

230 GENERÁCIÓN ÁT MEGŐRZÖTT VULKÁNI EMLÉKEK

Az Ausztrália északkeleti részén élő *Gugu Badhun* bennszülött nép szájhagyományában fennmaradt történetei közt szerepel egy igen érdekes legenda. Egykor egy varázsló gödröt csinált a földre, eztán a levegőt sűrű por töltötte be, az emberek nem láttak a portól és eltévedtek, meghaltak, majd pedig a folyóvölgyekben tűz folyt végig. Ezek alapján könnyen elképzelhetünk egy, a népcsoport hajdani tagjai által átélte vulkánkitörést, s a rémisztő történet generációk sokaságán át – számos, más geológiai esemény emlékéhez hasonlóan – öröklődött tovább.

De mikor lehetett ez a kitörés? Ausztrália nem az aktív vulkánjairól híres, azonban Queensland északkeleti vidékén, ahol e népcsoport is él, számos egykori vulkánkitörés jól megőrzött nyoma látható. A vulkanizmus itt nem az égbe nyúló kúpokról szólt, de mintegy 400, a lapályból épp csak kiemelkedő egykori tűzhányó található e helyen. Itt vannak azonban a világ leghosszabb ismert lávafolyásai: a rekorder az Undara-ból kiinduló 160 km-es, amelynek kb. 100 km hosszú szakasza egykor lávaalagút is volt, mára csak kisebb részei maradtak épen – ez ma nemzeti park.

Egy másik közeli vulkán, a Kinrara kitörését meséli el az őslakos legenda. A kitörés korát argonizotópos vizsgálattal állapították meg, és 7000 (+/- 2000) évvel ezelőtti időszakot kaptak. A vulkán csupán 30 méterrel emelkedik ki a környezetéből, robbanásos tevékenység törmelékeinek és lávafolyásoknak a rétegeiből áll, de lávaszökőkút is formálta. A központi kráterének átmérője 300–400 m, a kúrtól kb. 80 m mély, még az egykori látató szintváltozásainak a nyomait is megőrizte. A kiinduló lávafolyásokban (a leghosszabb 55 km) itt is vannak lávaalagutak, és a lávafolyások jelentős része egykori patak- és folyómedrekben húzódik, az igen kis lejtés miatt ez volt a „könnyű út”. A legendák lángoló folyóvölgye egy ilyen, vízmosásban lecsorgó lávaárról tanulmányozhat. A queenslandi vulkánkitörések korát még sok esetben nem határozták meg – a meglévő adatok szerint az elmúlt évmilliók alatt 10–20 ezer évente volt új kitörés, így egy lehetséges jövőbeni esemény miatt fontos volna alaposabban vizsgálni a múltat.

(*Quaternary Geochronology*,
2017. április)

KEVESEBB SÖTÉT ANYAG LEHET A FIATAL GALAXISOKBAN?

Hat fiatal galaxis vizsgálatából arra következtetnek, hogy ezekben a vártnál kevesbé érvényesül a sötét anyag hatása.

Közel fél évszázada az Androméda-köd forgására vonatkozó mérések szolgáltatták az első bizonyítékot a sötét anyag létezésére. A galaxis középpontja körül keringő gázfelhők közül 67-nek nagyon pontosan megmérték a sebességét, és azt kapták, hogy a magtól 15 000 fényévnél távolabb sem csökken a keringési sebesség a várt mértékben, a felhők ott is majdnem olyan gyorsan keringtek, mint a mag közelében, ami a láthatatlan anyag gravitációs hatására utalt. Később a sötét anyag létezését más, például a galaxishalmazok galaxisainak mozgására vonatkozó mérésekkel is alátámasztották. A megfigyelések alapján úgy tűnt, hogy a galaxisok, de még a galaxishalmazok is a sötét anyag nagy tömegű halóiba ágyazódnak bele, amely halo már akkor is létezett, amikor a galaxis csillagai még nem világítottak.

Most a *Max Planck Intézet* (Németország) csillagászai hasonló méréseket végeztek távoli galaxisokra, de eltérő eredményt kaptak. Több száz távoli (az ősrobbanás utáni 2,5–8 milliárd évvel volt állapotukat mutató), a Jéjtrendszerhez hasonló galaxist vizsgáltak meg, amelyekben évente 50–200 naptömeg anyag alakult csillagokká, ami abban az időben átlagosnak mondható. Ők is a hidrogénfelhők mozgását vizsgálták, és megállapították, hogy hat fényes és nagy galaxisnál a magtól távolabbi felhők sebessége annak megfelelően kisebb, mintha a vártnál kevesebb a sötét anyag lenne jelen. Ugyanezt tapasztalták további 97 halványabb galaxisra vonatkozó méréseik átlaga esetében is.

Mindamellert az eredmény inkább a galaxisok fejlődésére vonatkozik, mintsem a sötét anyag természetére. Lehetséges magyarázatként egyesek felvetették, hogy ezekben a galaxisokban még folyik a sötét anyagból álló halo növekedése. Ez azonban alapvetően megváltoztatná a galaxisok fejlődéséről alkotott eddigi képet, mert aszerint a halo hamarabb jön létre, és csak utána kezd összegyűlni a gáz, majd a csillagok. Másik lehetőség, hogy ezek a galaxisok fejlődésük rendkívüli szakaszában járnak, amikor a csillagkeletkezés a legintenzívebb. Emiatt csak a galaxisok belső vidékét figyeljük meg, vagyis csak azt a részüket látjuk, ahol a közönséges anyag hatása az uralkodó, a sötét anyag dominálta külsőbb részeket nem látjuk.

(www.skyandtelescope.com,
2017. március 15.)

BUSZMÉRETŰ TENGERI HÜLLŐ

A Plesiosaurusok a legváltozatosabb ragadozó tengeri hüllőcsoportot alkották a dinoszauruszok korában. Több mint 135

millió éven keresztül fordulnak elő az ősmaradvány-anyagban. Szokatlanul megnyúlt testük volt nagyon változó hosszúságú nyakkal, négy nagy uszonnal, és masszív törzssel. A Pliosaurusok specializált Plesiosaurusok voltak és az óceánok csúcsragadozóiként uralták a tengeri környezeteket. Jellemző rájuk a nagyméretű, 2 méteres koponya, óriási fogakkal, és nagyon erőteljes állkapcsokkal.

Egy nemzetközi kutatócsoport most egy rendkívül szokatlan, és kivételesen jó megtartású új fajt publikált Oroszországi kréta időszaki (130 millió éves) rétegei-



Fantáziakép a *Luskhan itilensis*ről

ből (*Luskhan itilensis*). A maradványt még 2002 őszén találták a Volga folyó partján. A koponya 1,5 m hosszú volt, amihez egy rendkívül vékony rostrum kapcsolódott, ami miatt a haldévi vízi állatokra emlékeztetett a megjelenése (pl. gaviálra, vagy folyami delfinre). Ez a lelet arra utal, hogy a Pliosaurusok jóval változatosabb ökológiai fülkéket foglaltak el, mint eddig gondolták. Megállapították, hogy számos esetben fordult elő konvergencia a Plesiosaurusok evolúciója során. A jura végi kihalási eseményt még sikerült átvészelnük a Pliosaurusoknak, de a következő kihalási hullám eltüntette őket, több tízmillió évvel a dinoszauruszok kihalása előtt.

(*Current Biology*, 2017. május 25.)

GYORS ÁRAMLÁS FEKETE LYUKAK KÖRÜL

A csillagászok már egy ideje gyanították, hogy a galaxisok közepén található szupernagy tömegű fekete lyukak környezetéből ultragyors plazmaáramlások indulnak ki, a fénysebesség 10–20%-ával. Legújabb brit csillagászoknak (*Michael Parker* és munkatársai, Cambridge-i Egyetem) sikerült igazolni a jelenség létezését. A plazmaáram a fekete lyukat körülvevő és azt tápláló gázkorongból indul ki, de olyan ritka, hogy közvetlenül kimutathatatlan. A fekete lyuk eseményhorizontja közeléből kiinduló röntgenfotonok azonban áthaladnak a plazmaáramon, annak anyagát ionizálják, így a plazmaáramot alkotó gáz a röntgenspektrum alapján kimutatható.

Parker és munkatársai az Európai Űrügynökség (ESA) XMM–Newton röntgen-távcsöve két műszerével az IRAS 13224–3809 galaxis középpontjában lévő fekete lyuk környezetét vizsgálták. A különböző energiatarományban dolgozó detektorokkal felvett spektrumok mindegyikében a színekvonalak ugyanakkora kékeltolódást mutattak, ennek mértékéből arra következtettek, hogy a plazmaáram anyaga a fénysebesség 23,6%-ával távolodik a fekete lyuktól. A bizonyíték súlyát növeli, hogy a forrást öt éven keresztül rendszeresen megfigyelték.

A fekete lyuk közelében lévő, fénylő gáz intenzitása gyors és jelentős változásokat mutat. Azt is megállapították, hogy amikor a röntgenfényesség erős, akkor a kiáramlásra utaló spektroszkópiai jelek elhalványodnak, akár több órára is. Feltételezik, hogy amikor a fekete lyukat tápláló gáz röntgensugárzása erősebb, akkor ez felforrósítja és ionizálja a kiáramló plazmát, de ha a sugárzás olyan erős, hogy a ritka plazmalyalóbot teljesen ionizálja, akkor telítődés lép fel, így az áramlásra utaló jelek a röntgenspektrumban meggyengülnek. Az áramlás tulajdonságai gyorsan reagálnak a röntgenfényesség változásaira, amiből arra következtetnek, hogy az ultragyors plazmalyalóbot a röntgensugárzás forrásának közeléből indul ki, ami viszont nagyon közel van a fekete lyukhoz. Durva becslés szerint a plazmaáramlás forrása csak néhány csillagászati egységre lehet az egymillió naptömegű fekete lyuktól. A kutatók remélik, hogy a jövő űrtávcsöveivel azt is vizsgálni tudják, milyen kapcsolat van a gyors plazmalyalóbotok és a galaxisok kialakulása között.

(www.skyandtelescope.com, 2017. március 14.)

AZ UTOLSÓ AFRIKAI DINOSZAUROSZ?

A 66 millió évvel ezelőtt lerakódott foszfátos üledékeket hatalmas bányákban termelik Marokkóban. Az egyik legutolsó afrikai dinoszaurusz maradványait fedezték most fel az egyik foszfátbányában. A lelet nemcsak marokkói ritkaság; egész Afrikában nagyon kevés a késő-kréta dinoszauruszlelet. Így a kutatók viszonylag keveset tudnak arról, hogy milyenek voltak a dinoszauruszok Afrikában, közvetlenül a hatalmas aszteroida becsapódása előtt. A korábbi eredmények azt mutatták, hogy a Gondwana szuperkontinensnek a kréta időszak közepén bekövetkezett széttöredezése után egy elkülönült dinoszaurusz-fauna fejlődött ki Afrikában.

Az Abelisuriák a Tyrannosauriákhoz hasonlóan két lábon járó ragadozók voltak, de rövidebb és töpább pófával, és még kisebb karokkal. Míg a Tyrannosauriák az észak-amerikai és ázsiai területeket uralták, az

Abelisuriák Afrikában, Dél-Amerikában, Indiában és Európában voltak a csúcragadozók. A Chenisaurus barbaricus névre keresztelt marokkói állat fogai erősen kopottak voltak, jelezve, hogy az állat gyakran ropogtatott velük csontokat. A részben tollas T. rexszel ellentétben a Chenisaurusnak kizárólag pikkelyek borították a testét. További különbség, hogy az agya kisebb, az arca pedig rövidebb volt.

(Cretaceous Research, 2017. május)

FÉLRELOKÓTT ÓRIÁS FEKETE LYUK

Az Űrtávcső Tudományos Intézet és a Johns Hopkins Egyetem csillagásza a 3C 186 jelű kvazárban olyan szupernagy tömegű fekete lyukat találtak, amelyik nem a galaxis középpontjában helyezkedik el, mint ahogy az minden más, megfigyelt esetben tapasztalható. Feltételezik, hogy mintegy egymillió évvel ezelőtt két galaxis összeütközött és egyesült, a középpontjaiban lévő szupernagy fekete lyukak pedig egymás körül kezdtek keringeni. Mintegy 5 millió évvel ezelőtt a két fekete lyuk is összeolvadt. A folyamat során a rendszer egyre intenzívebben gravitációs hullámokat sugárzott ki. Ez a sugárzás adta meg az egyesülés eredményeképpen létrejövő, körülbelül 3 milliárd naptömegű fekete lyuknak azt a lökést, amely miatt az több millió km/óra sebességgel odébb löködött az egyesült galaxis középpontjából. A lökést az okozza, hogy a két fekete lyuk tömege különböző volt, ezért a rendszer a gravitációs hullámokat aszimmetrikusan sugározza ki.

A kvazár fénylését legnagyobbbrészt a közepén található fekete lyukba zuhanó, és eközben felforrósodó anyag sugárzása teszi ki. A Hubble-űrtávcsövel azonban meg tudták figyelni a kvazár körüli galaxist, így állapították meg, hogy a kvazár a galaxis középpontjától 1,3 ivmásodperccel eltolódva helyezkedik el. A 8 milliárd fényév távolságban lévő objektum esetében ez az 1,3 ivmásodperc 35 000 fényév térbeli távolságnak felel meg, ami több a Naprendszer távolságánál a Tejútrendszer középpontjától (utóbbi „csak” 26 000 fényév). Spektroszkópiai úton azt is meghatározták, hogy a fekete lyuk az öt körülvevő gázzal együtt 2140 km/s sebességgel távolodik a galaxis központjától. A két körülmény együttes fellépéséből következett a fekete lyukak egyesülésére. (Korábban is megfigyelték már excentrikus helyzetű kvazárt, mint ahogy extrém nagy sebességű objektumokat is, de a két jelenséget egyazon égitestnél még nem.) Ugyanakkor a bizonyítékot még nem tekintik peröntőnek, további megfigyelésekkel kell kizárni például annak a lehetőségét, hogy a kvazár egy távolabbi, halványabb galaxisban van, amelyet eltakar egy közelebbi galaxis, utóbbin keresztül vi-

szont átjön a kvazár fénye. Emellett annak magyarázata is komoly fejtörést okoz a csillagászoknak, pontosan hogyan játszódik le a fekete lyukak egyesülése. Elsősorban arra kellene magyarázatot találni, hogy ez egyesülő galaxisok magjaiban lévő fekete lyukak mitől kerülnek olyan közel egymáshoz, hogy végül a gravitációs hullámok annyi energiát vigyenek el a rendszerből, ami az összeolvadásukhoz vezet.

(www.skyandtelescope.com, 2017. április 6.)

JÓVAL KORÁBBAN IS ÉLHETETT EMBER ÉSZAK-AMERIKÁBAN

Egy San Diego-i jégkorszaki lelőhelyen 130 000 éves masztodoncsontokat és -fogakat találtak, melyeken a korai ember által ejtett nyomokat azonosították. Az új adatok elemzése hatalmas mértékben megváltoztathatja az első ember Amerikába érkezéséről alkotott elméletet. A sokszor élesen eltört csontokat, agyarakat és őrlőfogakat mélyen eltemetve, hatalmas kövek mellett fedezték fel, melyek a szakértők szerint kalapácsként és üllöként szolgálhattak. A lelőhelyen talált bizonyítékok arra utalnak, hogy egyes hominin fajok 115 000 évvel korábban már éltek Észak-Amerikában, mint ahogyan ezt korábban feltételezték.

Felmerül a kérdés, hogy a korai emberek hogyan érkeztek ide, és kik voltak ők valójában. A régészek által eddig általános elfogadott legrégebbi emberi lelőhely Észak-Amerikában 14 000 éves. A Cerutti őslénylelőhelyről származó maradványokat azonban egy sokkal korábban, még jóval az ember Amerikába érkezése előtt lerakódott finom homokrétegbe beágyazva találták. A lelőhelyet 1992-ben fedezték fel. Azóta vezető kutatók próbálták meghatározni a leletek pontos korát, és kiértékelni a csontok és kövek mikroszkopikus sérüléseit, melyeket a szerzők egyértelműen emberi tevékenység jeleként határoztak meg. A kormeghatározó módszerek fejlődésével 2014-ben sikerült megállapítani, hogy a kőszerszámokkal pontosan mért ütésekkel frissen feltört masztodoncsontok 130 000 évesek. A csontokon és jó néhány fagon világosan látszik, hogy kellő kézügyességgel és tapasztalati tudással rendelkező emberek szándékosan törték el. Hasonló törési mintázatot figyeltek meg a kansasi és a nebraskai mamutmaradványokon is, melyeknél a geológiai erők hatása és a ragadozók támadása kizárható.

(sciencedaily.com, 2017. április 26.)

TÉRKÉPEZŐ MŰONOK

A világűrben érkező nagyenergiás részecskék – a kozmikus sugarak – a légkörünkbe érkezve ütköznek a légköri részecskék-

kel, s az ütközés során műonok születnek. A műon azután a kozmikus sugár eredeti beérkezési irányát tartva továbbszágul a Föld felé, és számos anyagon áthalad a felszínt elérve. Ezt az áthaladási képességét kihasználva már egy ideje alkalmaznak különféle műondetektorokat pl. építőmérnöki, vulkanológiai vizsgálatokhoz, mivel az áthaladást követően a detektorra érkező műon információkat ad arról a közegről, amelyet átszelt. Most egy egészen egyszerű, de speciális műondetektort fejlesztettek ki japán kutatók, a detektor tesztelését az alpesi Aletsch-gleccser alatt húzódó Jungfrau vasúti alagútban folytatták le.

Miként is néz ki egy gleccser alatti kőzetfelszín, hogyan erodálja ezt a gleccser? A felmelegedésnek milyen hatása van az olvadó gleccser alatti kőzetre? Ilyen információkat



Az Aletsch-gleccser

eddig számos mérési módszerrel ki lehetett nyerni, ám minden módszernek van valamilyen hiányossága. A műondetektoros módszerrel azonban teljes képet kapnak a jégretteg alatti kőzetről.

Az új detektor egy fotóemulziós réteggel ellátott, igen egyszerű eszköz, s csupán a helyszíni kihelyezés és visszagyűjtés idején igényel bármilyen emberi beavatkozást a működése, nem szükséges hozzá áramforrás sem, így igen sok helyszínen használható lesz.

Az alagútba kihelyezett eszközök 47 napon át gyűjtötték a beérkező műonok nyomait, mintegy 4000 m² területen. A kapott eredmények alapján kirajzolódott a gleccser alatti sziklaalagút 3D-s térképe, s kiderült, hogy milyen sors vár a gleccseren elhelyezkedő építményekre. Az adatokból olyan tényezők is világossá váltak, amik a felszínen lévő építmények sorsát érintik: a gleccser olvadásával lazuló aljkőzetben gyakoribbá válnak a sziklaomlások, s ezek veszélyeztetik az építményeket, illetve magát az alagutat is. Ez volt az első alkalom, hogy egy gleccsere műondetektortal tudtak vizsgálni, ám a jövőben hasonló mérésekre másutt is lehetőségek lesz majd.

(*Geophysical Research Letters*,
2017. május 23.)

A JÖVŐ KOCKÁJA

Apró birodalomban, gyakorlatilag egy furnérből épült boksban él *Elías Rafiqi*, leendő gépészmérnök. A bejáratától az ablakig alig kell három lépést megtennie. Jobbra, egy tolóajtó mögött van a minifürdő, balra, csípőmagasságban egy ágy, alatta fiókok – ruhászekrény helyett. Az ágyból kihúzható egy íróasztal, bár Rafiqi szívesebben tanul a ház központjában, az úgynevezett „piactér”.

Rafiqin kívül még tíz egyetemista lakik a házban, s céljuk nem más, mint a „Cubity” tesztelése. A „Cubity” egy ideiglenes, hely- és energiatakarékos otthon. A Darmstadti Műegyetem hallgatói 2014-ben professzoruk, *Anett-Maud Joppien* vezetésével tervezték egy építészeti versenyre, majd 2016-ban építették fel Frankfurt-Niederradban.

A „Cubity” alapterülete 16x16 méter, tartószerkezete fából van, külső burkolata fényáteresztő. Belül 12 „lakás”, bokszt található, kettesével egymás fölött, a már említett „piactér” körül. A ház bejáratától jobbra van a műszaki torony, vele szemben a konyha, föllette az első emeleten a társalgó. Kívül van terasz, a konyha mellett pedig ha nem is a legkényelmesebb, de mindenképp a ház legkedveltebb helye, a „piactér”.

A „Cubity”-konceptióhoz hozzátartozik, hogy a háznak több áramot kell termelnie, mint amennyit felhasznál. Ezt a tetőn lévő napelemek és egy éghajlati modell teszi lehetővé. Míg a boksok hőmérséklete egyedileg szabályozható, a közösségi területek közül csak a piacteret és a konyhát fűtik. Érzékelők mérik a levegő minőségét, s annak megfelelően nyitják-cukják az oldalablakokat.

A „Cubity”-nak számos előnye van: kedvező a bérleti díja (250 euró), maga a ház szükség szerint lebontható és máshol felépíthető, és nem hagy hátra ökológiai láb-



A Cubity (Thomas Ott felvétele)

nyomot. Nem betonra építik, hanem két méter mélyen a földbe ágyazott csavarokra. A ház lebontásakor a csavarokat egyszerűen kihúzzák a földből és betemetik a lyukat.

Németországban egy ember átlagosan 46,5 m² lakóterületet igényel, ennek a méretnek megfelelő fűtési szükséglettel. Ez a világon a lakóterület-igénnyel szem-

ben rendkívül aránytalan, állapította meg Joppien professzorasszony, aki igencsak meglepődött tanítványai életstílusukkal szembeni önkritikáját hallva. Hogy a szóban forgó prototípus beválik-e, azt egy energetikai és szociális ellenőrzés fogja bizonyítani vagy cáfolni.

Rafiqi még egyetlen forró nyarat sem töltött a „Cubity”-ben, de azt már most meg tudja fogalmazni, hogy milyen lakni minimális saját, ezzel szemben nagy közösségi térrel rendelkező házban: „Hihetetlen, de nagyon jól működik.”

(*National Geographic Deutschland*,
2017. március)

SARKVIDÉKI TAVAK METÁNFELÁRAMLÁSSAL

Több mint 200 olyan tavat fedeztek fel a siberiai sarkvidéken, a Jamal- és a Gidan-félszigeten, amikben metánfeláramlás nyomai láthatóak – még az ürfelvételeken is. E termokarstos tavak közös vonása, hogy a fenekükön apró mélyedések, kráterek vannak, ezeken szivárog fel a metán. A kutatók szerint egész évben áramlik a gáz a tófenékről ezeken a helyeken, még a fagyponthoz közeli hőmérsékletű időszakban is. A nagyszámú ilyen tó azonosítása 2015–16-ban született részletgazdag műholdfelvételek segítségével történt. A metán kétféle forrásból eredhet: vagy biológiai úton képződik az olvadó permafrosztban élő mikroorganizmusok hatására, vagy a mélyben lévő szénhidrogénmezőkből szivárog felfelé.

Távérzékeléssel jól elkülöníthetőek a tavak a jellegzetes zöldeskék színük, a fenekükön látszó, szeplőszerűen megjelenő kráterek, a téli jégtakarójukon is látszó gázfeláramlások foltjai, illetve a part eróziója, és a partközeli helyeken felbukkanó kiemelkedések, a pingók alapján. A tavak színe a bennük élő algáknak köszönhető, az algák pedig a mélyben lévő földgáztelepekből szivárgó kén hatására szaporodnak el. A felfedezett, gázt szivárogtató tavak nagyrészt a szénhidrogén-lelőhelyek környékén találhatóak, ráadásul az elhelyezkedésük alapján gyanús, hogy köthetőek a mélybeli törésvonalakhoz is, ám ezt a lehetséges összefüggést még majd ellenőrizni kell szeizmikus mérésekkel. A permafroszt jelenségeit kutató tudósok a már ismert gázkötőrésekből eredő krátereket, a környező pingókat is folyamatosan figyelik, és az elkövetkező nyári kutatási szezonban közelebből is megvizsgálják majd őket, és kiderítik, mely pingók lehetnek gázzal telítettek, s így veszélyesek. A kutatási szezon fő célja a tavalyi, szokatlanul meleg nyár által hagyott változások felmérése az olvadó permafroszt területén.

(*The Siberian Times*, 2017. március 23.)