

kult ki Olaszország térségében, amely Szlovénián keresztül Nyugat-Magyarország fölé vonult át az esti órákban, klasszikus délnyugati instabilitási vonalként. A Kárpát-medencét a front előtti igen száraz levegő töltötte ki, ezért a zivatarok keltette kifutószél nagymértékben felerősödött, és nagy területen pusztított. A Nyugat-Dunántúlon több mérőállomáson 90 km/h feletti értéket regisztráltak, 6 mérőhelyen pedig még a 100 km/h-t is meghaladta a szél erőssége, sőt Sopronban 137 km/h volt a csúcserték (2. ábra). Nem csoda tehát, hogy számos fakidülés akadályozta a közúti és vasúti közlekedést, jelentős áramkimaradások is voltak. A hidegfront 13-ára virradóan vonult át hazánk felett. A csapadéközóna déli irányból érkezett, ami viszonylag ritka. Elsősorban az Alföld keleti részében alakultak ki zivatarok. A Beregi-Tiszahát és a Szamosköz térségét több hullámban érintették a konvektív góccok: Mílotán 49, Tuzséron 53, Záhonyban 55, Lónyán 77, sőt Tarján 80 mm esett; ez utóbbi adat augusztus legmagasabb 24 órás csapadékösszege.

A hónapban még két hóhullám alakult ki, de ezek már nem produkáltak 40 fok közeli hőmérsékletet. Az egyik hőségperiódus augusztus 16–19., míg a másik augusztus 25–28. között volt. Az elsőt az augusztus 19-én este érkező hidegfront zárta le, amely elsősorban a főváros tágabb térségében okozott 20–40 mm csapadékot. A második hóhullámot követő hidegfront átvonulása viszont csak néhány helyen járt jelentéktelen mennyiségű csapadékkal. A két hóhullám közötti időszakban, augusztus 24-én hideg volt az éjszaka. Zabarban csupán 2,6 °C-ot mértek, amely új napi rekord.

A több kisebb-nagyobb hóhullám eredményeként az augusztus 1–3 fokkal volt melegebb az éghajlati átlagnál. A legnagyobb pozitív anomália a Dél-Alföldön, míg a legkisebb az Északi-középhegységben mutatkozott. A csapadékot tekintve a Dél-Alföldön és a Dunántúlon voltak olyan helyek, ahol a klímaátlagnak csupán 30–50%-a hullott, ugyanakkor a főváros térségében, a Tisza és a Körösök vidékén néhol a sokévi átlagnak a másfélszeresét mérték.

Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy a nyár országos átlaghőmérséklete 1,7 °C-kal haladta meg az 1981–2010. időszak átlagát. A háromhavi csapadékmennyiség 165 mm körülinek adódott, amely a sokévi átlag mintegy 83%-a. Változatosan alakult az évszak időjárása, hiszen némely területeken jelentős csapadékhiány, másutt viszont számottevő csapadékbőség mutatkozott. A heves zivatarok sem kímélték a Kárpát-medencét, hiszen számos esetben fordult elő heves szélökés, jégeső, illetve felhőszakadás.

A MARS TRÓJAI KÍSÉRŐI

Trójai kísérőknek azokat az apróbb égitesteket nevezzük, amelyek egy nagyobb égitesttel azonos pályán, de a nagyobb testet 60 fokkal megelőzve, vagy attól ugyanennyivel lemaradva keringenek. Legismertebbek a Jupiter „előtt” és „mögött” keringő trójai kisbolygók, de több más bolygóhoz, sőt a Szaturnusz holdjaihoz kötődő trójai objektumokat is felfedeztek már. A Mars esetében eddig kilenc, többségében a bolygó mögött keringő trójai égitestet fedeztek fel. Érdekes kérdés, honnan erednek ezek az égitestek. Kézenfekvő lenne a magyarázat, hogy a Mars pályáján túli fő kisbolygóövből fogott be néhány apró égitestet, a Mars kis tömege miatt azonban ez a magyarázat nem túl meggyőző. Legújabbban egy nemzetközi csillagászcsoport azt a feltevést publikálta, mely szerint ezeknek a trójaiaknak a forrása maga a Mars. A feltevéstük alátámasztó megfigyeléseket a NASA Mauna Kea obszervatóriumában (Hawaii) működő infravörös távcsövével végezték. A Mars két trójai kísérője, a (311999) 2007 NS₂ és a (385250) 2001 DH₄₇ esetében a felszínükről visszaverődő fény színképében az 1 mikrométer hullámhossz környékén az olivin jelenléte utaló, széles abszorpciós sávot találtak (a mérés nehézségére jellemző, hogy mindkét égitest átmérőjét 1 km-nél kisebbnek becsülik). Márpedig az olivin a kisbolygókban nagyon ritka (a fő kisbolygóöbbe tartozó égitestek csupán 0,4%-ára jellemző az olivin előfordulása), a Mars kérgében viszont gyakori, amint azt a marsi meteoritok vizsgálatán kívül a Mars felszínén és a bolygó körül dolgozó űreszközök méréseiből tudjuk. A Mars trójai kísérőinek prototípusa az 1990-ben felfedezett, becslések szerint csak egymilliárd éves (5261) Eureka kisbolygó, amely ugyancsak bőségesen tartalmaz olivint (a Mars kilenc ismert trójai kísérője közül az Eurekaival együtt hét ugyanabba, a Marsot követő csoportba tartozik).

Az olivin vasat, illetve magnéziumot tartalmazó szilikátásvány, amely a köpenyt alkotó kőzetekben gyakori, de az égitestek felszínén viszonylag könnyen átalakul más ásványokká. A Földön kívül eddig a Holdon, a Marson és a Vesta kisbolygó Rheasilvia régiójában mutatták ki az olivin jelenlétét. Elképzelhető tehát, hogy a Mars trójai kísérői valóban a Marsról erednek, azonban a szerzők arra is rámutatnak, hogy ha ez így van, akkor az égitesteknek hányatott sorsuk lehetett. Egy-egy becsapódás kiboríhatta ugyan az anyagukat, de ahhoz, hogy a trójaiakra jellemző pályára kerüljenek, jelentősen meg kellett változnia keringésük energiájának, amit akár magának a Marsnak a pályaváltozása is előidézhethet.

(www.skyandtelescope.com,
2017. július 25.)

HARAPÁSUK EREJE BUKTATTA LE A DÍNÓÉVŐ BÉKÁKAT

A 68 millió évvel ezelőtt Madagaszkáron élt nagyméretű, Beelzebufo nevű béka képes lehetett a kisebb méretű dinoszauruszok elfogyasztására is. A következtetés a ma élő, dél-amerikai szarvasbékák (Ceratophrys) tanulmányozása alapján született. Ez volt az első alkalom, hogy a békák harapási erejét vizsgálták. A szarvasbékák vonzó színezetűnek, falánk étvágyuknak és komikusan nagy fejüknek köszönhetően nagyon népszerűek a háziállat-kereskedelemben.

Az erőteljes állkapcsaik alapvető szerepet játszanak a préda elkapásában. A nemzetközi kutatócsoport azt találta, hogy a saját méretüket is elérő prédára vadászó mai szarvasbékák harapási ereje az emlős ragadozókéval vetekszik. A kísérletek alapján a dél-amerikai trópusi és szubtrópusi terü-



Fantáziarajz a Beelzebuforól

leteken élő, 10 cm széles fejú békák harapási ereje megközelíti az 500 newtonot. A szarvasbékákhoz számos tulajdonságban nagyon hasonló Beelzebufoinak a méretei alapján 2200 N-os harapása lehetett, ami megfelel a farkasok, vagy a nőstény tigrisek harapási erejének. Ez már elegendő volt arra, hogy elkapják a kisebb méretű, vagy fiatal dinoszauruszpéldányokat is.

(Scientific Reports, 2017. szeptember)

GYENGÜL-E A NAPTEVÉKENYSÉG?

Egyes kutatók szerint igen, bár mások ezt határozottan kétségbe vonják. Mindenesetre egyes kutatók szerint a Nap felszínén (a fotoszférában, ahol a napfoltokat is megfigyelhetjük) 23 évvel ezelőtt jelentős változás történhetett, mert azóta folyamatosan lassul a Nap mágneses tevékenysége. Brit és dán kutatók szerint a változás magyarázatot adhat arra is, miért kísértetiesen gyenge az utóbbi időben a naptevékenységi ciklus. Ma már tudjuk, hogy a Nap belseje pulzál, még hozzá sok ezer különböző frekvencián egyszerre. A pulzálást a Nap belsejében fellépő nyomásváltozások okozzák, így a pulzációk megfigyelése információt adhat a Nap belsejéről és az ott zajló folyamatokról. Rachel

Howe (Birminghemi Egyetem) és munkatársai 29 évre visszamenőleg összegyűjtötték a Nap oszcillációira vonatkozó adatokat, és elemezték, hogyan változik az oszcillációk frekvenciája az 1988–1992 közti, referencia-ként választott négyéves időszakhoz képest. Ha a Nap lényegében változatlan maradna, akkor nem lenne érdemi különbség a későbbi időszakok és a referenciaidőszak frekvenciaspektruma között. Ezzel szemben a kutatók meglepve vették észre, hogy 1994 óta az alacsony frekvenciájú hullámok megváltoztak a referenciamintához képest. A nagyobb frekvenciájú oszcillációk is megváltoztak ugyan, de nem annyira.

Mindez alátámasztani látszik azt a korábbi feltevést, miszerint a Nap felszíni rétegében strukturális változások mennek végbe. Ezután összehasonlították a magasabb frekvenciájú hullámok változását a napfoltok számával. Általában a két mennyiség egymással összhangban változik, azonban a két legutóbbi naptevékenységi ciklus idején a nagyobb frekvenciájú hullámok változása erőteljesebb volt, mint a napfoltok számáé. A kutatók érvelése szerint ez az eltolódás azt jelentheti, hogy a hullámok csak észrevehetően kis napfoltokat idéztek elő. Ha viszont a megszokottnál sokkal több apró napfolt jelenik meg, akkor azok a Nap felszínének vékonyabb rétegébe koncentrálnak, ami a mágneses jelenségek lelassulását okozza. Bizonyított tény, hogy a Naphoz hasonló csillagokban életűjük felétáján csökken a mágneses aktivitás, márpedig a Nap éppen ebben a korban jár. Ráadásul a Napnak évszázadokkal ezelőtt már volt egy gyengélkedő időszaka, az 1645–1715 közötti úgynevezett Maunder-minimum, amikor 70 évig szinte egyáltalán nem voltak foltok a Napon. Mindamelllett, ezek az évszázados időléptékű események semmit sem mondanak a millió vagy milliárd éves léptékű eseményekről. Ugyanakkor az is lehetséges, hogy a 11 éves naptevékenységi ciklusra hosszabb periódusú ciklus vagy ciklusok rakódnak rá, ami megnehezíti a jelenségek értelmezését.

(www.skyandtelescope.com,
2017. július 21.)

MÁR A KORAI TRILOBITÁKNAK IS VOLT GYOMRUK

Kiváló megtartású kínai ősmaradványok vizsgálata cáfolta a korábbi feltételezéseket a trilobiták emésztőrendszeréről és evolúciójáról. A trilobiták a jól fosszilizálódo héjaikkal együtt legkorábbi gyakori ősmaradványok közé tartoznak, a lágytest megőrződése azonban náluk is nagyon ritka. A csaknem 300 millió éven keresztül világszerte előforduló csoporthoz mintegy 20 ezer kihalt fajt sorolnak. Korábbi kutatások alapján két különböző emésztőrendszert írtak le a trilobitáknál: a teljes test-

hosszon keresztülfutó csövet oldalsó emésztőmirigyekkel, vagy egy kiterjedt gyomrot. A legkorábbi fajknál mostanáig csak az első típust találták meg, és a gyomrot később megjelenő és elkülönülő típusnak tartották. A most vizsgált 270 kora-kambriumi (514 millió éves) kínai példány 20%-ánál a lágytest is megőrződött. Két különböző fajnál is találtak gyomrot, vagyis ez az emésztőszerv 20 millió évvel korábban kifejlődött, mint eddig gondolták. Ráadásul egyetlen példányon belül előfordult a két eltérőnek vélt típus keveredése is. Ezek alapján a háromkaréjos ősrákok emésztőrendszerének evolúciója jóval bonyolultabb volt, mint eddig gondolták.

(PLOS ONE, 2017. szeptember)

2,7 MILLIÓ ÉVES ANTARKTISZI JÉG

Az Antarktiszon az elmúlt kb. 30 millió évben már volt jégtakaró, azonban az innen ismert eddigi legidősebb jégminta is csupán 800 ezer éves, mivel az alapközettel érintkező jég folyamatosan olvad, s így a korábban kialakultak megsemmisülnek. Vannak azonban olyan helyek, ahol mégis fennmaradhattak a régebben lerakódott rétegek is az ún. kék jég formájában. Ilyen ősi jégmaradványokat ott kereshetünk, ahol a mozgó jégtakaró szirteken, hegyeken átbukva megfordult, s a régebbi rétegek a felszín közelébe kerültek. Ilyen helyszín pl. az Allan Hills területe, itt sikerült amerikai kutatóknak 2015-ben a 2,7 millió éves mintát kinyerniük.

Az erősen összepréselődött ősi jég az átbukás hatására elveszítette a jól számolható korjelző rétegeinek eredeti sorrendjét, ezért a keletkezése idejét a szokványos módszerrel nem tudták megállapítani. K-Ar izotópos vizsgálattal sikerült a jégfurat korát meghatározni, így 100 ezer éves pontosságú adathoz jutottak, s ebből derült ki, hogy a kinyert minta legősibb része 2,7 millió éves. A jégmintába zárt légköri gázok elemzésével kiderült, hogy a keletkezés idején, vagyis a pleisztocén kezdeti időszakában a légköri CO₂ mennyisége nem érte el a 300ppm arányt. E mennyiségről feltételezték korábban, hogy az a határérték lehet, ami alatt eljegesedésbe fordul bolygónk klímája, azonban korabeli sekélytengeri fossziliákból magasabb CO₂-értéket következtettek ki. Ha a mostani CO₂-arány helyesnek bizonyul, akkor kalibrálásra szorulnak a más módszerekkel kinyert adatok a jégkori üvegházgáz szintjéről.

Feltehetően lehetnek még akár 5 millió éves jégtöredékek is hasonló antarktisi területeken, a cél ezek későbbi megkeresése és feltárása. Habár az így megőrzött ősi jég nem ad a fiatalabb jégfuratokhoz hasonló időrendi adatsort, ám mégis betekintést enged egy-egy kor körülményeibe.

(Science, 2017. augusztus 15.)

CSÖKKEN A KASZPI-TENGER VÍZSZINTJE

Úrkutatással foglalkozó amerikai szakemberek a GRACE nevű műholdpáros kalibrálásához a Kaszpi-tenger felszíni vízszintadatait használták fel néhány éve, összevetve a műholdak által mért adatokkal. Ekkor derült ki, hogy a vízszint gyorsan csökken, s szerették volna kideríteni, hogy miért, így orosz, azeri és francia kutatókkal karöltve több évtized adatait vizsgálták át. Az eredményeik alapján 1996-tól 2015-ig mintegy másfél métert süllyedt a vízszint. A lefolyástalan tengert vízzel ellátó folyók vízhozamát, a környék légkörmérsékletét adatait és persze a mért vízszintadatokat elemezték végig. A betorkolló folyók közül a legnagyobb hozzájárulást a Volga adja, s innen pontos vízhozam adatsor állt rendelkezésre, a többi, kisebb fo-



A Kaszpi-tenger a Nemzetközi Űrállomásról fényképezve, 2015-ben
(Scott Kelly – NASA/JSC)

lyó esetben a globális folyóvízi adatbázis alapján becsülték meg.

A helyzet érdekessége egyrészt a Kaszpi-tenger vízszintjének múltjában is rejlik: az 1930-as éveket megelőző évszázad során csupán 50 cm körüli fluktuációt mértek, ez pedig megfelelt a korabeli időjárás- és csapadékadatoknak. Az 1930–70-es évek közt 3 méterrel visszaesett a szint, ezt a Volga gátépítések és kevesebb csapadék miatt csökkenő vízhozamának gondolták, a csökkenés hatására főként a tenger északi partvidéke és ökoszisztémája jelentősen átalakult. 1979 után a szint jelentős emelkedésnek indult, 1995-ig évi 13 centivel nőtt.

Az 1996 utáni időszak szintesését viszont már nem magyarázta meg a folyók vízhozamának csökkenése, ezzel szemben a hőmérséklet emelkedése (1979–2015 között 1°C) alapján a kutatók úgy vélik, hogy az erősödő párolgás miatt alakult így, s a globális felmelegedés hatására ez a jövőben még fokozódni fog. A közeli Aral-tó kiszáradása miatt különösen aggasztó a jelenség, főként a tenger élővilágának part közeli, sérülékenyebb részét illetően.

(Geophysical Research Letters,
2017. július 12.)