



(2014. január 31.)

DRÓNPILOTÁK

Ahhoz képest, hogy háborús övezetben járunk, a csend nyugtalanító. A csatamező sötét és hideg, a számítógépes konzolon csak villogó LED-ek világítanak, és egy halvány fény a képernyőkről, melyek a sivatag felülnevezeti képét mutatják. Mind egyik konzol előtt két amerikai katona ül, halkán beszélnek a fejhallgatójuk mikrofonjába és távirányítással kezelik egy-egy repülőgép műszereit. Odakinn egy ember nélküli Predator vagy Reaper gép – közismert nevén drón – pásztazza az új-mexikói eget. Mindez most csak szimuláció, ám hamarosan igazi drónok fognak repülni a Holloman Légibázis és hasonló támaszpontok fölött. Négy hónap múltán több mint 500 pilóta és szenzorkezelő fejezi be itt a kiképzést és szélednek szét a legkülönbözőbb bázisokra. 6100 méteres magasságból gyűjtenek információkat, pl. az ellenség által elhelyezett robbanószerkezetekről, figyelik, amint a bajtársaik kilövik őket, vagy éppen Hellfire rakétákat lönek ki a parancsnokaik és politikusok által terroristának vélt személyekre. A nap végén beülnek a kocsijukba, hazamennek és játszanak a gyerekeikkel.

Komoly stresszel járó munka ez, hiszen látják, hogy emberek életét oldják ki, látják a csatátér borzalmait, anélkül, hogy ott lennének a közelben. A drónok és pilótáik lassan egyenrangúvá álnak azokkal, akik valódi harci gépekkel repülnek, legalábbis katonai értelemben. Tavaly fordult elő először, hogy az amerikai légierő több drónpilótát képzett ki, mint valót, elsősorban az afganisztáni és iraki bevetésekre, de használnak már drónokat jemeni és pakisztáni célpontok ellen is. 2012-ben Obama elnök 5 milliárd dollárt különített el a védelmi költségvetésből az ellentmondásosnak ítélt drónprogramra.

Maguk a pilóták egyébként ki nem állhatják a drón szót. Azt a benyomást kelti, mintha robotok szórják a bombákat válogatás nélkül. Egyetlen misszióban katonák szárai vesznek részt – ha nem is a harc színterén – és a fegyverek bevetését parancsok láncolata előzi meg. A lehető legrosszabb, hogy ezeket ember nélküli járműveknek nevezik, mondja az egyik oktató. Azt is utálják, ha az emberek afféle videojátéknak képzelik az irányításukat. A pilóták számára szürreális érzés, hogy miközben valahol Afganisztán „fölközt” vannak, a valóságban a nevadai sivatagba lépnek ki. Bevetéskor ugyanazt az

adrenalinlöketet érzik, mint az igazi pilóták és amint a pszichológiai vizsgálatokból kiderült, a drónpilótáknál is éppúgy felléphet poszttraumás stressz szindróma, mint az igaziaknál. A kamerákon keresztül nagyon is tisztán látják, mi történik a valóságban, testük és agyuk éppúgy reagál, mintha a harcmezőn lennének. Mi több, a drónpilóták a következményeket, a vérontást is hosszan látják, míg mondjuk egy F-15-ös gépről indított célkövető rakétáról a valódi pilóta majdhogynem nem is látja a célt. A drónpilóták céljai gyakran emberek. Az illetékes politikusok és katonai vezetők nem hozzák nyilvánosságra, hogy a távirányítású gépekkel hány embert öltek meg. És itt nem arról van szó, hogy a drónpilóták mondjuk önvédelemből ölnek, hanem szabályosan vadásznak a kijelölt személyekre, akár napokon át is, úgy, hogy ők maguk teljes biztonságban vannak. Elő embereket látnak, még hozzá egészen közelről a képernyőjükön és másként érzékelnek, ha azt látják, hogy valaki éppen aknát telepít, vagy az ebédlőasztalánál ül, ám itt nincs sok idő az érzelmekre.

Egyelőre nincsenek kiterjedt klinikai vizsgálatok arra nézve, hogyan élik meg a munkájukkal járó feszültségeket a drónpilóták, az eddigiek szerint azonban magas stresszterhelésről számoltak be. Poszttraumás szindrómát 3–5 százalékánál tapasztaltak, szemben az Afganisztánban és Irakban harcolók 20 százalékával. Az amerikai hadsereg azonban nagyon komolyan veszi a kiválogatást. Olyan embereket toboroznak ezekre a feladatokra, akik érzelmileg stabilak és jól kommunikálnak. Gyakorlatilag ugyanolyan követelményeknek kell megfelelniük, mint az igazi pilótáknak (kivéve az erős g-terhelés elviselését).

Mindeközben tudni érdemes, hogy a drónok nem csupán csapásmérő eszközök, hanem a legkiválóbb felderítők is. Az orruk alatt egy üveggömb van, melybe kamerákat szereltek be. Ezek több kilométerről egy autó rendszámabláját is könnyen leolvashatóvá teszik, infravörös kamerákkal pedig sötétben is működtethető. A drónok már eddig olyan tömegtelen mennyiségű információt gyűjtöttek, hogy jó részüket még fel sem tudták dolgozni. A drónpilóták számára is éppen az jeleníti a legnagyobb stresszt, hogy akció közben rengeteg információt kell értékelniük és még a legképzettebbek is hibázhatnak. Így fordulhat elő, hogy időnként ártatlan civileket is elpusztítanak. A másik gond a monotonitás. A drónpilóták akár napokig is pásztázzhatják a célterületeket úgy, hogy ott az égvilágon semmi sem történik, aztán ha mégis, hirtelen kell döntenieük. A drónok következő generációja valószínűleg már önmagát fogja vezérelni, irányítja-

ni, és az ember csak a végső döntést hozza meg arról, hogy a gép mérjen-e csapást a célra vagy sem.



(2014. március 31.)

A PANAMAI FÖLDHÍD

Cornelia Class és Esteban Gazel, a Lamont-Doherty Observatórium kutatói működés közben tanulmányozzák a Föld egyik legrejtélyesebb erőjét, a galápagosi köpenyfeláramlást. Ez a forró anyag vulkánok sorozatát hozta létre szigetek formájában éppúgy, mint a tengeraljzaton. A földköpenyből eredő anyagfeláramlás hasonló ahhoz, amit Hawaiiánál vagy a Yellowstone-nál láthatunk. A feltevések szerint ez a lávakiáramlás 100 millió éve kezdődött a karibi térség alatt, de időközben, a litoszféralemezek vándorlása miatt délre, illetve nyugatra helyeződött át a Csendes-óceáni térségbe és jelenleg a Galápagos-szigetek alatt, mintegy 900 kilométerrel odébb aktív. Gazel és Class azt próbálják kideríteni, milyen szerepet játszhatott ez a tevékenység a közép-amerikai szárazföldi híd létrehozásában. Az ilyen kőzetek többnyire a tengeraljzaton vannak, itt azonban zömmel a szárazföldön, úgyhogy betekintést engednek a Föld mélyén játszódó folyamatokba.

A köpenyfeláramlás nyomán létrejött kőzeteket a két kutató 2012-ben kezdte vizsgálni a panamai Azuero-félszigeten, mely a Csendes-óceánra nyúlik be. Gazel, aki a szomszédos Costa Ricában nőtt fel, e régiót kutatja, a német Class pedig a földköpeny geokémiáját tanulmányozza. A csekély népességű félsziget nyugati részén nem könnyíti meg a terep a geológus dolgát. A vörös talajjal és buja növényzettel borított meredek domboldalakon nagyon kevés a sziklakibúvás, kőzetmintához jutni jórészt csak a tenger felől lehet, az erózió marta parti szikláknál. A két kutató motorcsónakról, úszva szerezte be a magáét. A kőzetek Panamának ezen a részén elég bonyolult keveréket alkotnak, viszont magukban rejtik a földhíd történetét. Az erősen mállott külsejű mintáról ránézésre meg sem lehet mondani, hogy micsoda, csak miután kalapáccsal feltörik: ez pikrit, egy magmás kőzettípus, mely akkor kristályosodik ki, amikor a köpenyből a magma felfelé nyomul. Általában a tengeraljzaton képződik és csillogó sárgászöld olivinkristályokat tartalmaz, mely jellemzően a köpenyből származik és na-

gyon ritka a felszín közelében képződött kőzetekben.

A geológusok szerint a galápagosi forró folt nagyjából 100 millió éve vált aktívvá, csak akkor még a mostani Közép-Amerika térségében, és valószínűleg már akkor közreműködött egy a két kontinentet összekötő korábbi földhíd kialakításában. A földhíd lehetővé tette, hogy a korabeli állatok és növények vándorolhassanak a két kontinens között. Ezt számos ősmaradvány is bizonyítja. A földhíd azonban valamikor a 65–50 millió év közötti időszakban felbomlott a folytonos szerkezeti mozgások következtében. A köpenycsóva, illetve a forró folt ezt követően nyugat felé vándorolt, a föllette levő Pacifikus-lemez pedig keletre, és a vulkánoosság nyomán elhúzódó szigetlánc, illetve víz alatti vulkáni vonulatok keletkeztek. Ahogy a Pacifikus-lemez kelet felé vándorolt, magával vitte a vulkánmaradványokat a karibi térségbe. E maradványok egy része ma is megvan a panamai földszorosban.

A ma is létező földszoros képződése jóval később, nagyjából 15 millió évvel ezelőtt kezdődött meg, akkoriban természetesen még csak szigetekként. Nagyjából 8 millió éve a kelet felé mozgó vulkáni fennsíkok a felszínre emelkedtek és nekiköztek a náluk sokkal fiatalabb vulkáni szigeteknek. A „hivatalos” geológusi vélemények szerint a földhíd 3,5 millió éve állt össze, vagyis akkoriban záródott össze a szigetlánc, Gazel szerint azonban mindez néhány millió évvel korábban megtörtént. Valójában a földhíd kialakulásával kezdődhetett meg a fajok igazi vándorlása Észak- és Dél-Amerika között. Délről érkeztek többek között a mai észak-amerikai armadillók, oposzumok és néhány nagytermetű, röpképtelen madár ősei, északról pedig szarvas, masztodon, teve, mosómedve és mindenféle rágszáló. Különös (és ismeretlen) okból az északról délre történő invázió jóval sikeresebb volt, mint az ellenkező irányban.

Miközben két kontinens egyesült, két óceán elkülönült egymástól. Megváltoztak a tengeráramlások; korábban az Atlantiból a Csendes-óceán felé tartottak, most viszont a földhíd blokkolta a víz útját. Ekkoriban indult be a Golf-áramlás. Több tengeri faj egészen más evolúciós pályára állt a sekélyebb és melegebb karibi oldalon, mint a mélyebb és hidegebb Csendes-óceáni oldalon. Valószínűleg már akkoriban felléphetett az El Niño jelenség.

A földhidak, még az ideiglenesek is, rendkívül nagy szerepet játszottak bolygónk éghajlatában, a biodiverzitás alakulásában, sőt az emberi történelemben is. Ilyen volt a Beringia földszoros Alaszka és Szibéria között, melyen valószínűleg az első amerikaiak is átkeltek Euráziá-

ból, a Sri Lanka és India között hajdan létezett földhíd, vagy akár az az ideiglenes szárazföld, amely Ausztráliát Ázsiához, vagy a Brit-szigeteket Európa törzséhez kapcsolta.



(2014. április)

A NAGY ZABÁLÁS

Adrian Glover, a Londoni Természettudományi Múzeum zoológusa elpusztult, majd a tengerfenékre süllyedt bálnák további sorsát kutatja – pusztulásuk ugyanis nem a vége, hanem épp ellenkezőleg, a kezdete egy csodálatos történetnek az életről. A mélybe süllyedt gigantikus tengeri óriások ugyanis magukhoz vonzzák a dögevőket. Sok ezren vannak, s mégis néha akár évtizedekre is szükségük van, míg egy tetemet eltakarítanak.

Ilyen tenger alatti „sírásokat” szeretne Adrian Grover vizsgálni, emiatt indult útra a Hawaii Egyetem tengerökológusával, Craig Smith-szel. Eddig többnyire a mélytengerben vizsgáldták, most sekélyebb zónákban is kutatják őket.

Elsősorban arra a kérdésre keresik a választ, hogy néz ki az életvonal, amely a parti zónát a tenger legalsó szintjével összeköti. Nyomon követve néhány dögevő útját ugyanis – a kutatók feltételezése szerint – megfejthető az evolúció alapvető mechanizmusa: hogyan helyezkednek el az élőlények az óceánokban, hogyan hódítanak meg idegen területeket?

Egy elpusztult bálna jelentőségének megértéséhez tudni kell, mennyire feszült az élelemhelyzet az óceánok világában. Vannak élelemben gazdag szintek, ezek a felső rétegek, ide behatol a napfény, itt nőnek növények. Az alatta lévő szintek azonban élelemben nagyon szegények. 200 méteres mélységtől a sötétség az úr, az első km-től pedig a hatalmas kiterjedésű mélytenger következik. A víztömeg az alapszinthez képest akár 1100-szoros nyomással nehezedik az adott szövetre. A hőmérséklet épphogy fagyponthoz közel van, és a magsugár soha nem világítja meg az ott uralkodó sötétséget.

A mélytengeri „alagsor” legtöbb lakója – az első szint lakóival szemben – törpetemetű. Anyagcseréjük alacsony, ritkán jelennek meg nagyobb számban. Otthonuk ugyanis nem más, mint egy ínséges terü-

let. Fény hiányában nincs fotoszintézis, s ennek megfelelően növények sincsenek, hiányzik tehát az állatvilág alapvető ellátása. Egy táplálékforrás létezik, a hulladék, amely folyamatosan csörgedezik lefelé. Az összes óceánra vonatkoztatva az éves mennyiség négyzetkilométerenként fél szelet pirítósnak felel meg.

Smith az első emberek közé tartozik, akik egy elrohadt tengeri kígyó csontjait közelről megvizsgálhatták. 1987-ben egy általa vezetett misszió kutatójaként a kaliforniai partoknál a tengerfenéket térképezték fel, amikor felér koponyacsontok, csigolyák és bordák tűntek fel. Egy 21 méter hosszú kékbálna csontváza, melyről egy megszerzett csontdarab segítségével megállapították, hogy 50 éve hullott el.

Ez az 1240 méteres mélységben talált lelet azonban nem az egyetlen szenzáció. Nagy vénuszragylók százait tudták a maradványokon beazonosítani. Mégpedig olyanokat, melyekkel eddig még csak a mélytenger rendkívüli helyein, hidrotermális kúrtökon láttak. Mivel a lelet megtalálását csupán a véletlennek lehetett köszönni, Smith elhatározta, hogy további kutatásaihoz a víz felületén úszó tetemet saját maga süllyeszti el. Kinyomozta, hogy csak az USA partjainál évente 10–100 szürkebálna sodródik partra. Hivatalok és kollégák riadóztatására Kalifornia, Alaszka és Új-Zéland partjainál talált rájuk, melyeket motorcsónakkal vontattak a nyílt tengerre, aztán hálóba csavarták őket, betonblokkokat vagy vonatkerekeket erősítettek rájuk. Ha nem volt pénzük egész tetemek szállítására, akkor térdig vérben fűrészelték darabokra a tetemeteket, így süllyesztve el őket.

A tengeri emlősökön rákásra talált olyan vénuszragylókat, amelyeket azon a bizonyos első kékbálnán. Ugyanakkor bizonyos fekete kagylókra is bukkant. Ezek ronkoni parti zónák kövein vagy szikláin élnek, bálnák nélkül. Genetikai vizsgálatok azt eredményezték, hogy a fekete kagylók legrégebbi és legeredetibb képviselői a partokon élnek, a valamelyest összetettebbek a bálnatetemeken, és a legfejlettebbek, fejlődéstörténetileg a legfiatalabbak a mélytengerben. Húzható tehát egy vonal a vízfelülettől egészen a legmélyebb mélységig: a kagylók a parttól lemerészkedtek a tenger mélyére.

De hogyan helyezkednek el az élőlények egy olyan világban, melyben látványosan nincsenek határok? Elméletileg a tenger minden szeglete elfoglalható, ám a gigantikus nyomáskülönbségek, a halvány fény és a csökkenő hőmérséklet oda vezetett, hogy az óceánokban az élőhelyek színtspecifikusak. Előfordulnak ugyan tetszőlegesen mozgó kozmopoliták, de a többség hűsége maradt emeletéhez.

Smith véleményét, hogy a bálnatetek az utazó mélytengeri teremtmények hadtápvendéglői, nem osztja minden kollégája, de neki sok érve van mellette: a fekete kagylók mellett az *Osedax*, a zombiféreg. A csontfűrő a csőféreggel van rokonságban, melyek a hidrotermális forrásokon élnek – akár 3 méter hosszúra is megnőhet-

nek, szövetségben szimbiotikus baktérium van, és kénhidrogénből élnek. Genetikai elemzések alapján feltételezhető, hogy ke- reken 40 millió évvel ezelőtt a közös őstől levált egy *Osedax-faj*. Ekkor terjedtek el nagyobb számban a bálnák az óceánban. Ezért fontos modellszervezetei a kutatásnak a különleges féreg és a kagylók.

Az *Osedax* és a kagylók rokonsági viszonyainak genetikai elemzéséhez, elterjedési útjaik feltérképezéséhez, valamint közlekedési hálójuk kibogozásához azonban még mindig hiányzik elegendő adat, elsősorban a sekély zónákból, ami indokolja az adatgyűjtés folytatását.

KÖNYVSZEMLE

Hattyúdal?

„A *Tudományos csillagszóró* valószínűleg a hattyúdalom, de továbbra is lelkes olvasója leszek a tudományos ismeretterjesztő lapoknak.” Ezzel a kommentárral adta át a *Kairosz* Kiadónál megjelent új könyvét *Greguss Ferenc*, a hazai tudományos újságírás „nagy örege”. Több kiadásban is megjelent sikeres könyveit jól ismertük, íme, a leltár: *Eleven találmányok – Beyeretés a bionikába* (Első kiadás 1976), *Élhetetlen feltalálók, halhatatlan találmányok – Két évszázad párhuzamos technikatörténete* (Első kiadás 1985), *Technikai vadmecum – Ismerkedés a műszaki műszavakkal* (1996).

Új könyvét átvéve arra kértük, addig is, amíg elolvassuk, írja meg nekünk, hogyan tekint vissza tudományos újságírói pályájára. A hattyúdálról pedig ne beszéljünk, nem ismerjük a jövőt.

Rövidesen megérkezett *Greguss Ferenc* közvetlen hangú visszaemlékezése:

„Szinte megerdemelt a levegő, amikor 1958-ban az érettségi banketten bejelenttem, hogy én, a reálosztály legnagyobb részével ellentétben, nem a Budapesti Műszaki Egyetemen tanulok tovább, hanem az Ezeremester szerkesztőségében kezdek dolgozni újságíró gyakornokként. Micsoda szármalmas karrier – gondolhatták többen.

De hát engem annyi minden más is érdekelt. Életem első, nyomtatásban megjelent barkácsleírását 14 éves koromban készítettem el az általam szerkesztett *Hőlégsugaras harangozóról*, amelyet meleg kályhára állítva lehetett mozgásba hozni. Noha barkácscikkeimet továbbra is írtam saját alkotásaimról, kiderült, hogy tizennyolc évesen voltaképpen a Népszere Technika folyóirat munkatársa lettem. Ugyanakkor csak 1960-ban írtam meg életem első ismeretterjesztő cikkét a szárnyashajókról. Azóta folyóiratok vastkos évfolyamai, filmtekercsek százai és angolból fordított természettudományos ismeretterjesztő könyvek tucatjai őrzik munkám nyomait.

A világra nyitott kíváncsiságomat rendületlenül megőriztem, de közben gépészmérnöki oklevelet is szereztem, hogy

legyen egy „tiszteletes foglalkozásom” a tudományos ismeretterjesztő újságírás mellett.

Ha manapság megkérdezik, mi a foglalkozásom, nem azt mondom, hogy nyugdíjas, hanem azt: „tudományos ismeretterjesztő újságíró”. Hiszen az újságírás révén bepillanthattam a természettudomány és a technika számos ágába. És ha már rengeteg érdekességgel találkozhattam, ezeket az ismereteket mind meg akartam osztani egy-egy folyóirat vagy könyv szélesebb olvasótáborával, illetve a Delta vagy a Spektrum nézőközönségével.

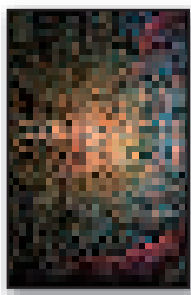
Ennek a szakmának ugyanis az egyik érdekessége Egon Erwin Kischnek, a száguldó riporternak a megfogalmazása szerint az, hogy ha az újságíró beül egy könyvtárba, egy óra alatt tájékozottabbá válhat egy témakörben, mint az átlagolvasó. A tudományos újságírásban azért ennél jóval nagyobb tudásra van szükség – mondjuk, évekre.

Ma úgy érzem, hogy tizennyolc évesen nem foglalkozást választottam, hanem hivatást.”

S hogy végül a csillagszóróról is szót ejtsünk: a könyvben „összesen száznegyven ismertetés sorakozik, a fizikától a pszichológiáig, különféle ötletek, kísérletek, felfedezések és találmányok. Ezen kívül csaknem hétszáz meghökkenítő információ található egy-egy mondatba sűrítve, valamint a beszámolók és az adatok között felbukkannak kevésbé köztudott történelmi, irodalmi, kultúrtörténeti és egyéb csemegék is.”

Valóban, a csillagszórót idézve szét-szóródó az a sok színes információ, melyeket e könyv összefog. Olvassuk hát érdeklődve a híradások kavalkádját – néhol elámulva, és néhol illő kételkedéssel.

(*Greguss Ferenc: Tudományos Csillagszóró. Kairosz Könyvkiadó, 2013*)



E számunk szerzői

DR. ABONYI IVÁN fizikus, kandidátus, Budapest; DR. BARABÁS BÉLA matematikus, ny. egyetemi docens, BME, Budapest; DR. BOTH ELŐD csillagász, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója, Budapest; DR. CSABA GYÖRGY professor emeritus, SOTE, Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest; DR. FÜLÖP OTTILIA matematikus, egyetemi adjunktus, BME, Budapest; DR. JORDÁN FERENC ökológus, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet, Tihany; JUHÁSZ PÉTER PhD, BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék, Vásárhelyi Pál Doktori Iskola, Budapest; K. SZÜCS FERENC, a Slippery Rock University of Pennsylvania ny. professzora, USA; LUKÁCSI BÉLA tudományos újságíró, Budapest; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; MEZŐ SZILVESZTER muzeológus, Déri Múzeum, Debrecen; DR. MOLNÁR V. ATTILA biológus, Debreceni Egyetem, Növénytan Tanszék, Debrecen; PÁTKAI ZSOLT meteorológus, OMSZ, Budapest; REZSABEK NÁNDOR, az Albireo Amatőrcsillagász Klub elnöke, csillagászat-történeti szakíró, Budapest; DR. SZÁSZ DOMOKOS matematikus, akadémikus, az MTA alelnöke, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár.

Szeptemberi számunkból

Németh Kinga-Gócza Elen: Valóban összejtek az embrionális összejtek?

Farkas Anna: Nagyvárosi szitakötők
Németh Károly: Szaúd-Arábia, a vulkánparadicsom

Babinszki Edit: A tokaji Nagy-Kopasz
Hollósy Ferenc: DNS átrendeződés-gyermekkori agydaganat

Kapitány Katalin: Biomolekuláris nanotechnológia. Beszélgetés Vonderviszt Ferenc biofizikussal

Wesztergom Viktorné: Simonyi Károly Emlékülés Sopronban