

SÁRNECZKY KRISZTIÁN

Üstökösjárás

Második rész

A technika fejlődésének köszönhetően az üstökösöket egyre korábban, egyre halványabb állapotukban fedezik fel, így a fényességük előrejelzéséhez értenünk kell, miként válnak egyre aktívabbá, ahogy közelednek a Naphoz. Ennek pontos menete persze megjósolhatatlan, de kezdünk felismerni olyan tendenciákat, melyek alapján jóval biztosabb előrejelzéseket tudunk készíteni, mint egy-két évtizeddel ezelőtt. Az Oort-felhőből először érkező vándorok például már nagy naptávolságban felfényesednek, ám csillagunkhoz közeledve aktivitásuk nem nő olyan mértékben, mint a többször visszatérő üstökösöké, amelyek csak a Nap közelében, akkor viszont igen intenzíven növelik anyagkibocsátásukat.

Az üstökösök élete azonban nem csak a felfényesedésből, és távozóban az elhalványodásból áll; a fénygörbét sokszor kitérések színesítik, amelyek egyik napról a másikra jelentősen megemelhetik az égitest fényességét. Cikkünk előző részének végén már említettük a Holmes-üstökös 2007-es kitérésekor keletkezett porfelhőt, amely a kedvező rálátás miatt még ez év elején, nyolc évvel a robbanás után is észlelhető volt. Robbanásról beszélünk, ugyanis a csillagászat történetének legnagyobb üstököskitörése drámaian rövid idő, maximum másfél nap alatt 14 magnitúdóval emelte meg a Holmes fényességét. Ez nagyjából 500 ezerszeres fényességnövekedést jelent, mintha a telehold egyszer csak a Nap fényével kezdene világítani. Az üstökösből több tízmillió tonnányi por robbant ki, amely 0,5 kilométer/másodperc



A Holmes-üstökös kómája és kusza szerkezetű csóvája 2007. november 4-én, két héttel a robbanás után. Éder Iván csodás felvételén a fehéres színű porkómát a porszemekből kiszabadult gázokból formált, a kétatomos szénmolekulák miatt zöldes haloeszi körül, míg a csóva kék színét a szén-monoxid-ionok okozzák

A 73P/Schwassmann–Wachmann-üstökös darabjai a Spitzertávcső 2006-ban készült infravörös felvételein. A legnagyobb, jobbra fent látható üstökös tartalmazza az eredeti magot, erről szakad le 1995-ben a középtől balra látható B jelű. Az ezt követő kisebb részek már mind a B-ről váltak le, amely maga is folyamatosan darabolódott, és mára már teljesen szétporladhatott (NASA/JPL-Caltech)



sebességgel tágulva két hét múlva már a Nap méretével vetekedő kómát formált.

Az üstökös 1892-ben egyszer már átesett egy pontosan ilyen robbanáson, amelynek érdekessége, hogy a szilárd mag nem bomlik fel, nem hullik darabjaira, csak valamilyen több méter mélyen koncentrálódó folyamat lerobbant egy réteget a szilárd magról. Jelenleg azt gondoljuk, hogy a felszín alatt található, a Naprendszer távoli, fagyos környezetében kialakuló amorf vízjég hirtelen megszabadó, gyors átalakulása okozza ezeket a robbanásokat, amikor nagy energia-felszabadulás keretében hirtelen kristályos vízjéggé alakul. Ez a fajta kitörés nagyon jellegzetes, medúza alakú kómát hagy maga után, így már egyetlen fotóról is könnyen felismerhető. A 2007-es esemény óta négy további üstökös mutatott hasonló, bár kevesebb anyagot felszabadító kitörést, legutóbb idén januárban a 15P/Finlay-üstökös.

Érdekes osztályt képvisel a 41P/Tuttle–Giacobini–Kresák-üstökös, amely 1973-ban kétszer is 10 magnitúdós kitörést produkált, és 4–5 magnitúdós fényességével szabad szemmel is látható volt. Akkoriban nagyon kevés megfigyelés készült a kitörésről, de az egyik fotó leírásából kiderül, hogy a második felfényesedés Holmes-típusú lehetett. Ezzel szemben, amikor 2001-ben 6 magnitúdót fényesedett, nem látszott a medúzaalak, inkább a jelentősen megemelkedett gázkibocsátás ragadtott magával sok port, és a kitörés is gyorsan lecsengett. Ebből látszik, hogy ugyanaz az üstökös többféle

kitörést is produkálhat. Kisebb mértékű, 1–2 magnitúdós felfényesedést más, gázokban gazdag kométák is mutatnak, de ezek a hosszabb periódusú üstökösökre jellemzőek, mindig gyorsan lecsengenek, igaz többször is ismétlődhetnek rövid időn belül.

Egészen más csoportba tartozik a 73P/Schwassmann–Wachmann, amely 1995-ben egy látványos kitörés eredményekén 7 magnitúdót fényesedett. Itt azonban lassabb volt az aktivitás növekedése, a szeptemberben kezdődő folyamat csak októberben tetőzött, ám már a kezdetén felfedezték, hogy az üstökös magja négy különálló részre szakadt, melyek lassan távolodtak egymástól. Itt egyértelműen az üstökös magjának felbomlása okozta a kitörést, a frissen napfényre került belső, illó anyagokban még gazdag részekről egyre erősebben áramlottak ki a gázok és a por. Az 5,5 éves keringési idejű üstökös azóta már többször

visszatért, a leszakadt darabok tovább porladtak, aprózódtak, és hamarosan mindegyik fragmentum széteszlik majd. Csak az eredeti tömeg 60%-át őrző fő darab marad meg, amely szerkezetileg stabilnak tűnik, a nagy kitörés után már nem szakadtak le róla kisebb részek. Az elképzelés szerint pont ez történe a 67P/Churyumov–Gerasimenko¹ közismert, súlyzó alakú magjával, ha * nyaki részénél kettészakadna. A közeli felvételeken mintha látszana is egy hasadék ezen az elvékonyodó területen, ami akár néhány keringésen belül az üstökös látványos kettészakadását okozhatja.

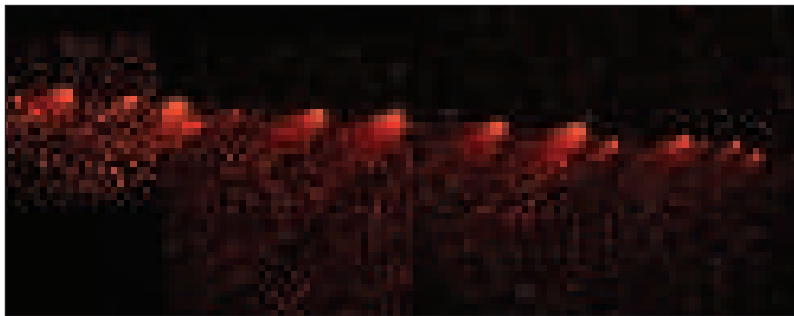
Széthulló dicsőség

Számos példát fel lehetne még hozni, amikor egy üstökös váratlan felfényesedése mögött a mag széthasadása állt, ám a helyzet nem ilyen egyértelmű. Rengeteg példát láttunk már arra, hogy egy kométa magjának darabolódása semmilyen fényesség-növekedéssel sem jár. Tavaly a C/2011 J2 (LINEAR)-üstökös mellett találtak két kisebb, leszakadó darabot, de az eseménynek nem volt hatása az égitest összfényességére. Ha azt mondjuk, hogy az üstökösök kitörése körül sok még a megválaszolatásra váró kérdés, akkor ez sokszorosan igaz a széteszszakadásokra. Számos esetben az okot

* A szerző kérésére cikkének mindkét részében az üstökös nevét úgy írtuk, ahogyan a Nemzetközi Csillagászati Unió illetékes bizottsága nyilvántartja, az pedig a nevek angol átírását tartalmazza. (A szerk.)

sem ismerjük pontosan, bár van néhány olyan eset, amikor igencsak egyértelmű, hogy miért bomlik fel egy üstökös magja.

Akik 1994 nyarán látták, biztosan nem felejtik el a Shoemaker–Levy 9-üstökös becsapódása nyomán a Jupiteren keletkezett **foltokat. Az égitestet egy évvel korábban, 1993-ban fedezték fel, és már ekkor is legalább tucatnyi különálló magot lehetett megfigyelni a kómájában, melyek egyenes vonal mentén sorakoztak. A számítások**



A Jupiter árapályereje által feldarabolult Shoemaker–Levy 9-üstökös fragmentumai a Hubble-űrtávcső felvételén. Érdeemes megfigyelni a nagyjából egyenlő méretű, egyenlő távolságra elhelyezkedő magokat közepén, és az egyre kisebbeket a szélek felé, valamint összevetni a méret- és távolságeloszlást a 73P-ről készült felvétellel (NASA/JPL)

egyértelműen megmutatták, hogy a Jupiter körüli pályára állt üstökös 1992-ben áthaladt az óriásbolygó holdrendszerén, ahol a rá ható gravitációs erők miatt szétszakadt. Ezt hívjuk árapály-szétszakadásnak; ilyenkor a nagy tömegű égitest erős gravitációs terében a kisebb égitest közelebbi felére nagyobb erők hatnak, mint a távolabbira, ami olyan feszültségeket kelt benne, amely meghaladja a szakitószilárdságát. Ilyenkor jellegzetes, gyöngyfűzérre hasonlító lánccolat jön létre a törmelékekből, ahol a nagyobb darabok a fűzér középső részén vannak, míg a két szélen egyre kisebb fragmentumokat, végül pedig porból álló bajuszokat találunk.

Hasonló eset történt 1886-ban is, amikor a 16P/Brooks-üstökös haladt át a Jupiter holdrendszerén, bár ezt az égitestet nem fogta be az óriásbolygó, csak 20 évről 6 évre csökkentette a Nap körüli keringési idejét. Az akkori távcsövekkel 1889-ben vizu-

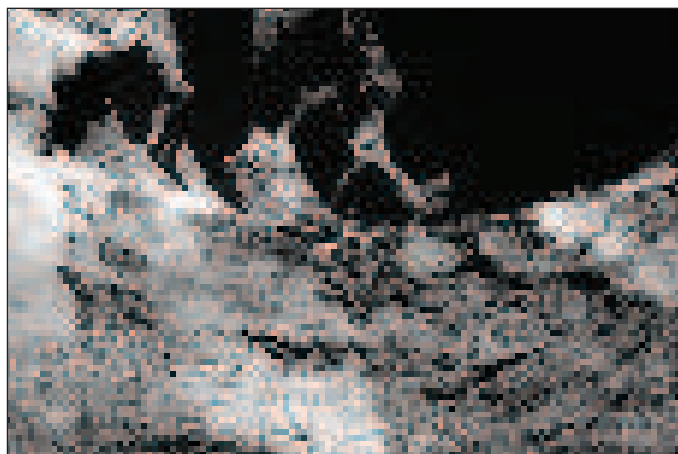
álisan észelve is öt különálló fragmentumot lehetett megfigyelni, amelyek közül a legnagyobb még ma is észlelhető, amikor 7 évente eléri napközelségét.

Ha a Jupiter nagy ellensége az üstökösöknek, akkor ez fokozottan igaz a sokkal nagyobb tömegű Napra, amely emellett még pokoli forróságával is próbára teszi a közelébe merészkedő vándorokat. Legtöbbjük egyszerűen elporlad, mielőtt még néhány százezer kilométerre megközelítené a napfelszínt, az 1 kilométernél nagyobbaknak viszont van némi esélyük a túlélésre. Ezek is több darabra hullnak ugyan, de a szilárdabb alkotórészek egyben maradhatnak. Ha csak néhány millió km-re közelíti meg üstökösünk a Napot, már jobbak az esélyei, de az események pontos kimenetele nagyban függ a mag belső tulajdonságaitól, anyagösszetételétől. Előfor-

dulhat a mag fragmentumokra bomlása, de a közeli találkozás teljes elporladással, megsemmisüléssel is végződhet. Ez utóbbinak emlékeztünkben még frissen élő példája az ISON-üstökös 2013-as leszereplése, amikor a várt csodás látvány helyett szó szerint szertefoszlottak reményeink. A vártnál porózusabb mag sokkal gyorsabban párologott, mint ahogyan arra számítani lehetett, így csak egy gyorsan oszló és halványuló porfelhő élte túl a napközelséget.

Néhány millió km-nél nagyobb napközelség esetén két részre kell választani az üstökösöket. Az Oort-felhőből először

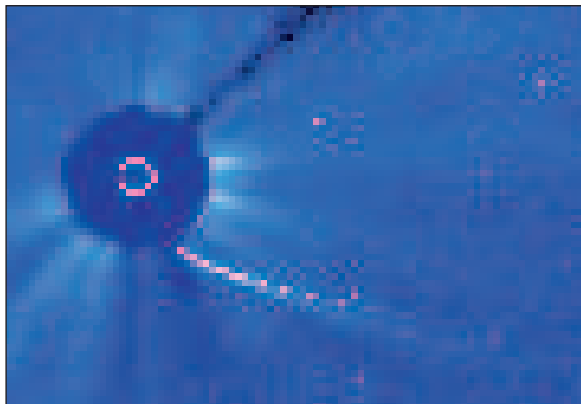
A 67P/Churyumov–Gerasimenko nyaki részénél található, repedésre emlékeztető forma, amely akár az égitest közelgő



érkező vándorokra a naptávolság növekedésével egyre jellemzőbb lesz a szétporladás, míg a rövidebb periódusú, napközelségüket már többször megjárt üstökösök inkább darabolódní szeretnek. Előbbi esetben a napsugárzás hatására előtörő gázok vetik szét a porózus szerkezetű magot, utóbbinál talán mechanikai vagy lassú eróziós folyamatokról lehet beszélni. Itt ismét utalnunk kell a 67P/Churyumov–Gerasimenko-üstökösre, ahol a vékony nyaki résznél kettéválhat a mag, amennyiben az anyagkiáramlás elyengíti ezt a részt, miközben az ilyen apró égitesteknél a mag forgásának gyorsulása is valós jelenség. Maguk a kiáramló gázok is lehetnek olyan hatással, ami egyre gyorsítja a mag forgását, de a YORP-effektuson keresztül maga a napsugárzás is felpörgetheti a magot, amely egy idő után nem képes ellenállni a centrifugális erőnek. Szintén a 67P magján láthatóak azok a hatalmas, a környezetükből kiemelkedő tömbök, amelyek idővel bizonyosan leválnak, és nagyobb távcsövekkel megfigyelhető, apróbb fragmentumok lesznek.

Eddig a pontig nagyjából mindent meg tudunk magyarázni a napsugárzással vagy a gravitációval, ám az utóbbi évtizedben találtunk olyan üstökösöket, amelyek ott szakadtak szét, ahol korábban egyáltalán nem vártuk. A 76–77 éves keringési idejű C/2002 A1 és C/2002 A2 jelű üstökösöket egymástól alig 1 fokra fedezték fel, hasonló irányú és sebességű mozgásuk pedig azonnal elárulta rokonságukat. A számítások szerint azonban a szétválás az 1970-es évek végén, mintegy 22–23 csillagászati egység távolságban (az Uránusz pályáján túl) történthetett, ahol sem erős napsugárzás, sem nagybolygó nem található. Fél évvel később aztán még nagyobb megdöbbenést keltett a C/2002 Q2 és C/2002 Q3 párosa, amelyek 1970 környékén, mintegy 56 csillagászati egység távolságban, a Neptunusznál kétszer messzebb váltak ketté.

Még ma is csak találgatjuk, milyen hatások képesek ekkora távolságban felbomlasztani egy égitestet, ám az ISON-üstökös szerencsétlen sorsa ellenére segíthet a megoldásban. A pusztulása előtt készült képeken a Nap közelében felizzott egy olyan anyagszál, amelyről azt gondoljuk, hogy több mint 20, de akár 50–100 csillagászati egység távolságban kidobódott anyagzemcsékből állt. Nyilván sok

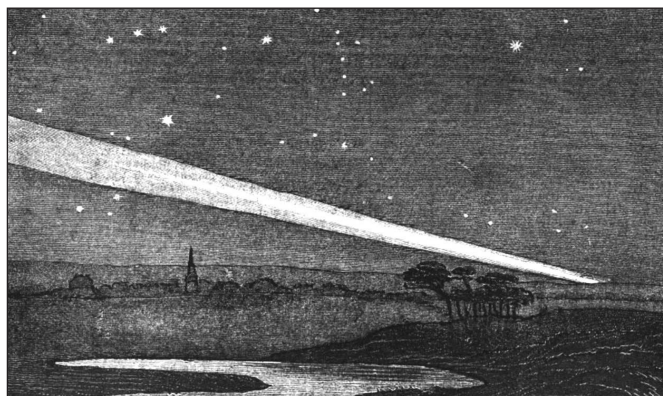


Az ISON-üstökös néhány órával megsemmisülése előtt a SOHO napkutató szonda felvételén. A csóva felső részénél látható különálló, vékony, fényes szálat azok a porszemek alkotják, amelyek még a Neptunuszon túl szabadulhattak ki a magból (ESA/NASA)

üstökösnél keletkezik ilyen, ám észrevételéhez az kellett, hogy az ISON rendkívül közel kerüljön a Naphoz, és legyen olyan űrszondánk, amely fotózni tudja csillagunk közvetlen környezetét. Ezek alapján a Naprendszerbe kerülő üstökösök már ekkora, korábban nem gondolt távolságban is aktívak lehetnek, ami segítheti korai felbomlásukat.

A napszfínt néhány százezer kilométerre megközelítő Kreutz-féle napsúrolók pályája mentén szétszórt törmelék eloszlása is arra utal, hogy a magok darabolódása a teljes, 700–800 éves keringési idejű pálya mentén folyik, akár 160 csillagászati egység távolságban is. Talán a távolodás és hűlés miatt valamilyen szerkezeti változás lép fel a magban, ami omlásokat, beszakadásokat okoz rajta, a csökkenő átmérő pedig a forgás gyorsulását, és a mag szétszakadását eredményezi. Az utóbbi évek kutatásainak furcsa ellentmondása, hogy az üstökösök nagy naptávolságú viselkedéséről éppen a Naphoz extrém közel

Az 1843-as Nagy Márciusi-üstökös fantasztikus látványát jól szemlélteti ez a korabeli angliai metszet. Az esti égen látszó napsúroló csóvája felett a bal szélén felismerhető az Orion övének három, egy vonalban álló csillaga



kerülő üstökösök árulták el a legtöbbet. Mivel ilyen fontosak lettek számunkra, érdemes kicsit közelebbről is megismerkedni velük.

Pokoljáró üstökösök

Az üstökösök, és különösen a fényes üstökösök legfőbb varázsa, hogy érzésüket nem lehet előre megjósolni. Várni kell rájuk. Néha akár évtizedeket is, ahogy az 1976-os West, és az 1996-os Hyakutake között történt. A legjobban mégis a Kreutz-család tagjait várjuk, amelyekről pontosan lehet tudni, hogy előbb vagy utóbb érkezik egy közülük, csak az nem tudható, mikor. Ezek a napsúrolók az emberiség történetének leglátványosabb üstökösei. Az 1843-as üstökös telehold

fényességű feje és 3 fokos csóvája fényes nappal is könnyedén látszott, majd miután átkerült a pirkadati égre, csóvájának látszó hossza elérte a 65 fokot. Az 1882-es napsúroló az elmúlt ezer év legfényesebb üstököse volt. Már négy nappal perihéliuma előtt a Jupiter fényességével ragyogott, csóvája 12 fok hosszan mutatkozott a világos égen. Napközelsége idején könnyedén látszott szabad szemmel a Naptól 1 fokra, magja a becslések szerint egy –17 magnitúdós csillag fényével ragyogott, azaz százszor fényesebb volt a teleholdnál, csóvája 3 fok hosszan látszott. Ezt követően még látványosabb volt, mint a napközelség előtt. A legalább hat részre szakadó mag csak úgy ontotta magából az anyagot, így az üstökös még egy hétig látszott szabad szemmel a nappali égen. A rálátás miatt a csóva „csak” 25–30 fokra nőtt, ám rendkívül erősen ragyogott a szeptember végi hajnalokon, fénye visszatükröződött a folyók és tavak felszínéről. Az üstökös végül öt hónapig látszott szabad

szemmel az éjszakai égen. Az 1963-as Pereyra és az 1970-es White–Ortiz–Bolelli 1–2 magnitúdós, a fényesebb csillagoktól elérő fényességükkel és 10–15 fokos csóvájukkal szinte jelentéktelen családtagok voltak, az 1965 őszen felöltött Ikeya–Seki viszont a XX. század legfényesebb üstökösének bizonyult. A perihélium környéki napokon könnyedén látszott szabad szemmel mint a Vénusz is fényesebb égitest, a napközelség időpontjában pedig japán észlelők –12 magnitúdóra tették az apró, félhold alakú mag fényességét. A hajnali égen megjelenő üstökösről és 35 fok hosszú, csavarodó csóvájáról készült felvé-

teleket szinte minden üstökösészlelő ismeri.

A Kreutz-féle napsűrűsége Heinrich Kreutz német csillagászlól neveztek el, aki 1888-ban publikálta írását, miszerint az 1843-ban, 1880-ban és 1882-ben feltűnt rendkívül fényes üstökösök igen hasonló pályán járnak, és minden bizonnyal egy korábban feldarabolódott nagyobb égitest maradványai. A publikáció még nem tartalmazta, de ekkor már ismert volt a család negyedik, 1887-ben feltűnt tagja is. Ezt követően hosszú ideig nem érkezett újabb napsűrűlő, mígnem 1945-ben Daniel DuToit dél-afrikai csillagász a harvardi lemezek átvizsgálása közben ráakadt a következő, a korábbiaknál halványabb tagjukra, amely elporladt a Nap mellett, ezért napközelsége után már nem tudták észlelni. Így amikor Zenón Pereyra argentin csillagász 1963-ban megpillantotta a következő családtagot, már majd' nyolcvan éve nem látott senki Kreutz-féle napsűrűlőt. Ezt követte 1965-ben a nevezetes Ikeya-Seki, majd 1970-ben a White-Ortiz-Bolelli. Ismét hosszú szünet következett, mígnem 2011 végén a Lovejoy-üstökösnek örvendhettek a déli félteke lakói.

Az áramlat egy 2–3 ezer éve felbomlott óriás üstökösből származik, amelynek darabjai szétszóródtak a 700–800 éves keringési idejű pálya mentén, a törmelékek pedig időről időre csodálatos üstökösökként tűnnek fel az alkonyi vagy a hajnali égen. Nagy fényességüket annak köszönhetik, hogy 100–200 ezer km-re megközelítik a Nap fotoszféráját, így anyaguk rendkívüli ütemben párolog. Az első biztosan azonosított szegmensük az 1106-ban feltűnt, előbb a nappali égen is könnyedén megfigyelhető, majd az alkonyi égen 100–120 fok hosszú, az égbolt kétharmadát átérő csóvát növesztő üstökös volt. A legújabb vizsgálatok szerint a Kr. e. 214-es és az Kr. u. 467-es üstökösök az égitest korábbi visszatérései lehettek.

A családnak egyetlen, ránk nézve rossz tulajdonsága van. A Kreutz-féle üstökösök pályahelyzete igen kedvezőtlen az északi féltekén élők számára, csak a február-március és szeptember-október hónapokban feltűnő családtagok megfigyelésére van némi esély. A télen érkező családtagok kizárólag a déli féltekéről láthatók, a nyáriak pedig egyáltalán nem látszanak bolygónkról. Az 1860-as évek végén vélhetően a család négy tagja is elérte napközelségét, ezek közül háromról kizárólag a déli féltekén létesült első kolóniák telepeseitől, és az oda tartó hajók navigátoraitól értesültünk. A

déli félteke európai meghódítása előtt így a napsűrűlők több mint fele maradhatott észrevétlen az északi kultúrák számára, de még a XVII–XVIII. század után is legalább a negyedüket nem vettük észre.

Ma viszont már egy sem rejtőzhet el előlünk, ugyanis a Nap megfigyelése az űrkutatás kiemelt témája, így több űrszonda is folyamatosan figyeli csillagunk környezetét. A SOHO és a STEREO napkutató szondák képeit műkedvelő csillagászok hada vizsgálja át egy-egy újabb üstökös reményében, így a nyáron feltűnő családtagokat is észre tudjuk venni. Az elmúlt 20 évben a képeken majd háromezer ún. törpe napsűrűlőt azonosítottak, amelyek annyira kicsik, hogy csak a Nap közvetlen közelében fénylenek fel, a Földről nem láthatók. A becslések szerint a csak néhányszor 10 méteres üstökösök elpárolognak, még mielőtt elérnék napközelpontjukat. Csak azért



Az 1882-es Nagy Szeptemberi-üstökös ragyogó fénye tükröződik a Nílus vizén

látjuk őket, mert ennyire megközelítik a Napot, de vélhetően minden felbomlott üstökös pályája mentén ilyen törmelékfelhő marad. Az eddig megfigyelt családtagok alapján az eredeti üstökös méretét 100 km körülire becslik, ami messze az átlagos üstökös méret felett van. Óriási szerencsénk van, hogy éppen az elmúlt évezredekben érkezett egy ilyen kiugróan nagy és ilyen szokatlanul kis napközeltávolságú üstökös Naprendszerünkbe, így az átlagosnál sokkal gyakrabban láthatunk rendkívül fényes üstökösöket.

Merre jár a következő?

Jelen sorok írásakor, 2015 áprilisában nem látszik fényes üstökös érkezése, persze bármelyik nap felfedezhetik a következő látványos vándort. Ahogy már írtuk, egy újabb fényes napsűrűlő feltűnése egészen bizonyos, csak az addig eltelt időt nem tudjuk megmondani. Lehet akár már ősszel is,

de lehet ötven év múlva is. Az egyetlen már ismert, érdekes égitest a tavaly augusztusban felfedezett C/2014 Q1 (PANSTARRS)-üstökös, amely július 6-án 0,314 csillagászati egységre fogja megközelíteni Napunkat, tehát a Merkúrnál is közelebbre jut. Ebben a tartományban már igazán fényesek lehetnek a kométák, ráadásul a pályaszámítások szerint a C/2014 Q1 nem először jár a Nap közelében, 23–24 ezer éve már járt itt. Ezek alapján fényesedése nem fog lelassulni, mint az új üstökösöké, így július elején akár szabad szemel, 3–4 magnitúdós fényességet is elérhet. Sajnos azonban láthatósága rendkívül rossz lesz, ebben az időszakban mindössze 11–12 fokra fog látszani a Naptól, vagyis a még nagyon világos, alkonyati égen kell megkeresnünk, közel a horizonthoz. Így jó esetben is csak távcsővel lesz látható, valamivel jobb láthatóságot a mediterrán térségben élők remél-

hetnek, ahol nem annyira hosszú a nyári alkonyat.

Kicsit messzebbre tekintve két rövidperiódusú, föld-sűrűlő üstökös is rekordközelségbe kerül hozzánk 2017 elején. A kitérései miatt már említett 41P/Tuttle-Giacobini-Kresák-üstökös március 30-án 0,140 csillagászati egységre (21 millió km) halad el mellettünk, ami 1830 és 2100 között az égitest legjelentősebb földközelsége lesz. Nagyon kedvező helyzetben, az északi égen láthatjuk majd, fényessége 7–8 magnitúdó lesz, vagyis kézi látszóvevőkkel is megfigyelhetjük. Az igazi szenzáció persze egy kitérés lenne, amihez ugyan

óriási szerencse kellene, ám reménykednünk szabad. Ha csak a 2001-es kitérés ismétlődne meg, akkor is gyönyörű, szabad szemel üstökösben lehetne részünk. Még ennél is jelentősebb a 45P/Honda-Mrkos-Pajdušaková-üstökös 2017. február 11-ei földközelsége, amikor 0,084 csillagászati egységre halad el mellettünk. Itt is az északi féltekén élők számára lesznek kedvezőek a megfigyelési körülmények, így egy 7–8 magnitúdós, akár teleholdnyi látszó átmérőjű üstökös látványa vár ránk.

Legutóbb 1997-ben látszott igazán fényes, igazán látványos üstökös az északi félteke égen, így nagyon időszerű egy újabb érkezése. Reméljük, nem kell már sokat várni rá, valahol a külső bolygók között száguld befelé, és csak arra vár, hogy valamelyik nagy keresőprogram vagy egy lelkes amatőrcsillagász felfedezze. 