következményeként, ha ma kis mennyiségben akarjuk egy anyag radioaktivitását megmérni, pl. egy környezeti mintában, ahhoz speciális, alacsony háttérű kamrára lesz szükségünk. Az ilyen kamrákat a II. világháború előtt gyártott acélból készítik, vagy elsüllyedt hajóroncsok

felszínre hozott darabjaiból. Azért van szükség ezekre a régi anyagokra, mert az acélgyártáshoz levegőre van szükség így az 1945 után készített darabok már szennyezettek.

Litvinyenko elleni merénylet  
Az atombombák ledobása mellett Alekszandr Valtjerovics Litvinyenko megmérgezése is az ártó szándékú alkalmazások közé tartozik. Litvinyenko volt KGB-tisztként Oroszországból Angliába szökött, ahol a brit titkosszolgálat, az MI6 beszervezte. Az egykori orosz titkosszolgálati tisztet egy londoni hotel bárjában mérgezték meg 2006. november 1-jén. Andrej Lugovoj és Dmitrij Kovtun háromszor próbáltak meg az életére törni, a harmadik merénylet sikerült. Litvinyenko orosz exügynököknek hitte őket, ezért minden fenntartás nélkül megitta a polóniummal szennyezett zöld teát. A mérget Szarovban, az orosz Kísérleti Fizikai Kutatóintézetben készítették. A polónium-210 nagyon mérgező, egy gramm 50 millió ember halálát okozhatná. Megtámadja a szöveteket, sejteket, majd a roncsolás miatt leállnak a szervek. Litvinyenko azonnal beteg lett, kórházban szállították, és november 23-án pedig meghalt.

A radioaktív mérgezés nemcsak azért volt embertelen, mert elképzelhetetlen kínokat okoz, hanem mert ez brit földön elkövetett nukleáris támadásnak minősült. A becslések szerint 1500 ember volt kitéve a radioaktivitásnak, és 17 ember szenvedett mérgezést.

(Következik két hét múlva:  
Az érem másik oldala)

**BALATONI-OLÁH ZITA  
SZÜCS ZOLTÁN  
VARGA TAMÁS RÓBERT**



## BARLANGOK MINT DISZPERZIÓS CSAPDÁK?

Korábbi kutatások rávilágítottak a viselkedés meghatározó szerepére az állatok terjedésében, diszperziójában. Így ma már tudjuk: egyáltalán nem véletlenszerű, hogy mely egyedek hajlamosak terjedni, ugyanis azok általában kockázatvállalóbbak, felfedezőbbek, aszociálisabbak és agresszívebbek társaiknál. Az új élőhelyek meghódítása során elméletileg az ilyen „bátor” egyedek adják a betelepülők első hullámát. Jelentőségük különösen nagy lehet az olyan területek kolonizációja során, melyek a forráspopuláció eredeti életterétől jelentősen eltérnek, mint például a barlangok.

A barlangkolonizáció mikéntje ma sem teljesen feltárt. Az összes elmélet kiindulópontja, hogy a felszín alatti élőhelyeket egy felszíni populáció tagjai foglalják el, lakják be, ám míg a legelfogadottabb nézet szerint ezt új (táplálék)források kiaknázása érdekében tesszik, az alternatív hipotézis szerint a kolonizáció elsődleges oka, hogy menedéket találjanak ragadozók elől vagy az időközben élehetlenné vált felszíni környezeti viszonyok miatt, mint például a jégkorszakok során. A bevezetőben kifejtett logika alapján a két esetben különböző viselkedési stratégiájú egyedek közül kerülnek ki a kolonizálók: az első verzió szerint a már említett bátor egyedek, míg a második verzióban inkább a bátortalan egyedek – főleg, ha ragadozók elől menekülnek – merészkednek a barlangba.

Mivel a felszín alatti környezet messzemenően eltér a felszíni viszonyoktól – teljes és állandó a sötétség, szinte zéró a napi és az évszakos hőingás, komoly táplálék-szegénység jellemző –, az ehhez az élőhelyhez alkalmazkodott egyedek számára a felszín már nem lesz élhető, így annak az esélye, hogy a barlangokból továbbterjedjenek, végletesen csökken. Bizonyos értelemben a barlangok ’diszperziós csapdának’ is tekinthetők. Ha ez tényleg így van, a barlangokhoz adaptálódott populációk/fajok esetében a forráspopulációhoz/felszíni testvérfaj(ok)hoz képest jelentős mértékben csökkent aktivitást és felfedező-készséget várunk, hiszen ezeknek az energetikailag egyébként költséges viselkedésformáknak a fenntartása nem szolgálja a barlangi élőlények túlélését.



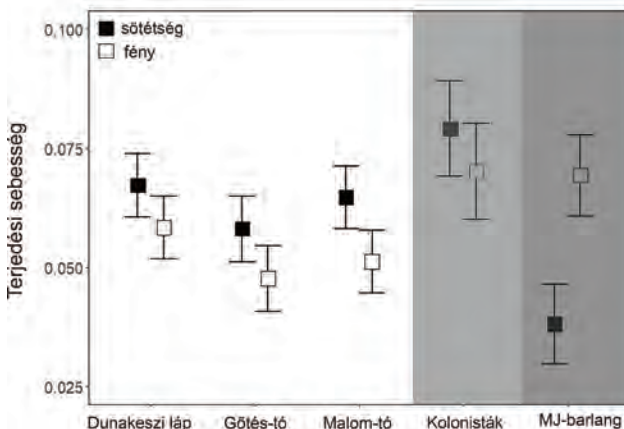
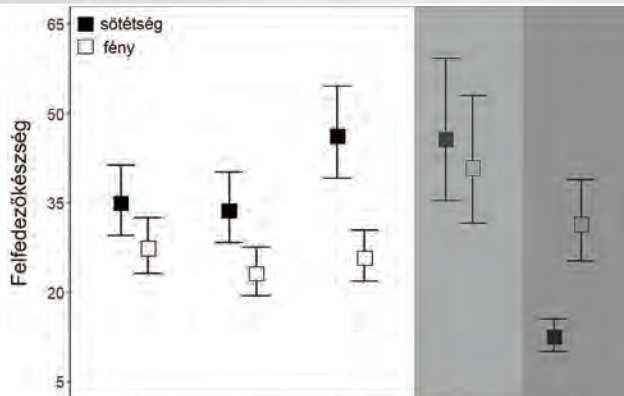
A közönséges víziászka barlangi (balra) és felszíni (jobbra) változata  
(BERISHA, HORVÁTH ÉS MTSIAK 2022 NYOMÁN)

Egy, a *Behavioural Ecology and Sociobiology* szaklapban nemrég megjelent tanulmányunkban a közönséges víziászka (*Asellus aquaticus*) felszíni és barlangi populációinak viselkedését összehasonlítva vizsgáltuk, hogy valóban csökkent aktivitás/felfedezőkézség jellemzi-e a barlangi egyedeket felszíni társaikhoz képest, ami igazolná az előbbi feltételezést. A kísérletekhez a budapesti *Molnár János-barlang* – *Malom-tó* rendszerében élő ászkapopulációkat használtuk. Magában a barlangban a sötétséghez teljes mértékben alkalmazkodott, *trogloform*nak nevezett populáció él, viszont a kapcsolódó Malom-tóból időről időre felszíni jellegzetességeket mutató egyedek is beúsznak a barlangba és ott viszonylag nagy számban találhatók meg. Ez arra is lehetőséget adott, hogy az újonnan kolonizáló egyedek viselkedését is megvizsgálva teszteljük, vajon a bátor vagy a bátortalan ászkák hajlamosabbak-e a barlangkolonizációra ebben a rendszerben.

Az állatok viselkedését teljes sötétségben és fény jelenlétében is megvizsgáltuk, mivel feltételeztük, hogy a felszíni ászkák inkább nappal aktívak, míg a barlangi egyedek értelemszerűen sötétben élnek a teljes életüket. Eredményeink alapján igazolódott a barlangok „diszperziós csapda” voltára vonatkozó feltevésünk, hiszen a barlangi egyedek valóban sokkal kevésbé voltak aktívak felszíni társaiknál. Legalábbis teljes sötétségben (fekete négyzetek az ábrán). Mivel a fény jelenléte a barlangi ászkák számára természetellenes, a fényben mutatott (fehér négyzetek az ábrán) megnövekedett aktivitás fényelkerülő, menekülő viselkedésként értelmezhető.

Talán meglepő lehet, de nagyon sok barlangi fajnál megmaradt a fény érzékelésének képessége, aminek magyarázata az, hogy ha valamilyen módon kikerülnek a biztonságot nyújtó barlangból, a fénytől távolodva igyekeznek visszajutni a sötétbe. Amire viszont egyáltalán nem számítottunk, hogy bár a felszíni ászkák valóban jelentős aktivitást mutattak fény jelenlétében, azok is sokkal aktívabbak voltak sötétben. Ez a nem várt eredmény korábbi irodalmi adatokkal összhangba állítható, így el kell vetniünk azt, hogy a közönséges víziászka elsősorban nappali aktivitást folytatnak. Mindamellett ez talán arra is közvetett magyarázattal szolgálhat, hogy ez a faj miért olyan sikeres a barlangok kolonizálásában.

Az újonnan kolonizáló egyedek aktivitása nem tért el a Malom-tóban élő társaiktól, tehát a forráspopulációjuktól, viszont a diszperziós sebesség terén már igen, ugyanis a „kolonisták” gyorsabbak voltak, ami különösen fény jelenlétében mutatkozik meg igazán. Ez alapján valóban úgy tűnik, hogy a Molnár János-barlangot a bátrabb, de legalábbis felfedezni készebb ászkák kolonizálják, viszont egyéb magyarázat is elképzelhető. A Molnár János-barlangban élő ízeltlábú-közösség számára az ott nagy mennyiségben fellelhető baktériumkéreg jelenti az elsődleges táplálékforrást, azonban egy korábbi kutatásunkban úgy találtuk,



Felfedezőkézség (felül) és terjedési sebesség (alul) a vizsgált víziászka-populációkban. A világosszürke árnyékolás a barlangban megjelenő felszíni ászkákat (kolonisták), a sötétszürke árnyékolás a barlangi környezethez alkalmazkodott ászkákat jelöli, a legkisebb négyzetes átlagok és 85 százalékos megbízhatósági intervallumok ábrázolásában.

(HORVÁTH ÉS MTSIAK 2023 NYOMÁN)

hogy a kolonisták sokkal szívesebben fogyasztják a felszíni tápláléktípusnak tekinthető oszló faleveleket, amelyek viszont egyáltalán nincsenek jelen a barlangban. Ez alapján elképzelhető, hogy a kolonisták éheznek a Molnár-János barlangban, és a megnövekedett mozgási aktivitás valójában táplálékkereső viselkedés; ezek az állatok egyszerűen a vágyott faleveleket kutatják. Azt mindenképpen érdemes leszögezni, hogy bár a barlang és a Malom-tó közös vízrendszert alkot, arra meglehetősen kicsi az esély, hogy a kolonisták véletlenül sodródjanak be a felszín alá, hiszen a rendszert tápláló Boltív-forrás a karszt belsejéből feltörve folyik a felszínre, tehát ha egy ászka be akar jutni a barlangba, mindenképpen sodrással szemben kell haladnia.

A Molnár János-barlang ászkái továbbra is aktív kutatás tárgyát képezik, így kutatócsoportunk remélhetőleg a közeli jövőben újabb izgalmas eredményekkel járulhat hozzá nemcsak a viselkedésbiológia, de az evolúciós ökológia és a barlangbiológia területéhez is, amiről igyekszünk a nagyközönségnek is beszámolni.

**HORVÁTH GERGELY**

ELTE Állattrendszertani és Ökológiai Tanszék  
HUN-REN-ELTE-MTM Integratív Ökológia  
Kutatócsoport

A cikk a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal posztdoktori kutatási pályázata (PD 132041) támogatásával készült.

# GRAVITÁCIÓS HULLÁMOK ÉSZLELÉSE KOZMIKUS ÓRÁKKAL

a hét kutatója

Másfél évtizednyi kutatás után sikerült kimutatni a nagyon alacsony frekvenciájú gravitációs hullámok létezését – jelentették be június végén a NANOGrav munkatársai. Az észak-amerikai kutatócsoport pulzárak impulzusait vizsgálták rádió-távcsövek segítségével. **Az ELTE-ről többen is hozzájárultak az eredményhez, köztük Bécsy Bence, akiről a Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Olimpián elért sikerei kapcsán korábban már írtunk. Jelenleg az Oregon Állami Egyetemen dolgozik. A fiatal asztrofizikust az új felfedezés történetéről, jelentőségéről és saját kutatásairól kérdeztük.**



(BÉCSY-JAKAB VILLÓ ENIKŐ FELVÉTELE)

– *A gravitációs hullámokat leginkább az asztrofizikához sorolnám. Hogyan találkozott Önben az égbolt és a fizika tudománya?*

– Találtam otthon néhány csillagászati könyvet, azokat elolvastam, de az volt rám a legnagyobb hatással, hogy eljuttottam a Polaris Csillagvizsgálóba, a Magyar Csillagászati Egyesület Horvai Ferenc vezette középiskolás szakkörébe. Még a tükkörcsiszolást is végigcsináltam, sőt távcsövet is építettünk belőle apukámmal. A bevezetőben említett Nemzetközi Csillagászati Diákolimpián 2012-ben Brazíliában bronzérmel, 2013-ban Görögországban pedig ezüstérmel nyertem.

A fizika is érdekelt, jártam iskolai versenyekre, de a csillagászat fogott meg igazán. Ha valami érdekelt, annak utánanéztem, és ahogy az ilyenkor lenni szokott, a kapott válasz újabb három kérdést vetett fel bennem. Egyre mélyebbre ástam magam egy-egy témában, így jöttem rá, milyen izgalmas rátalálni mindenféle dologra, és megérteni őket.

Az ELTE-n fizikára jártam, és Raffai Péternél, a téma egyik legjobb hazai szakértőjénél láttam kiírva a gravitációs hullámokról szóló diplomamunka-témát. Először azonban pulzárokkal foglalkoztunk, amiből egy tudományos diákköri dolgozat lett, később viszont nagyon jól jöttek az itt szerzett ismeretek. A gravitációs hullámok már akkor izgalmas és felfutó téma volt, de számomra az is nagyon fontos, hogy bekerülhettem a LIGO-ba (Lézer Interferométeres Gravitációs-hullám-obszervatórium), ahol megtapasztalhattam milyen egy nemzetközi kollaborációban dolgozni. Talán sokan tudják, hogy a LIGO észlelt először gravitációs hullámot.

– *Mivel foglalkozott a LIGO-ban?*

– A Bsc-s és MSc-s szakdolgozatom arról szólt, hogyan lehet a detektorok adataiból gravitációs hullámokat és azok asztrofizikai paramétereit kinyerni. Ezt úgy lehet vizsgálni, hogy az általunk generált hamis adatokat analizáljuk. Meg tudjuk tehát nézni, hogy az algoritmusunk meg tudja-e találni a

jelet, és ha igen, mennyire pontosan tudja megmérni a paramétereit. Az ilyen tanulmányok segítenek aztán a tényleges észlelések értelmezésében.

– *A LIGO-ról és a gravitációs hullámok felfedezéséről többször írtunk, de arról, hogy pulzárak segítségével észleljék a jelenséget, még nem volt szó. Hogyan működik ez a módszer?*

– A pulzárak nagyon gyorsan forgó neutroncsillagok, melyek nagy tömegű csillagok szupernóvaként történő felrobbanása után maradnak vissza. Ez nagyjából naptömegű égitest, ami körülbelül 10 kilométeres átmérőbe van sűrítve. A pulzárak mágneses tengelyük mentén kibocsátott sugárzása a világitótorony fényéhez hasonlóan végigpásztazza a teret, és amikor éppen felénk mutat, a forgási periódussal egyező időszakonként felvillanást lehet észlelni, a legkönnyebben rádiótartományban. A milliszekundumos pulzárak másodpercenként több százszor is megfordulhatnak tengelyük körül, ilyeneket vizsgáltunk mi. A jelek nagyon szabályos időközönként jönnek,

így a pulzárookra precíz kozmikus órákként is gondolhatunk. Gravitációs hullámok hatására azonban – melyek hol összenyomják, hol széthúzzák a teret – a neutroncsillag néha picit közelebb kerül hozzánk, néha meg távolabb, tehát kevesebb vagy több idő kell a rádióimpulzusnak, hogy elérjen hozzánk. Ez a felvillanás idejének eltéréseiből kimérhető.

De más effektusok is okozhatnak hasonló jelenséget, ezért a NANOGrav programban 68 pulzár évente több ezer órányi megfigyelésére volt szükség a világ legnagyobb rádiótávcsöveivel. Olyan jelet kerestünk, ami minden pulzár sugárzásában benne van, és amit a gravitációs hullámoktól az einsteini általános relativitáselmélet alapján vártunk. A pulzások nem egyformák, némelyik zajosabb, és sok más zavaró körülmény akad. Elvileg egyenletesen forognak, gyakorlatilag azonban folyamatosan vesztenek energiájukból, ettől szépen lassan csökken a forgássebességük. Nagyon sok pulzár kettős rendszer tagja, tehát egy másik csillag körül kering. A kettős rendszer tagjai keringésük során néha távolabb vannak tőlünk, máskor közelebb, ezt is figyelembe kell venni. Ráadásul a kibocsátott sugárzás keresztülhalad a csillagközi téren, ami rendkívül ritka ugyan, de a rádiójeleket képes kissé eltorzítani. Érdekes aspektusa a dolognak, hogy a LIGO detektorait mi, emberek építettük, elvileg ismerni lehet az utolsó csavarig, hogy milyen a szerkezetük, működésük. A NANOGravban azonban azzal, ha jobban megértjük a „detektort” igazából asztrofizikát csinálunk, hiszen jobban megismerjük a neutroncsillagok működését.

**– Az „Önök” gravitációs hullámai miben mások, mint az, amit a LIGO-val fedeztek fel?**

– A legfontosabb különbség a jel frekvenciája. Míg a LIGO által észlelt jelek 100 Hz környékén észlelhetőek (azaz másodpercenként 100 rezgés), a NANOGrav által észlelt jel frekvenciája néhány nanohertz, ami egy rezgésnek felel meg néhány évtized alatt. Ez azt is jelenti, hogy a kétféle gravitációs hullám egészen más asztrofizikáról árulkodik.

Emellett a LIGO egyszeri események jeleit érzékeli, amik maximum néhány másodperc alatt lezajlanak. Amit mi



*Egy pulzár jelét a Földön található detektorainkhoz való eljutása során nemcsak a csillagközi tér befolyásolja, hanem a pulzár mágneses mezeje és a fehér törpe (kék csillag) körüli pályája is*

észleltünk, az az úgynevezett gravitációs hullám-háttér hatása. Azt a hasonlatot szokták mondani, hogy a tengeren sem egyedi, konkrét hullámokat látunk, hiszen a víz össze-vissza hullámzik, minden irányból érkeznek és összeadódnak. A mi esetünkben nagyon sok gravitációs hullám adódik össze, és véletlenszerűen, sztochasztikusan befolyásolják a pulzások jeleit.

Tehát a két módszer különböző kihívásokkal jár, és mást tanulhatunk belőlük a Világegyetem működéséről. Ezért is döntöttem úgy az MSc diplomám után, hogy doktori tanulmányaim során részt szeretnék venni a LIGO mellett a NANOGrav kutatásban is, és PhD dolgozatomat már ebből a témából írtam a Montana Állami Egyetemen.

**– Lehet-e következtetni arra, hogy pulzárokat befolyásoló gravitációs hullámok honnan, milyen forrásból jönnek?**

– Egyelőre nem tudjuk biztosan, de ki tudjuk mérni, hogy különböző frekvenciákon milyen erősségű a jel, és ezt össze tudjuk vetni különböző elméleti modellekkel. A nagyon nagy tömegű fekete lyukak egymás körüli keringéséből származó gravitációs hullámok a legvalószínűbbek, de szóba jöhetnek az Univerzum első másodperceiben lezajló egzotikus folyamatok is, amelyek szintén kelthettek gravitációs hullámokat. Tehát nem csak a nagy tömegű fekete lyukak, galaxismagok találkozásának részleteiről szerezhetünk részletes ismereteket,

de a korai Világegyetemben zajló folyamatokról is, ami, ha lehet, még izgalmasabb távlatokkal kecsegtet.

**– Egy fiatal kutató számára különösen nagy élmény lehet egy ilyen – nyugodtan mondhatjuk – történelmi felfedezés részese lenni. Mi volt ebben az Ön szerepe?**

– Természetesen nagyon örülök, hogy részese lehettem ennek az izgalmas felfedezésnek. A NANOGrav egy nagy nemzetközi együttműködés mintegy 200 fővel, és mindenki sok mindenben vett és vesz részt, így én is. Az eredményeket szakcikkkel teljes sorozata részletezi: nyolc publikáció, és tíz további tanulmány európai, ausztrál, és kínai kollaborációktól, akik a NANOGravtól függetlenül hasonló eredményekre jutottak. Ezek a tanulmányok különböző részanalíziseket tárgyalnak: hogyan figyeltük a pulzárokat, hogyan áll össze az adatsor, mit jelent ez a gravitációs hullám-háttér asztrofizikai szempontból stb. Azt emelném ki, hogy az egyik tanulmányt én vezettem, melyben konkrétan feketelyuk-kettősök jeleit kerestük. Egyelőre nem találtunk ilyen jelet az adatsorban, de a későbbiekben egy ilyen analízis segíthet például abban, hogy meg tudjuk mondani, milyen forrás(ok)ból származik a sztochasztikus háttér. Ha feketelyuk-kettősök együttes jeléből származik, akkor a legnagyobb tömegű vagy a legközelebbi objektumokat egyedileg is meg tudjuk majd figyelni.

**TRUPKA ZOLTÁN**

# BIOHULLADÉK- MÓDSZERTAN

Mivel egyetlen komposztálólétesítmény sem kerülheti el, hogy a környékén bűdös **legyen a levegő, ezért érdemes áttekinteni: mit lehet tenni a levegőt kevésbé terhelő zöldhulladék-tárolás érdekében. Mi is ezt tesszük: folytatjuk múlt héten kezdett módszertani áttekintésünket.**



**K**orábbi cikkünkben a zárt hulladéklerakókból származó szagkibocsátással foglalkoztunk. Ennél rosszabb, de nem kezelhetlenebb a helyzet a nyitott hulladéklerakók esetében. E nyitott zöldhulladék-lerakókból származó szagkibocsátás szabályozásának általános módjai: a beérkező hulladék azonnali és gyors feldolgozása; szerkezetileg gazdag nyersanyag előállítás a rothadási folyamathoz (elegendő mennyiségű szerkezeti anyag nedves biohulladékkal vagy iszappal való keveréshez); rothadás kezelése (pl. rendszeres forgatás a rétegek anaerob zónáinak elkerülése érdekében, a rétegek magasságának korlátozása); tiszta üzemeltetési irányítás (közlekedési útvonalak rendszeres takarítása stb.); a szállítás időpontjának megválasztása (pl. csak akkor, ha a szélirány kedvező).

A komposztálásból származó elszívott levegő szagtalanítása kulcsfontosságú folyamatlépés a zárt rendszerekben. Alapvetően három folyamatváltozat létezik: bioszűrők, bioscrubberek és biomembrán-folyamat. E folyamatok közös jellemzője azoknak a szerkezetközösségeknek a mikrobiális aktivitása, amelyek aerob körülmények között képesek biokémiaiilag mineralizálni a szerves és egyes szervetlen elszívott levegő összetevőket, egészen a víz, szén-dioxid és hő bomlástermékeiig.

De vannak más megoldások is. Ilyen például a szagmodellelés: a szagok viselkedésének és észlelésének kvantitatív előrejelzése vagy szimulációja különböző környezetekben. Létre kell hozni olyan matematikai vagy számítási modelleket amelyek szimulálják a szagok diszperzióját, szállítását és érzékelését a levegőben.

Az általános cél annak megértése és előrejelzése, hogy a szagok hogyan oszlanak el és lépnek kölcsönhatásba a környezettel, valamint hogy az emberek vagy állatok hogyan érzékelik a különböző szagforrásokat, és hogyan reagálnak azokra.

A szagmodellelés folyamata több lépésből áll. Először a kibocsátás becslése: azon források és sebességek meghatározása, amelyek során a szagkibocsátó anyagok a környezetbe kerülnek. Ezt követi a diszperziós modellezés: a szagmolekulák fizikai szállításának és terjedésének szimulálása a levegőben, figyelembe véve olyan tényezőket, mint a szélminták, a hőmérséklet, a páratartalom és a terep. Majd következik a kémiai átalakulás modellezése: bármely kémiai reakció vagy átalakulás modellezése, amelyen az illatanyagok szállítás közben keresztülmehetnek, például oxidáció vagy lebomlás. Lehetőség van még a szagérzékelés modellezésére: ez annak előrejelzése, hogy az emberek vagy állatok hogyan érzékelik a szagokat és hogyan reagálnak azokra, olyan tényezők alapján, mint a koncentráció, az expozíció időtartama és az egyéni érzékenység. Végül lehetséges a validálás és ellenőrzés, vagyis a modell előrejelzéseinek összehasonlítása terepi mérésekkel vagy kísérleti adatokkal a modell pontosságának és megbízhatóságának értékelése érdekében

SZEGŐ MIKLÓS

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

## KEDVES OLVASÓNK!

Játékunkban húsz héten át egy-egy tesztkérdést közlünk körforgásos gazdasági témájú cikkeink végén. Az Ön által helyesnek tartott válasz betűjelét kérjük, jegyezze fel, s a sorozat végén várjuk a megfejtésként kialakuló szöveget a [titlap@titnet.hu](mailto:titlap@titnet.hu) e-mail címen vagy levélben az 1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16. szerkesztőségi címen.

E heti kérdésünk: a két állítás közül melyik nem igaz a komposztálásra?

- A komposztálás során a szerves anyagok szabályozatlanul bomlanak le.
- A komposztálás során új hasznos termék: humusz keletkezik – a makro- és mikroelemek mellett a talaj életében az irányító, koordináló szerepet a humusz tölti be.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Kohéziós Alap



BEFECTETÉS A JÖVŐBE



# PÉNZÜGYI TIPPEK HALLGATÓKNAK



**Az egyetemi évek sok szempontból vízváltóak a fiatalok életében. Többek között amiatt is, mert ez az időszak már egy bizonyos mértékű anyagi önállóságot igényel: hallgatóként olyan kiadások jelennek meg a mindennapokban, mint a lakhatással és az étkezéssel kapcsolatos költségek, az önköltséges hallgatók számára befizetendő tandíjról nem is beszélve. Elengedhetetlen tehát, hogy a hallgatók tervezzenek, célokat tűzzenek ki és megvalósítsák azokat, röviden: tudatosan kezeljék a pénzügeiket.**

## A költségvetés tervezése

Számos diák vállal munkát tanulmányai mellett, amelynek következtében saját jövedelemre tesznek szert. Fontos, hogy ez a jövedelem, valamint az egyéb bevételek, illetve a kiadások egyszerűen nyomon követhetőek legyenek egy költségvetés képében. A tervezés nem csak átláthatóvá teszi a pénzügeket, de segít felkészülni egy esetleges váratlan kiadásra is. A költségvetés tervezéséhez többek között a Magyar Nemzeti Bank weboldalán található Háztartási költségvetés-kalkulátor újít segítséget.

## Miért fontos a megfelelő bankszámla?

A középiskolában még nem feltétlenül van szükség rá, azonban a főiskolán vagy egyetemen megkerülhetetlen a bankszámla nyitása, hiszen arra érkeznek a szociális támogatások, tanulmányi ösztöndíjak, diákmunka-jövedelmek, továbbá banki tranzakciókon keresztül történik a tan- és vizsgadíjak, valamint az egyéb, tanulmányokkal kapcsolatosan felmerülő költségek megtérítése is. Amennyiben egy leendő hallgató már rendelkezik bankszámlával, tanácsos áttekintenie a konstrukciót, és megvizsgálnia, hogy a szolgáltatás megfelel-e az elvárásainak és a pénzügyi körülményeinek. Az igények megfogalmazását követően célszerű alaposan megvizsgálni a különböző szolgáltatók ajánlatait,

hogy a legmegfelelőbb megoldás kerüljön kiválasztásra. A Magyar Nemzeti Bank weboldalának Bankszámlaváltó program című oldalán a bankszámla-konstrukciók összehasonlításában segít.

## A célok kijelölésének fontossága

A kiadások és a bevételek számon tartása, feljegyzése a pénzügyi tudatosság alappillére. Ahhoz pedig, hogy ez megtakarítást eredményezzen, elengedhetetlen a jövő tudatos tervezése. Egy hirtelen szükségessé vált, nagyobb értékű kiadás, vagy egyéb okból történő bevételkiesés esetén hatalmas jelentősége lehet a pénzügyi tervezésnek. Nem várt költségek hiányában viszont megnyílnak az út a megtakarítások, illetve befektetések világa felé.

A megtakarítás elmélete egy rövid gondolatmenettel egyszerűen tudatosítható: azt a „felesleges” pénzügyi összeget, amelyet nem használunk fel az alapvető igények kielégítésére, „gondolatban elköltjük” – például egy fent említett váratlan kiadásra, így amikor az ténylegesen jelentkezik, valójában nem jelent extra költséget, hiszen az az összeg amúgy is ilyen jellegű felhasználásra került volna.

A Magyar Nemzeti Bank Pénzügyi Navigátor című weboldala további, a hallgatók számára releváns pénzügyi tippekkel várja a látogatókat.

**MNB**

# Csillagnaptár



**D**éli irányból nyugat felé haladva a látóhatárhoz közel sorra a Bak, Nyilas, Pajzs, Kigyóirtató, Herkules, Északi korona, Ökörhajcsár valamint a Nagy Medve csillagait láthatjuk pislákolni a vastag légkörön keresztül. Északon a Göncölszekér ilyenkor éri el legalacsonyabb helyzetét, sőt az északi szélesség 30. fokánál délebbi észlelők számára már a horizont alá bukik. A Pegazus négyszöge mindkét félgömb-ről központi helyet foglal el az esti égbolton, ami az északi félgömbön az őszi, a délin pedig a tavasz beköszöntének legbiztosabb jele. Ettől északkeletre található az Androméda-köd (M31), a hozzánk legközelebbi óriás spirálgalaxis. Az októberi esték kiválóan alkalmasak az M31 felkeresésére. Szabad szemmel elmosódott, ködös foltok látszik, feltéve, hogy nem túl fényszennyezett a légkör. Binokulárral azonban könnyen megtalálható, átmérője nagyobbak látszik, mint a teliholdé. Fejünk felett a Nagy Nyári Háromszög csillagai, a Deneb a Hattyúban, az Altair a Sasban, valamint a Vega a Lant csillagképben. Északi irányban a Cefeusz, a Sárkány, a Kis Medve, valamint a Kassiopeia csillagképeket kereshetjük. Déli irányból ezúttal kelet felé fürkészve, alacsonyan helyezkednek el a Vízöntő, a Halak, a Kos, a Perzeusz, a Szekeres, valamint egészen észak felé a Zsíríf és a Hiúz csillagképek. Keleten a Bika vezérletével már kelnek a téli égbolt jellegzetes, fényes csillagképei.

A bolygók közül a Merkúr a hónap első harmadában még kereshető napkelte előtt a keleti látóhatár közelében. 1-én egy és negyed órával kel a Nap előtt, de ez az érték gyorsan csökken. 12-én már csak fél órával kel korábban mint

**Oktober folyamán a Nap az állatöv csillagképei közül a Szűz csillagképből a Mérleg csillagképbe lép. Ne feledjük, hogy a hónap utolsó vasárnapján állítjuk vissza az órát, ami a nyári időszámítás végét és a téli időszámítás kezdetét jelenti. Nézzük, milyenek látjuk az eget október 15-én 21 órakor!**

▲ *A Seyfert-galaxisok átmenetet képeznek a normál galaxisok és a kvazárok között. A magjukat spirálkarok veszik körül, ezért a szerkezetük a normál galaxisokéhoz hasonló, a színekük és a sugárzásuk alapján viszont a kvazárokhoz hasonlítanak (a képen látható galaxis az M106)*

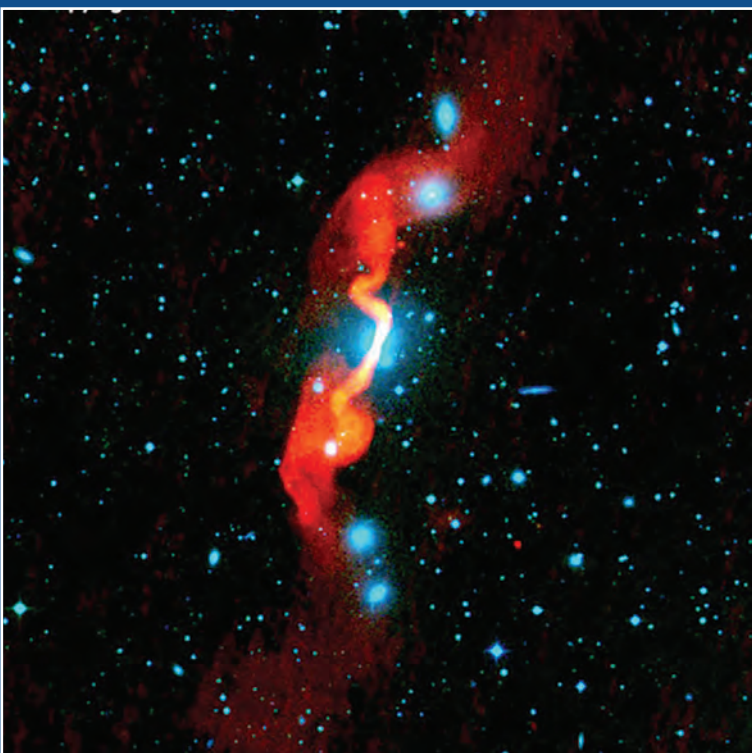
a Nap, a hónap második felében már nem figyelhető meg. A Vénusz ragyogó fehéren fénylik a hajnali keleti égen. Egész hónapban közel négy órával kel a Nap előtt, így kitűnően megfigyelhető. Fényessége folyamatosan -4,7 magnitúdóról -4,4 magnitúdóra csökken. A Mars előretartó mozgást végez a Szűz, majd 24-től a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. A Jupiter hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. Napnyugta után kel, az éjszaka döntő részében megfigyelhető ragyogó, sárgásfehér fényű égitestként. Fényessége -2,9 magnitúdó. A Szaturnusz a Vízöntő csillagképben látható, hátráló mozgása a végére lelassul. Az esti délnyugati ég alján kereshető, éjfél után nyugszik. Fényessége 0,7 magnitúdó. Az Uránusz az esti órákban kel, az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető a Kos csillagképben. A Neptunusz az éjszaka első felében figyelhető meg a Halak csillagképben, hajnalban nyugszik.

## TUDTA-E?

Szerte a Világegyetemben számos galaxis mutat olyan meglehetősen tulajdonságokat, amelyek kiemelik őket az átlagosak közül. Bár ezeknek a különleges galaxisoknak sok típusát ismerjük, a szokatlan viselkedés mindig a galaxis magjában folyó erőteljes aktivitásra vezethető vissza. Úgy tűnik, valamilyen mélyen gyökerező, lényegi hasonlóság van az egyes típusok között, ezért gyakran az összes típust közösen aktív galaxisoknak nevezzük. Az aktív galaxisok tulajdonságai a középpontjukban elhelyezkedő, óriás feket lyukkal hozhatóak kapcsolatba. Megjelenésüket döntően befolyásolja, hogy a földi megfigyelő milyen irányból lát rá a galaxis síkjára. A magból kiáramló, több ezer fényév hosszú, gáz alkotta lebenyek és a magot körülvevő por más-más folyamatokra enged bepillantást a kutató szemeknek.



L. H.



A rádiógalaxisokban, mint például az NGC 383-ban egy porgyűrű eltakarja a mag központi vidékét, ezért csak a rádiósugárzó anyagkilövelléseket és lebenyeket láthatjuk

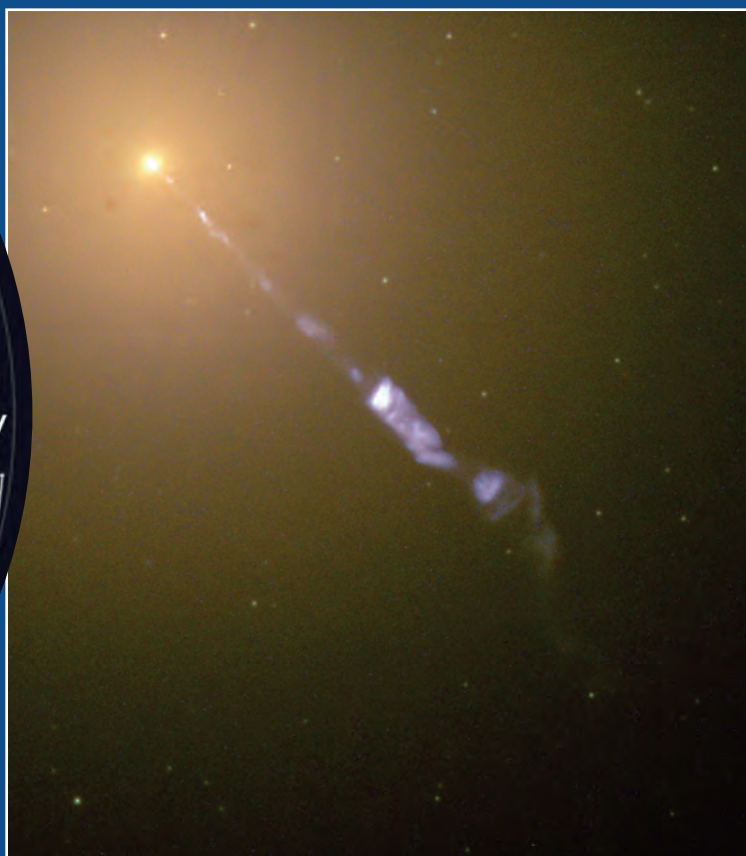


A kvazároknál a földi megfigyelők beláthatnak a porgyűrű mögé, a mag és a korong ragyogó fénye elnyomja a környező galaxisból jövő fényt



Az égbolt képe  
2023. október 15-én  
21:00-kor

A blazárok is aktív galaxisok, de úgy állnak, hogy a fekete lyukból kilövellő gáznyaláb mentén egészen a magjáig leláthatunk. Ezen a képen az M87 elliptikus galaxis magja látható a Hubble-űrtávcső felvételén.





**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 illik a kérdőjel helyére?



### 2. fejtörő – Sárdi Tibor feladványa

Töltse ki az ábrát a hiányzó betűkkel úgy, hogy a hat betű mind-egyik sorban és oszlopban pontosan egyszer forduljon elő! A megfejtés az eltérő színnel jelölt átlóban olvasható.

			R		
		É	N		R
	Y				Á
R	N			Y	
É			Y		
	B	N			

### Az előző számunkban megjelent fejtörők megoldásai

#### 1. fejtörő – Károlyi Zsuzsa feladványa

Megoldás:  
A sárga és a zöld.

#### 2. fejtörő – Feleki Zoltán feladványa

Megoldás:  
Nem található ki teljes bizonyossággal. Lehet pl. ALANY és ALVAD is.

#### 3. fejtörő – Sárdi Tibor feladványa

Megoldás:

#### 3. fejtörő – Feleki Zoltán feladványa

A számmal jelölt szavak közül melyik illik a legkevésbé a többi közé?

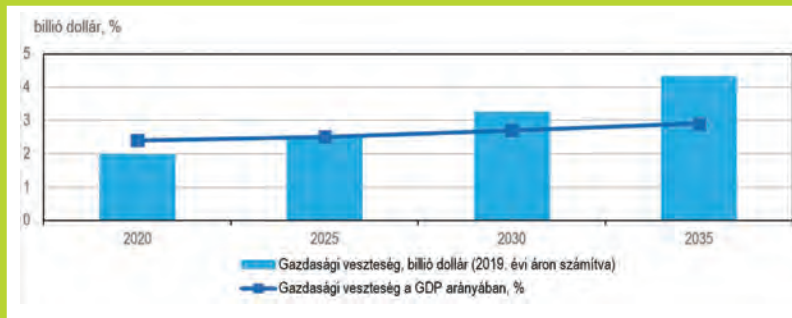
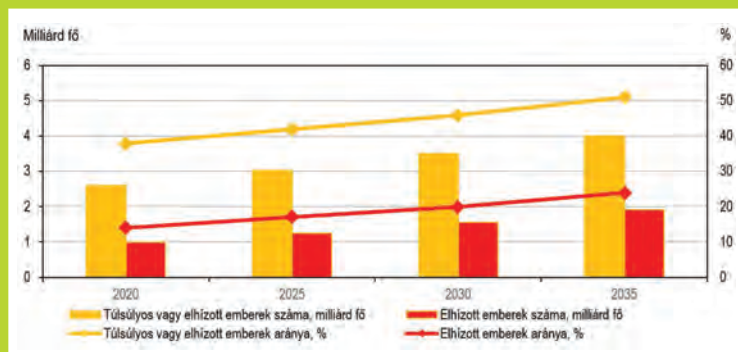
LÁP  
TOTÓ ? REMI  
SZEDŐ GULYA SOKÁ  
1. SÁRGA 2. RÖZSE  
3. ALANT 4. SZÁLLÓ

## Elhízás, avagy az emberiség új járványa

A túlsúlyosság és elhízottság az emberi szervezet rendellenes vagy túlzott mértékű zsírfelhalmozását jelenti, ami számos egészségügyi kockázatot hordoz magában. Hatására olyan krónikus betegségek alakulhatnak ki, mint cukorbetegség, szív- és érrendszeri betegségek, köztük a magas vérnyomás, továbbá máj- és vesebetegségek, valamint a rák bizonyos típusai. Legelterjedtebben a testtömegindex révén határozzák meg, hogy valaki túlsúlyos vagy elhízott-e, a testtömeg kilóban mért értékét el kell osztani a méterben mért testmagasság négyzetével, és amennyiben ez a hányados 25 és 30 közé esik, akkor túlsúlyosságról, legalább 30-as érték esetén pedig elhízottságról beszélhetünk (az 5–19 éves korosztályt illetően másképpen történik a számítás). Az elhízottság betegségnek tekintendő, 40–70%-os arányban a génjeink határozzák meg a kialakulását, de számos más tényező befolyásolhatja, mint például ultrafeldolgozott élelmiszerek fogyasztása, alváshiány, túlzott stressz, mentális rendellenességek kezelésére használt gyógyszerek fogyasztása vagy az egészségügyi szak személyzet nem megfelelő rendelkezésre állása.

Az Elhízástudományi Világszövetség (World Obesity Federation – WOF) adatai szerint 2020-ban a Föld legalább 5 éves népességéből 2,6 milliárdnyian voltak túlsúlyosak vagy elhízottak, ami 38%-át jelenti az azonos korú populációnak. A szervezet nagyon kedvezőtlen folyamatokat jelez előre: 2035-re a súlyfelesleggel bírók száma 4,0 milliárdra, a népéségen belüli arányuk 51%-ra nő. Ráadásul ezek a növekedések nagyjából az elhízottak hatására következnek be, akiknek a népéségen belüli aránya 10 százalékponttal emelkedik (24%-osra), míg a túlsúlyosaké csak 3 százalékponttal (27%-osra).

**Testsúlyfelesleggel rendelkezők száma és aránya a világ 5 évesnél idősebb népességéből**



**A testsúlyfelesleg által előidézett gazdasági veszteségek a világban**  
(1 billió dollár = 1000 milliárd dollár)

A trendek szerint 2020 és 2035 között kifejezetten gyorsan fog nőni a túlsúlyosok aránya az 5–19 éves népesség körében, a fiúk esetében 10-ről 20%-ra, míg a lányoknál 8-ról 18%-ra. Az országcsoportok közül az alacsony és az első-középs jövedelműek esetében, az országokat tekintve pedig túlnyomórészt ázsiai és afrikai országokra prognosztizálható a legnagyobb növekedés.

A WOF szerint a súlyfelesleghez kapcsolódó gazdasági veszteség 2,0 ezer milliárd dollárt tett ki a világon 2020-ban, ami 2035-re várhatóan 4,3 ezer milliárdra emelkedik (mindkét adat 2019. évi áron számított), amennyiben a megelőzés és a kezelés nem javul. A GDP arányában számított veszteség másfél évtized alatt fél százalékponttal 2,9%-ra emelkedik. (Összehasonlításképpen a koronavírus-járvány 2020-ban, a válság legrosszabb évében, egyszeri alkalommal 3%-os globális GDP-csökkenést idézett elő a Világbank számítása szerint.)

A Világszövetség országokra is közöl adatokat, amelyek szerint Magyarországon 2019-ben 4,82 milliárd dollárt, mintegy 1400 milliárd forintot tett ki a lakosság túlsúlyossága által okozott gazdasági veszteség. A GDP-arányos költség 3,2%-ra rúgott, ami 0,8 százalékponttal meghaladta a világátlagot. A különböző veszteségtételek közül a legjelentősebb a „korai elhalálozás” volt (közel 960 milliárd forint). A betegséggel kapcsolatos egészségügyi kiadások nagyjából 220 milliárd forintot tettek ki, és hasonló értékű volt a munkavégzéssel kapcsolatos termelékenységcsökkenés is, amelyen belül a betegen történő munkavégzés közel 150 milliárdos, míg a munkavégzéstől való távolmaradás mintegy 75 milliárd forintos veszteséget okozott 2019-ben.

**HERZOG TAMÁS**

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

**Előfizetési ár 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)**

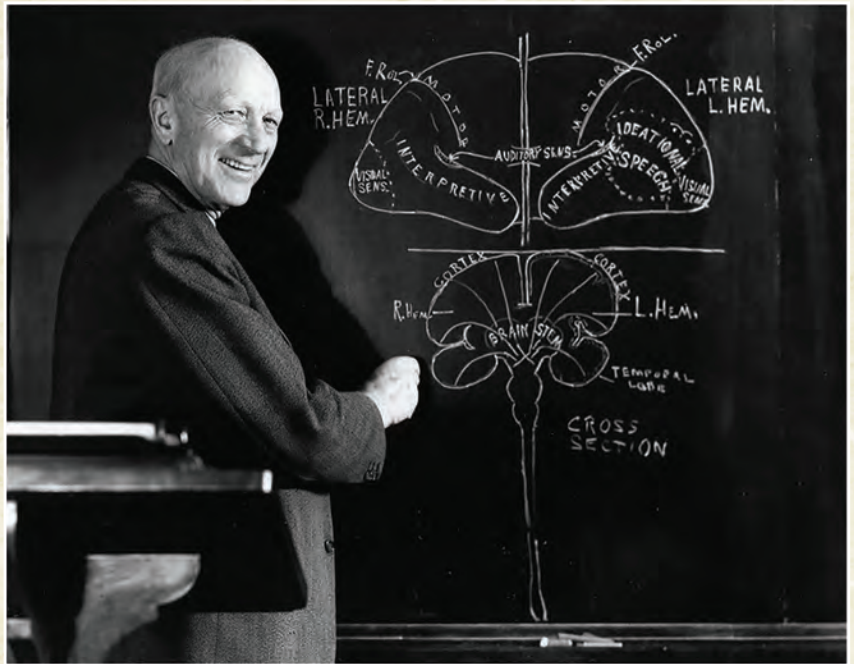
# GONDOLATOLVASÁS?

Két kutatócsoport olyan eszközöket fejlesztett, melyek az agyban kialakuló elektromos jelek alapján rekonstruálják a beszédet, jóval pontosabban, mint bármelyik korábbi hasonló szerkezet.

Az idegrendszer sérülése komoly következményekkel járhat. Egyesek végtagjai lebénulnak, mások elvesztik a kontrollt az impulzusaik felett, megint mások pedig képtelenné válnak a beszédre. Noha ezek mind gyökerestül felforgatják az egyén hétköznapjait, a beszédképtelenség szinte ellehetetleníti, hogy megértse magát embertársaival. Ez talán a legsúlyosabb csapás, ami társas lényt érhet. A beszédprodukciónak idegrendszeri hátterének alaposabb megismerésével azonban kiderült, hogy egyes esetekben nem kifejezetten a nyelvi képességek vesznek el, hanem a hangképzés feletti kontroll. Ebben az a biztató, hogy az agyban kialakulnak azok a jelek, amelyek a létrehozni a beszédet, csak éppen nem működtetik megfelelően a hangképzésben résztvevő izmokat. Tehát ha lehetséges volna dekódolni ezeket a jeleket, akkor a tartalom megjeleníthető lenne valamilyen más módszerrel, például ki lehetne írni egy képernyőre, vagy épp hanggá lehetne alakítani a megfelelő programmal. Ezt a megközelítést használta két kutatócsoport, akik karöltve számoltak be az eredményeikről az egyik legrangosabb tudományos folyóirat, a *Nature* lapjain.

## Az agy elektromos jeleinek rögzítése

Az agyban keletkező jelek dekódolásának első lépése, hogy ezeket a jeleket valamilyen módon be kell fogni. Az idegsejtek lényegében elektromos jeleket hoznak létre, ezeket pedig különféle módszerekkel lehet regisztrálni. Az egyik lehetőség a mikroelektrodák beültetése az agyszövetbe. Az első beültethető mikroelektrodákat az 1950-es években hozták létre és azóta is központi jelentőségük van az agyban keletkező elektromos jelek kutatásában. Ezek



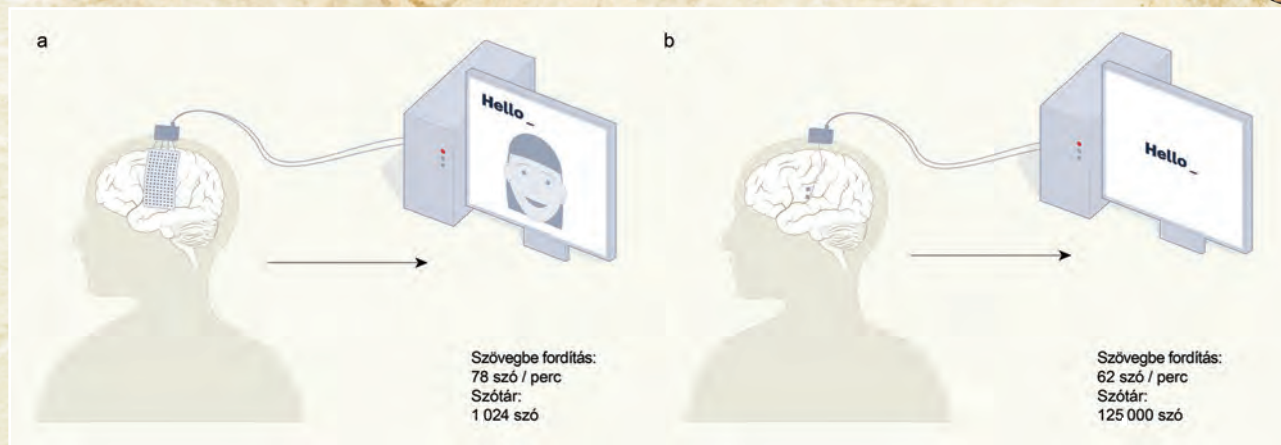
Wilder Penfield (FORRÁS: LADINO ÉS MTSAI., 2018 – EPILEPSY & BEHAVIOR)

képesek egy-egy sejt, vagy kisebb sejtcsoportok által generált jelek rögzítésére. A másik lehetőség olyan elektródákra alapul, amelyek kisebb-nagyobb távolságra helyezkednek el a sejtektől, így sejtek milliói által generált mintázatokot rögzítenek az elektromos potenciál változásában. Ezt a módszert elektrokortikográfiának nevezik, mivel az agykéregre (kortex) helyezett elektródák rögzítik az elektromos jelet. A módszer szintén az 1950-es években jelent meg az idegtudományban, méghozzá Wilder Penfield és kollégái munkájának nyomán.

Ezekkel a technológiákkal már a '90-es években is megjelentek izgalmas eredmények, azonban igazi áttörések a 2000-es években történtek. Egy vizsgálat során például mikroelektrodákat ültettek egy bémult személy mozgatókérgébe. A mikroelektrodák jelei egy robotikus kart mozgattak, ami képessé tette a résztvevőt egyszerű mozdulatok elvégzésére, pl. a robotikus kéz ujjainak összezárására és kinyitására. Az első elektrokortikográfiás rendszert szintén a 2000-es évek elején ültették be egy bémult személynek, aki a rendszer segítségével képessé vált akár az otthonában

## AZ IDEGTUDOMÁNY KLASSZIKUSA

Wilder Penfield az idegtudomány legendás alakja, hiszen klasszikus vizsgálataival kimutatta, hogy az agykéreg bizonyos pontjainak elektromos ingerlése mozdulatokat vagy érzeteket vált ki az embernél. Kísérletei a modern idegtudomány alapjainak legfontosabb bizonyítékát képezik: a viselkedést és a tudatos élményeket az agy elektromos tevékenysége hozza létre.



**Két új eszköz, amely az agyból rögzített elektromos jelek alapján rekonstruálja a beszédet. A bal oldalon az elektrokorikográfiás, a jobb oldalon a mikroelektródás rendszer (FORRÁS: RAMSEY ÉS CRONE, 2023 – NATURE)**

is használni egy szövegíró programot. Azóta egy szakértői becslés szerint körülbelül 50 embernek ültettek be hasonló eszközöket, melyek nagy része mikroelektródákkal dolgozik.

### Két új szerkezet

Az agyban létrejövő elektromos jelek dekódolását lehetővé tévő eszközök fejlesztésének legújabb fejezetét két új tanulmány hozta el, melyeket amerikai kutatócsoportok végeztek. Mindkét kutatócsoport egy-egy súlyosan bémult pácienssel dolgozott. A kaliforniai Stanford Egyetem kutatói által végzett vizsgálatban egy amiotrófikus laterálszklerózisban szenvedő beteg vett részt. A beteg képes volt az arcizmok mozgatására és hangadásra is, azonban nem volt képes beszélni. A másik, San Franciscó-i kutatócsoport egy olyan beteggel dolgozott, akinek a majdnem húsz évvel korábban volt egy agytörzsi sztrókjá, aminek következtében a testének legtöbb izma teljesen lebénult és hangadásra sem volt képes.

A San Franciscó-i kutatók elektrokorikográfiát alkalmaztak. A beteg mozgatókérge fölé ültettek be egy szilikonlapot, amelybe elektródák voltak ágyazva. A kutatók először egy egyszerű feladat révén gyűjtötték be a szükséges adatokat. A betegnek egy képernyőn jelenítettek meg szavakat és arra kérték, hogy képzelje el, amint kimondja őket. Összesen 1024 szóval dolgoztak. A vizsgálat során majdnem két héten át gyűjtötték az adatokat, amely végül közel 18 órányi felvétélből állt.

Az adatokban egy neurális háló segítségével, vagyis a modern mesterséges intelligencia legkedveltebb módszerével állapították meg, hogy milyen mintázatok képviselik az egyes szavakat. A tesztelés során arra jutottak, hogy a rendszer képes a betanított 1024 szóból értelmes mondatokat dekódolni, amelyek az esetek nagyjából háromnegyedében valóban azt tükrözték, amit a páciens mondani akart. Mindezt 78 szó/perc sebességgel valósította meg az eszköz, ami nagyjából a fele a normál beszéd sebességének (150 szó/perc).

A Stanford Egyetem kutatói szintén a mozgatókérget célozták, ám ők mikroelektródákat ültettek be az agykéregbe. A folyamat lényegében ugyanaz volt, a résztvevőt arra kérték, hogy képzelje el, amint a képernyőn megjelenő szavakat kimondja. Egy lényeges különbség, hogy jóval nagyobb mennyiségű, 125 000 szót használtak. A neurális háló trenírozása ebben az esetben 8 napon keresztül zajlott, azonban végeredményben itt is nagyjából 18 órányi adat keletkezett. A rendszer hasonló hibarárányal működött, azonban valamivel lassabban tudta dekódolni a jeleket, 62 szó/perc sebességgel. Fontos azonban, hogy ezt a teljesítményt egy közel 125-ször nagyobb szótáron produkálta. Ez voltaképpen arra mutat rá, hogy a mikroelektródák által rögzített jelek pontosabban követik le az agyban zajló eseményeket.

Noha az új rendszerek minden korábbinál jobban működnek, továbbra is számos problémát kell megoldani ahhoz,

hogy a beszédprodukciónak helyreállítható legyen. A szakértők a következő limitációkra mutattak rá. Először is, mindkét betegnél működőképesek voltak olyan izmok, melyek normálisan részt vesznek a beszédprodukciónban. Bár ez nem tette lehetővé az önálló beszédet, elképzelhető, hogy ezen funkció megőrzöttsége jelentősen hozzájárult az átitűtő eredményekhez. Nagy kérdés, hogy hogyan működne az eszközök olyan betegeknél, akiknél teljes a bémulás. További probléma, hogy az elektródák mindkét esetben vezetékkel voltak a felvevőberendezéshez kötve, ezek a vezetékek pedig a bőrön át voltak kivezetve. Egy vezeték nélküli berendezés mindenképpen biztonságosabb és a betegek számára is elfogadhatóbb lenne. Az is fontos szempont, hogy az eszközök működtetéséhez magasan képzett személyekre volt szükség, vagyis kétséges, hogy otthoni környezetben is használhatók lennének. Végül pedig arra is ki kell térni, hogy a mikroelektródás megoldás jobb eredményt adott, ám ezek idővel egyre rosszabb jelet produkálnak a szövetben zajló védekezési folyamatok következményeképp.

Az új eszközök tehát még közel sem tökéletesek, rengeteg munkára lesz még szükség ahhoz, hogy ezek valóban helyreállítsák a beszédprodukciónak azoknál a betegeknél, akiknél ez a képesség elveszett. Gondolatolvasásról tehát egyelőre még nagy jóindulattal sem beszélhetünk.

**REICHARDT RICHÁRD**



## Okospajta

A viselkedéskutatás egyik fő korlátja, hogy az etológusok vagy laboratóriumban – erősen ellenőrzött, de gyakran végtelenségig leegyszerűsített és kicsi környezetben – tanulmányozhatják az állatok viselkedését, vagy a vadonban, nagyrészt ellenőrizetlen körülmények között. Emiatt a viselkedés számos aspektusának tanulmányozására nem volt korábban lehetőség, beleértve a kollektív viselkedés egyes megjelenési formáit – az állatok csoportos mozgását és közöttük lévő kölcsönhatásokat, amelyek a sokszor összetett társas életük hátterében állnak.

Mi szükséges e problémamegoldáshoz? Először is egy hely, ahol elég nagy a tér. Másodszor, a legkorszerűbb technológia. A Max Planck Állatviselkedéstan Intézet és a Konstanz Egyetem kutatói, az ELKH-ELTE Lendület Csoportos Viselkedés Kutatócsoporttal együttműködésben egy korábbi istállót a legmodernebb technológiai laboratóriummá alakították át komplex viselkedéselemzés céljából. Ebben az okospajtában az állatcsoportok összetett mozgását tanulmányozhatják – számol be a kutatásról a *Science Advances* folyóirat legújabb cikke.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem viselkedéskutatója, Nagy Máté, a munkatársaival együtt, e nemzetközi



A galambokon elhelyezett jelölések a csoportos viselkedés tanulmányozását szolgálják. Az állatoknak semmilyen fájdalmat nem okoznak a rajtuk elhelyezett jelzések.

(FOTÓK: CHRISTIAN ZIEGLER)

együttműködés keretében egy speciális, smart technológián alapuló okospajtát létesített a németországi Konstanz város közelében, amelyben az állatcsoportok összetett viselkedésének példátlan részletességű tanulmányozására van lehetőség. Az okospajtába telepített speciális érzékelők segítségével az állatok viselkedése minden eddiginél nagyobb pontossággal és több információs csatornán keresztül egyszerre vizsgálható.

Az okospajta angol megfelelője, a SMART-BARN egyben egy angol betűszó, mely a skálázható multimodális aréna nagy számú állat valós idejű viselkedésének nyomon követésére szavak rövidítése.

Ez egy új eszköz, amely lehetővé teszi az egyedek összetett viselkedési jellemzőinek vagy az állatcsoportok, például rovarok, madarak vagy emlősök közötti kölcsönhatásoknak a tanulmányozását. A nemzetközi csapat nagyon sokrétű volt: biológusok, fizikusok, mérnökök és informatikusok közösen fejlesztették ki az okospajtát.

Már eddig is több kísérletben használták a SMART-BARN-t, amelyekben olyan különböző alanyok vettek részt, mint a galambok, seregélyek, lepkék, denevérek vagy akár emberek. A létesítményen keresztül fontos új interdiszciplináris együttműködések jönnek létre. A SMART-BARN például lehetőséget kínál a madarak 3D-s tekintetének és testtartásának nyomon követésére egy tíz vagy több fős csoportban, miközben a kísérletvezetők folyamatosan tudják, hogy melyik madár melyik. Ezt a technikát a kutatók arra használhatják, hogy feltárják a tekintet szerepét a döntéshozatalban.

A SMART-BARN-t az állatviselkedés kutatásán kívül használják az informatikusok is új számítógépes látás és mesterséges intelligencia alapú algoritmusok fejlesztésére. Ezek az algoritmusok megkönnyítik a jelöletlen állatok 3D-s nyomon követését is. Módszerük továbbfejlesztett változata egy még nagyobb rendszert eredményezett a Konstanz Egyetem Képalkotó Hangárjában, amellyel nyomon követhető robotrajok vagy több ezer rovar egyidejű mozgása.

Forrás: ELTE TTK

Az okospajta nevű hangár



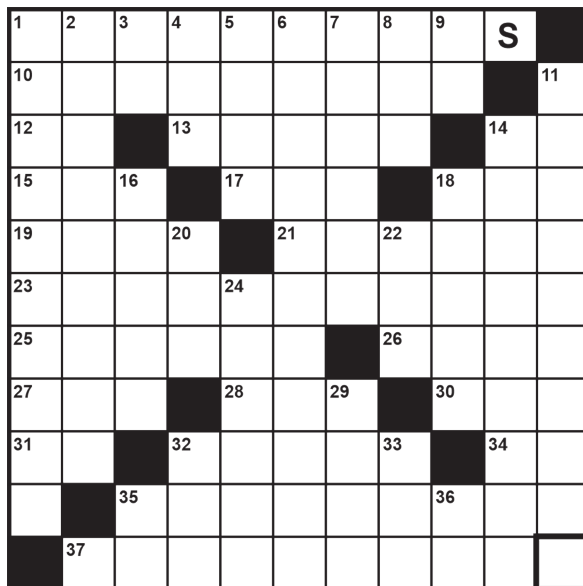


## KERESZTREJTVÉNY

Az ilyentájt már pirosan viritó természetével a hazánkban őshonos lisztes berkenye a jégkorszakot túlélő, ebből adódóan hidegkedvelő hegyvidéki fafajunk. Könnyen alkot hibridet más berkenyékkel, például a barkócaberkenyével 33, mára már önállósult fajt képezett. E tulajdonságára is visszavezethető, hogy Linné még a galagonyák közé sorolta *Crataegus aria* néven, s csak később kapta az egészen a közelmúltig érvényes tudományos nevét, a *Sorbus aria*-t. Ám az európai berkenyék rendszertani felülvizsgálatakor a *Sorbus* nemzetséget felosztották, a lisztes berkenye abból kikerült, így 2017 óta újabb – az e heti rejtvényünk fő sorát kiadó – tudományos néven szerepel a rendszertanban. *Jó fejtést!*

Minden rejtvényünkben találnak egy-egy bekeretezett négyzetet. A 35. lapszámban elkezdődő 18 hetes rejtvényciklusunk végére a négyzetek betűi – helyes sorrendbe rakva – kiadják a nevét a XIX–XX. században élt sokoldalú botanikusunknak, aki egyebek között az erdészeti növénytanban is jeleskedett. A postán vagy a [rejtveny@eletestudomany.hu](mailto:rejtveny@eletestudomany.hu) címre beküldött név megfejtői között negyedéves előfizetést sorsolunk ki az Élet és Tudomány digitális lapszámaira.

**VÍZSZINTES:** 1. A fő megfejtés. 10. Őrmértékegység. 12. Csak fordítva jó! 13. Kapásból válaszol. 14. Előadó, röv. 15. Közgazdaság-tudományi kar, röv. 17. ... Francisco; kaliforniai nagyváros. 18. Egykori autógyertyamárka (az ekloga mássalhangzóiból!). 19. Riad. 21. A jegenye népies névváltozata. 23. Mozgalom élén álló tölti be. 25. Analizál. 26. De még mennyire! 27. Telefon, röv. 28. ... királynő; Shelley filozófiai költeménye. 30. Mássalhangzó, röv. 31. Továbbá. 32. A szobába kukkant. 34. Uszoda közepe! 35. Fémlelakerati áru. 37. Parkoló a sztráda mellett.



**FÜGGŐLEGES:** 1. Állami bevétel megszabása a NAV által. 2. Kódolt. 3. Intercity, röv. 4. ... mail; légitársaság. 5. A földbe rejt. 6. Női ruhákat rendelésre készítő műhely, üzlet. 7. Majmol. 8. A felsőfok jele. 9. Az irídium vegyjele. 11. Szabadkőművesek legfelsőbb szervezete. 14. Szemből fúj. 16. Menetjegyet lyukaszt vagy szignál. 18. Égéstermék. 20. Nagy...; község Veszprém vármegyében. 22. .... Club; írók, költők, esszéírók nemzetközi szervezete. 24. A turini ...; alias Kossuth Lajos. 29. Karácsony ...; tragikus sorsú író. 32. .... szépen / Fűtől ez az én madaram!" (Arany János). 33. Perzsa uralkodói cím. 35. A bizmut vegyjele. 36. A cérium vegyjele.

Múlt heti rejtvényünk megfejtése: *Sorbus torminalis*.



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

**Kultúrák és közösségek**

**Indiánok. Lelkek. Túlélők.** címmel Magyarországon először látható *Claudia Andujar* magyar származású fotóművész munkássága, a São Paulo-i Vermelho Galéria közreműködésével.

A Néprajzi Múzeum Magyarországon elsőként ad ott-hont a 92 éves *Claudia Andujar* átfogó fotóművészeti tárlatának. Az anyai ágon svájci, apai ágon magyar származású fotográfus 13 éves koráig Nagyváradon élt. A holokauszt elől menekülő, budapesti és bécsi kitérőkkel Svájcba, majd New Yorkon át Brazíliába érkező fiatal nő az 1950-es évektől került közelebbi kapcsolatba a kortárs művészettel és a fényképezéssel.

A tárlaton látható 124 fotográfia, nagy méretű analóg nagyítások és digitális nyomatok, illetve a további vetített képanyag egyedi megvilágításban tárja a látogató elé az életmű egy fontos szeletét. A kronologikus felépítésű kiállításon a Brazíliába érkezést követő magazininfós időszakról és kísérletezésekről jutunk el az évtizedeken át a janomami indiánok között készített művészi és aktivista képekig, majd az életmű időskori feldolgozásáig.

*Andujar* fókuszja azokra az emberekre irányult, akik kívül rekedtek a többségi társadalom figyelmén. A nő alkotókra jellemző, érzékiséggel telített látásmóddal, kevésbé megszokott felfogásban mutatja be a kultúrák és közösségek tereit, mindennapjait. Fotóriporterként éppolyan magabiztosan és nagy tehetséggel nyúlt a különböző ábrázolási lehetőségekhez, mint művészként és aktivistaként. A tárlat **2024. június 30-ig** tekinthető meg.

**Hiteles történetek**

A 2023-as Word Press Photo Contest fotópályázat nyertes anyagából nyílt kiállítás a Magyar Nemzeti Múzeumban. A **World Press Photo** egy 1955-ben Amszter-

damban alapított, független nonprofit szervezet, amely azóta is világszerte elismert platformja az újságírásnak. Mára az általuk szervezett felhívás a világ legrangosabb sajtófotó-pályázata lett.

Az évente megrendezett pályázat az elmúlt év legjobb fotóriporter és dokumentarista fotóit ismeri el és díjazza. A World Press Photo Alapítvány tavaly regionális stratégiát vezetett be, és az éves verseny és a zsűrizés felépítését megváltoztatva globálisabb és földrajzilag kiegyensúlyozottabb bepillantás nyújt világ eseményeiről. Külön-külön régiók szerint értékelik az afrikai, az ázsiai, az európai, az észak- és közép-amerikai, a dél-amerikai, a dél-kelet-ázsiai és az óceániai régióból küldött pályaműveket.

A **november 5-ig** látható kiállításon hiteles képeket, hiteles történeteket láthatunk, olyanokat, amelyek

bizonyosan gondolkodásra készítetik a nézőt. A World Press Photo célja megmutatni mindazt, ami noha nem nálunk zajlik és nem a mindennapjaink része, mégis létezik.

**Barabás 125**

A XIX. századi magyar képzőművészet egyik legmeghatározóbb alakjának életművét idézi meg **Barabás Miklós – A rajz mestere** címmel a Magyar Nemzeti Galéria legújabb kiállítása.

125 éve halt meg *Barabás Miklós*, az évforduló alkalmából a galéria 125 művet mutat be legújabb időszak tárlatán: néhány ismert festmény mellett elsősorban olyan rajzokat és akvarelleket, amelyekkel korábban még nem találkozhatott a közönség. A válogatás átfogja a teljes grafikai életművet, így a korai munkák mellett láthatók *Barabás* itáliai képei, az 1840-es években a pályafutása csúcsára érő művész akvarelljei, a korabeli fürdőéletet bemutató grafikái, litografált arcképeinek sorozata, valamint néhány késői alkotás is.

*Barabás Miklós* a XIX. század első felében kialakuló nemzeti festészet egyik legfőbb képviselője. Munkássága szinte az egész századra kiterjedt, de elsősorban a reformkori Pesten bontakozott ki; festőként kortársairól készült több ezer portréjával vált ismertté, emellett zsánerképeivel is nagy sikereket aratott. A kiállítás **2024. január 14-ig** látogatható.

**Virtuális kiállítótér**

A Budapest egyik ikonikus klasszicista műemlékét, a Hildvillát bemutató virtuális séta után az MMA Művészetelméleti és Módszertani Kutatóintézet ezúttal virtuális kiállítótérrel nyitott meg, hogy a művészet iránt érdeklődők minél szélesebb körben megismerjék az MMA Művészeti Ösztöndíjprogramban részt vevő művészek alkotásait. Az első tárlat aktualitását a 2023. szeptember 2. és 15. között, immár hetedik alkalommal megrendezett Velencei Üvegművészeti Hét adja, ahol idén több MMA művészeti ösztöndíjas – *Koós Daniella*, *Sipos Balázs*, *Soltész Melinda* és *Telegdi Balázs* – műveivel is találkozhat a közönség.

A 3D galéria segítségével három alkotó – *Koós*, *Sipos* és *Telegdi* – remekművei immár a fizikai távolságokat áthidalva, akár otthonról, bárki számára elérhetőek, a kiállítóterek virtuálisan bejárhatóak.

A különleges élményt nyújtó kiállítótérrel a MaxWhere keretrendszerben *Baranyi Péter*, *Csapó Ádám* és *Galambos Péter* magyar tudósok fejlesztették ki. A tér publikus, bárki számára ingyenesen elérhető az MMA MMKI honlapján és YouTube-csatornáján.





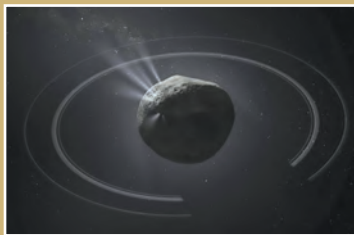
**Borús jelenből a napos jövőbe**

A közlekedési igényeket négy fő környezeti elem – a társadalmi-politikai, a természeti, a nemzetgazdasági, valamint a tudományos-technikai – befolyásolja. Ugyanakkor a közlekedési rendszer is befolyásolja környezetét, a nemzetgazdaság fejlődését, a társadalmi mobilitást, hatást gyakorol a természeti környezetre és igényeket fogalmaz meg a tudományos-technikai fejlődéssel kapcsolatban.



**Utódgondoskodás – darázsmódra**

Távol-Keleten, Vietnamban egyszerűen 16 új parazita darázfajt fedeztek le s írtak le a tudomány számára. Külön érdekesség, hogy az új fajok közül az egyik nősténye nemcsak belepetézik egy másik rovar petéjébe, de el is őríti azt!



**Kentaurok az égbolton**

A Voyager űrszondák indításának és az Uránusz gyűrűi felfedezésének évében észlelték először a csillagászok a Kowal-féle objektumokat. A Plutón túli térségben egy különös kisbolygóval ismerkedhettünk meg.



A háttapon

**Olaszgomba**

A likacsosgombák nemzetségébe tartozó olaszgombát (*Polyporus tuberaster*) már az ókori Rómában is kedvelték. Itáliában egészen a XVI–XVII. századig árusították a földből kiásott, sokszor emberfej nagyságú, *gombakövek* névvel illetett kemény, tápanyagraktározó képződményeit, amelyekből kedvező körülmények között termőtestek nőnek. A szaknyelven *álszkleróciumnak* nevezett gombakövek nemcsak vastagfalú gombafonalakat tartalmaznak, hanem talajszemcséket, kisebb-nagyobb köveket és gyökereket is magukba zárnak. A termőtestképzés előmozdítására ezeket hűvös, nedves helyen, többnyire pincében helyezték el, naponta többször locsolták, majd néhány nap elmúltával felületükön megjelentek a termőtestek.

Az olaszgomba főleg mediterrán elterjedésű, de hazánkban is megtalálható, nálunk elég ritka, korhadékbontó faj. Kétféle ökotípusa létezik, az egyik lombosfák (főleg bükk és tölgy) elhalt anyagán, tuskókon, vékonyabb-vastagabb lehullott faágakon fejleszt termőtestet, míg a másikon a termőtestek a föld alatti álszkleróciumból törnek a talaj felszínére. Az utóbbi típus nagyon ritka, ezért is került fel az olaszgomba 2005-ben a védett gombafajok listájára Magyarországon. A két ökotípus termőtestformái teljesen azonosak.

A halványárgás, okkeres színű kalap közepes méretű, idővel tölcseperedő, felületén sugárirányú, rányomott vagy kissé felálló, okkerbarnás, -vörös, az alapszínénél sötétebb pikkelykékkel. A krémszínű, okkeres termőréteg apró, szabályos likacsai lefutnak a többnyire központi helyzetű, szöszös felületű tönkre, amelynek alja sohasem feketés színű. Az olaszgombára hasonlít a közepes vagy nagy termető, fiatalon ehető pisztrícgomba, de annak tönkbázisa feketés, tönkje általában nem központos, húsa pedig jellegzetesen lisztes-uborka-szagú és -ízű, az olaszgombáéval ellentétben meglehetősen szívós.

Kép és szöveg:

**LOCSMÁNDI CSABA**



