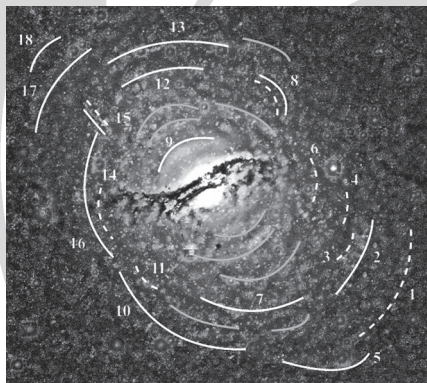


## Csillagászati hírek

### Galaxisok múltja nyomában

A régóta elfogadott modell szerint a galaxisok összeolvadások során fejlődnek, növekednek, a spirálgalaxisok fokozatosan lenticuláris galaxisok irányába haladva növekszenek. A számítások szerint amikor egy nagy tömegű galaxis egy nálánál tízszer-százszor kisebb tömegű rendszert nyel el, a kisebb rendszer csillagainak pályája jelentős mértékben torzul, azok a nagy tömegű galaxis periferiájára szorulva keringenek tovább, a lezajlott összeolvadásra utaló héjat alkotva. Ilyen héjakat már több nagy galaxisban sikerült azonosítani.



A Centaurus A-ról készült felvétel elemzése után mind a már ismert (világosabb vonalak), mind a frissen felfedezett héjak (sötétebb vonalak) megfigyelhetők (Diulia de Mello/DIM Team)

Nemrégiben a szakcsillagászok és amatőrök közötti együttműködés újabb lehetőségének jó példaként a brazil származású Duilia de Mello (Catholic University of America, NASA Goddard Space Flight Center) kísérletképpen szülőhazájának öt amatőrcsillagászával vette fel a kapcsolatot azzal a céllal, hogy megpróbálják amatőr eszközökkel kimutatni galaxisokban a lezajlott összeolvadásokra utaló héjak jelenlétét.

Az öt amatőr közepes-nagy műszerekkel

dolgozik: 14 cm-es refraktortól egészen 45 cm-es reflektorig, és mindegyik esetben 400 és 700 nm között átteresztő szűrőkkel készítik a felvételeket. Első teszt-célpontjuk a Centaurus A galaxis volt, amelyről referenciaként rendelkezésre állt a 4 méteres Victor Blanco-teleszkóppal (Cerro Tololo) készített felvétel. Az amatőrök összesen 40 órányi expozíciós idővel készült felvételein egyértelműen sikerült azonosítani a már ismert héjakat, ami jól jelzi, hogy kisebb teljesítményű eszközökkel is lehetséges tudományos értékű munkát végezni. Következő célpontjuk a Hubble-űrtávcső által is megfigyelt Arp 230 volt, mely mintegy ötször távolabb van az első célpontnál. Itt mindössze 10 órányi expozíciós idővel értek el 21,5 magnitúdós határfényességet, és azonosították a Hubble-űrtávcső által észlelt négy héjat. Az ötödik, halványabb héj azonosításához még további felvételek szükségesek, amelyeket egyelőre az időjárás megakadályozott.

A projekt jól jelzi, hogy amatőröként is hozzájárulhatunk a tudomány fejlődéséhez. Az észlelőprogram iránt érdeklődők, csatlakozni vágyók a „Deep Images of Mergers” facebook-oldalon találnak további tudnivalókat, illetve a jelentkezéshez szükséges linket.

*Sky and Telescope, 2021. február 24. – Mpt*

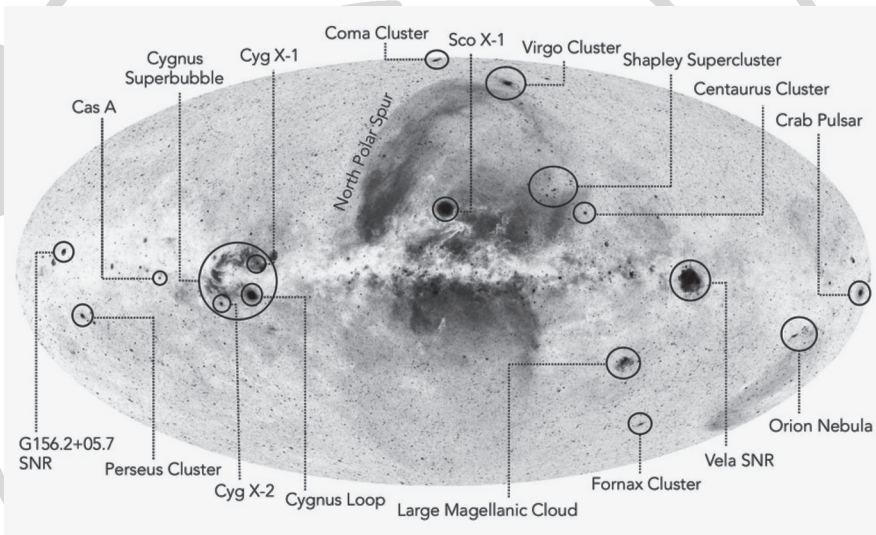
### Az Észai Poláris Kivetülés

A Galaxisunk északi pólusa felé nyúló anyagkiáramlás pontos szerkezete és mibenléte felfedezése óta vita tárgyát képezi. Egy friss modell szerint a hatalmas kiáramlás szorosan hozzátartozik a Naprendszerünk és magába foglaló, legalább 300 fényév átmérőjű Lokális Buborékhoz.

Amennyiben a Lokális Buborék határát jelző képződményről van szó, ezt a régmúltban robbant szupernóva-halmaz hozhatta létre, mely meglehetősen közel helyezkedett el Naprendszerünkhöz. Ha a feltevés helytelennek bizonyul, eddig ismeretlen, igen

nagy energiájú folyamat alakíthatta ki, mely a galaxis középpontjának közelében zajlott. Annyi bizonyos, hogy a kiáramlás helyzete összhangban van az ún. Fermi-buborékokkal, amelyek a Galaxis fősíkjától mind északi, mind déli irányba kinyúlnak. Ezek a párban megfigyelhető, gamma-sugárzó tartományok valószínűleg a központi fekete lyuk évmilliókkal ezelőtt történt aktivitását jelzik. Mindazonáltal kérdés, hogy a Fermi-buborékok és az röntgentartomány mellett rádiótartományban is sugárzó északi kiáramlás hasonló helyzete csupán a véletlen műve-e.

hogy az említett északi kar csupán néhány száz fényév távolságban van. Ez arra utal, hogy a csillagok irányába tekintve jelentős mennyiségű por található, ennek megfelelően a röntgensugárzást elnyelő gáznak is kell lennie a térségben. A kutatók összevetették a vörösödés alapján meghatározott por mennyiségét az XMM-Newton-űrtávcsővel röntgentartományban megfigyelt intenzitáscsökkenéssel. Az eredmények alapján a struktúra legfeljebb 500 fényéves távolságban van, minden bizonnyal része a Scorpius–Centaurus-asszociáció néven ismert csillagkeletkezési régióknak. A modell



Az eROSITA-űrtávcső teljes égboltot lefedő röntgentérképén jól megfigyelhető a Galaxis fősíkjából északi irányba kiáramló anyaghid (J. Sanders, H. Brunner & eSASS team (MPE) / E. Churazov, M. Gilfanov (IKI))

A kérdés megválaszolását a távolságmérés körül jelentkező problémák akadályozzák. Egyelőre az északi kiáramlás pontos távolsága nem ismert, néhány száztól több tízezer fényév is lehet. Most azonban az ESA Gaia asztrometriai műholdjának adatai segíthetnek a kérdés eldöntésében. Kaustav Das (Indian Institute of Technology) és csoportja a kiáramlás irányába eső csillagok színének vizsgálatával (kihasználva a távoli csillagok porfelhőkön áthaladó fényének vörösödését) arra a következtetésre jutottak,

szerint a struktúra körülbelül 10 millió évvel ezelőtt keletkezhetett, amikor a Földet nem veszélyeztető, de nagy számú csillag robbant a térségben szupernóvaként.

Ugyanakkor más kutatók véleménye szerint a kidobódás legalább egy része jóval távolabb is lehet. Az elképzelés szerint valójában két struktúra vetül egymásra az égbolton: egy viszonylag halvány szupernóva-maradvány és egy sokkal forróbb, jóval távolabb elhelyezkedő, a Fermi-buborékkal összefüggésben álló struktúra. Ezen

## meteor

elképzelést látszik alátámasztani, hogy a struktúra közelebb eső része nem elég forró röntgensugárzás kibocsátásához.

*Sky and Telescope, 2021. március 8. – Mpt*

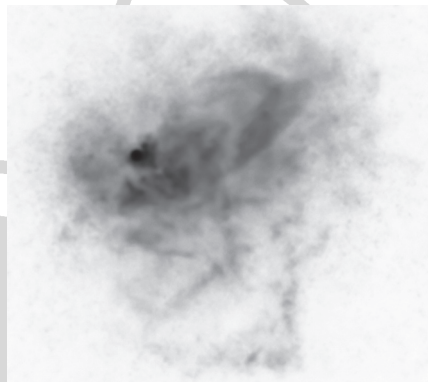
### Óriáscsillagok titokzatos elhalványodása

A 2019/20-as tél nagyközönséget is foglalkoztató eseménye volt az Orion csillagkép Betelgeuze csillagának váraflan és jelentős elhalványodása. Bár az elhalványodás nem volt példa nélküli a csillag megfigyelésének történetében, némelyek hajlottak a feltevésre, hogy a furcsa viselkedés a közelgő szupernóva-robbanás előhírnöke lehet. Mindazonáltal a több hónapos halvány állapot után a csillag visszafényesedett, az elmúlt egy évben az alfa Orionis kisebb amplitúdóval változott. A Betelgeuze elhalványodását a kutatók a megfigyelési adatok alapján a csillagból kidobódott jelentős mennyiségű, a csillag fényének egy részét kitakaró anyagfelhővel magyarázták.

Hasonló, de jóval nagyobb léptékű elhalványodásokat mutat – valószínűleg hasonló, de jóval nagyobb léptékű folyamatok következtében – a téli égbolt másik változócsillaga, a csak távcsővel észlelhető VY CMA. Ez a valaha szabad szemmel is megfigyelhető csillag egyike a legnagyobb méretű ismert csillagoknak: a Nap helyére téve a 300 ezer-szer nagyobb energiakibocsátású csillag felszíne a Jupiter és a Szaturnusz pályája között húzódná.

A VY CMA egy rendkívül forró, 35–40 naptömegnyi kék szuperóriásként kezdett világitani. A modellek szerint néhány millió év elteltével a hidrogénfelhasználás üteme megváltozott magjában, aminek hatására vörös szuperóriássá fúvódott fel. Az új modell szerint azonban ezt követően rövid ideig visszatérhetett egy másik, forróbb állapotba, mielőtt ismét vörös szuperóriássá tágulna. A fejlődési útja vége felé járó csillag esetében ez a visszatérés egy korábbi állapothoz magyarázhatja a szokatlanul nagy mennyiségű és sok alkalommal kidobott anyagmennyiséget. A csillagot jelenleg is hatalmas, a Napon látható protuberanciákra

emlékeztető anyagívek veszik körül, melyek természetesen már nincsenek közvetlen kapcsolatban az égitesttel. A kifelé mozgó struktúrák újabb elemzése arra mutat, hogy néhány kitörés alig 1–2 évszázaddal ezelőtt történhetett. Ez pedig jó összhangban áll a ténynel, hogy a XIX. és XX. század folyamán történhetett kidobódások következtében halványodott a csillag korábbi fényességének alig hatodára.



A Hubble-űrtávcső felvétele a VY CMA környezetről. A kép egy oldala körülbelül 10 ezer CSE-t fog át. Jól megfigyelhetők a kidobódott anyagcsomók, ívek, szálak (NASA, ESA, R. Humphreys (University of Minnesota), J. Olmsted (STScI))

Tekintettel a VY CMA még a Betelgeuzét is mintegy százszorosán meghaladó hatalmas méretére, az egyes anyagkidobódási események is arányosan nagyobbak. A vizsgálatok szerint egy-egy közelebb levő (frissebb) anyagcsomó tömege legalább a Jupiter tömegének kétszerese. Az ilyen anyagmennyiség kidobásához hatalmas energiájú felszíni aktivitásra van szükség, amelyet minden bizonnyal a konvekciós cellák biztosítják. Ezen cellák hasonlóak a Napunkon megfigyelhetőkhöz – csupán a VY CMA esetében egy-egy cella mérete akár Napunk méretének is megfelelő.

Hasonló jelenség a megfigyelések szerint jóval gyakoribb a vörös szuperóriásokon, mint azt az eddigi modellek mutatták. E folyamat lehet felelős az eddig részben megoldatlan, hatalmas mértékű tömegvesztésért

is (a VY CMa a modellek szerint kezdeti tömegének akár felét is elveszítette már). Az ilyen csillagok kutatását nehezíti, hogy viszonylag kevés hasonló méretű és tömegű csillagot ismerünk, így előfordulhat, hogy a VY CMa éppen fejlődésének egy különösen aktív, rövid időszakát éli, a sok ezer évig tartó nyugalmas időszakok között. A modellek egy másik érdekes lehetőséget is mutatnak: lehetséges, hogy a jelentős tömeget vesztett csillag szupernóva-robbanás helyett egyszerűen fekete lyukká omlik majd össze a jövőben.

A csillagról meglehetősen kevés észlelést találunk a Változócsillag Szakcsoport adatbankjában, így mindenképpen érdemes felkeresni a kisebb távcsövekkel is észlelhető változót az észlelésére alkalmas hónapokban. Az Lc típusú, a katalógus szerint 6,5 és 9,6 magnitúdó között változó csillagot októbertől ápriliséig lehet nyomon követni a mi földrajzi szélességünkről. A Változócsillag Szakcsoport adatai szerint a 80-as, 90-es évek fordulóján jelentős hullámzásokat mutatott 7,5–10,0 magnitúdó között, jelenleg azonban csak csekély változásokat mutat 8,0 magnitúdó táján.

*NASA Solar System and Beyond,  
2021. márc. 4. – Mpt*

### Jelentősen változik a Szaturnusz tengelydőlése

Közismert tény, hogy a bolygók hatására Földünk forgástengelye 26 ezer év alatt egy kört ír le az éggömbön, ugyanakkor a nagy tömegű Hold stabilizáló hatásának köszönhetően a tengely dőlésszöge csak roppant kis mértékben változik. A legutóbbi kutatások alapján a Szaturnusz esetében a tengelyferdeség még az eddig gondoltnál is nagyobb mértékben ingadozik.

A francia CNRS és a Sorbonne kutatói által közzétett tanulmány szerint a gázóriás holdjainak hatása okozza a forgástengely dőlésszögváltozását, ami a következő néhány milliárd év során a jelenlegi 27 foknál is nagyobbra növekszik majd. A korábbi megfigyelések már igazolták, hogy a Szaturnusz holdjai (beleértve a legnagyobb Titant is)

távolodnak a bolygótól, méghozzá a korábban gondoltnál gyorsabban. A kutatók e magasabb távolodási sebességet a modellbe beépítve összefüggést találtak a holdak távolodása és a bolygó forgástengelyének dőlésszöge között.

Az új modell szerint a hatás csak nemrégiben jelentkezett. A bolygó formálódását követő időszakban a Szaturnusz forgástengelye szinte merőleges volt pályasíkjára, csak kis mértékben ingadozott. A holdak távolodása azonban nagyjából egymilliárd évvel ezelőt elérte azt a határt, ahol a fellépő rezonanciahatások (többek között a Neptunusz) hatására a forgástengely egyre jobban megdőlt, mígnem elérte a mai 27 fokos helyzetét. Az új modell szerint a Neptunusz pályájának megváltozása miatt fellépő hatás mintegy egymilliárd éve jelentkezett, és a jelenlegi, átmeneti állapotot követően akár a mostani érték kétszeresét, több mint 50 fokot is elérheti majd.

Minden valószínűség szerint a Jupiter esetében is hasonló változásoknak nézünk elébe: a holdak (köztük a négy nagy Galileihold) távolodása, valamint a legnagyobb bolygó esetében az Uránusszal fennálló rezonancia miatt a következő ötmilliárd év során a bolygó jelenlegi 3 fokos tengelyhajlása akár a 30 fokot is elérheti.

*Centre national de la recherche scientifique,  
2021. január 18. – Ujhelyi Borbála*

### Meteoritbecsapódás a Merkúron

Immár rendszeresen folyik égi kísérőnk folyamatos megfigyelése a felszínébe csapódó apró égitestek felderítése érdekében. A viszonylag nagy fénygyűjtő képességű, érzékeny kamerákkal felszerelt műszerek a meg nem világított részen keresik a becsapódások során század-tizedmásodpercekig tartó felvillanásokat.

Habár más naprendszerbeli bolygón eddig nem sikerült ilyen közvetlen módszerrel hasonló jelenséget kimutatni, most úgy tűnik, közvetett jelek mutatnak arra, hogy a Merkúr esetében már sikerült észlelni egy ilyen becsapódás utóhatásait. A NASA Messenger nevű szondája 2004-ben indult



## meteor

a Merkúrhoz vezető útjára, majd tíz évvel ezelőtt, 2011. március 11-én állt pályára a legbelső bolygó körül. A szonda a bolygó térképezésén túl annak rendkívül ritka légkörét is vizsgálta. A kutatók nemrégiben a Messenger FIPS nevű műszerének adatait átvizsgálva érdekes felfedezést tettek: 2013. december 21-én, a felszín felett mintegy 5300 km-es magasságban folytatta a bolygóhoz még kötött, de rendkívül ritka felsőlégkör (exoszféra) vizsgálatát. Ennek során a részecskeszámlálók a szokásos 0,01 részecske/cm<sup>3</sup> helyett hirtelen ennek tízezerszeresét detektálták. Mivel a napfény a Merkúr felszínéről származó semleges atomokat ionizálja, ezen töltött ionokat a műszer képes volt azonosítani, sebességüket és haladási irányukat meghatározni. Az adatok gondos elemzésével minden egyéb lehetőséget kizárva arra a következtetésre jutottak, hogy a Messenger a bolygóba csapódó égitest által okozott kidobódás anyagfelhőjét érzékelte. A számítógépes modellek alapján a becsapódó meteoroid körülbelül 1 méteres lehetett.

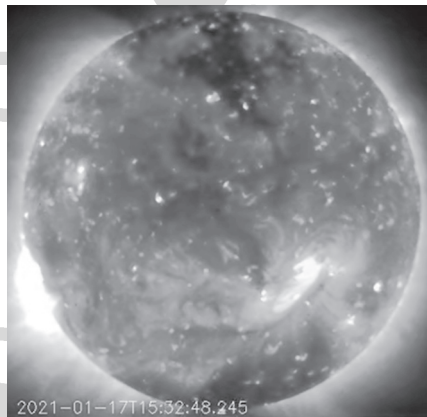
A felfedezés érdekessége, hogy az ESA már úton levő BepiColombo szondájának segítségével remény van a frissen, alig nyolc éve keletkezett kráter azonosítására is, a szonda 2025. december 25-ére tervezett érkezését követően.

*Johns Hopkins Applied Physics Laboratory,  
2021. január 29. – Tóth Imre*

### Közös Nap-megfigyelések a Parker-szondával

A 2018-ban felbocsátott Parker Solar Probe minden eddigi űreszköznél közelebről vizsgálja központi csillagunkat, elsősorban a napszél kialakulását és felszíni forrásait kutatja. Pályáján haladva időnként jelentős közelítéseket hajt végre. A hetedik ilyen közelítés során, 2021. január 17-én különösen kedvező helyzetbe került, mivel ekkor mind a földfelszíni, mind pedig a napkutató szondák hasonló szögből figyelheték meg Napunkat. A Parker napkutató szonda, az SDO, a NASA THEME szondáinak, valamint földfelszíni megfigyelések ada-

tainak összevetése pedig kulcsfontosságú a Nap komplex jelenségeinek vizsgálatában, atmoszférájának és működésének teljes megértésében.



Pillanatkép a Japán Hinode napmegfigyelő űrtávcső fedélzetén röntgentartományban működő XRT műszer felvételeiből január 17-éről, a Parker-szonda Nap-közelítésének időszakából (JAXA/NASA/Hinode)

A Solar Dynamics Observatory (SDO) például 2009 óta folytatja megfigyeléseit, több hullámhosszon, igen gyakran készíttet felvételeket csillagunk teljes korongjáról. Az extrém ultraibolya tartományban (211 angström) készült felvételektől (amelyeken a mintegy 1,5 millió kelvines, rendkívül forró aktív területen röntgenfényesek, a koronalyukak pedig sötétek) egészen a látható fény tartományáig (amelyben a jól ismert napfoltok is megfigyelhetők) terjed a megfigyelések spektruma. A Parker és az SDO megfigyeléseinek összevetése segíthet az intenzív napszelet kibocsátó felszíni területek azonosításában és behatóbb vizsgálatában. Az IRIS műszernek a naplégkör legalsóbb rétegeire vonatkozóan végzett, január 17-ei megfigyelései intenzív és bonyolult szerkezetű mágneses tér jelenlétét mutatták ki olyan területek felett, melyek közelében a Parker áthaladva később méréseket végezhetett. A megfigyelésekhez hozzájárultak a National Science Foundation által üzemeltetett Global Oscillation Network Group

aföldtekén elszórva elhelyezkedő állomásai. Az itt található műszerek az ún. Zeeman-effektust használják ki, amelynek révén a nagyenergiájú mágneses téren áthaladó elektromágneses sugárzás hullámhossz szerinti szóródást szenved, így a napfelszín mágneses tere is feltérképezhető (a felvételeken a sötét területeken a mágneses tér a Nap középpontja felé mutat, a fehér területeken az irány ezzel ellentétes).

Habár a napszélként kidobódott anyag magával viszi a helyi mágneses teret is, a forrás azonosítása roppant nehéz. Ennek számos oka van: a napszél már eredendően különböző sebességekkel hagyja el a napfelszín; a Nap (differenciáltan) forog; az eredeti mágneses tér is változtatja jellemzőit, maga a napanyag pedig további mágneses mezőkön halad át.

A naptevékenység Földünk környezetére gyakorolt hatását pedig jól mutatják a NASA három THEMIS műholdjának mérési eredményei. Ezen holdak feladata Föld körüli, elnyúlt pályán való keringésük során a töltött részecskékből álló, valamint az elektromos sugárzás jellemzőinek, illetve a mágneses tér tulajdonságainak mérése. Mivel a kidobódott napanyagnak körülbelül 2-3 napra van szüksége Földünk eléréséhez, ennyi idő elteltével észlelte a január 17-ei esemény hatását a THEMIS-E szonda. Az eszköz a reggeli időszakban Földünkhöz közeledően áthaladt a Van Allen-féle sugárzási övön, majd pályáján továbbhaladva kifelé ismét áthatolt rajta. Működése során észlelte, hogy a napszél hatásai átmenetileg a Földet védelmező mágneses pajzs határvidékét a bolygónk felé tolták el (azaz a burok összenyomódott), a napszél ingadozásának megfelelően ez a réteg a földfelszínhez képest fel-le mozgott, aminek hatására a szonda több alkalommal lépte át ezt a határt. A Földet védő burkon kívül tartózkodva észlelte, hogy a napszél haladási sebessége a szokottnál valamivel lassabb, ugyanakkor sűrűségére a szokott érték duplája adódott.

A megfigyeléssorozat jól mutatja, hogy a Nap összetett jelenségeinek, valamint azok üridőjárásra gyakorolt hatásainak megérté-

séhez mind térben, mind megfigyelési technikában széles területet lefedő műszerek együttes használatára van szükség.

*NASA Parker Solar Probe, 2021. márc. 5. – Mpt*

### Napenergiát a Holdra!

Habár a legutóbbi holdraszállás óta lassan fél évszázad is eltelt, a tervek között előkelő helyen szerepel az égi kísérőnkre való visszatérés, majd állandó holdbázisok létesítése. Folyamatos emberi jelenléthez és munkához – a földi utánpótláson túl – alapvetően vízre és energiára van szükség. A különféle szondák eredményei alapján bizonyos, hogy a pólusok közelében levő kráterek napfény által sosem ért részein található felhasználható víz, azonban éppen a napfénytől való elzártság nehezíti a szokásos, napelemekkel történő energiaellátást. Igaz ugyan, hogy a folyamatosan árnyékban levő területek mellett folyamatosan napfényben fürdő csúcsok is léteznek, azonban a jelek szerint ezek területe viszonylag csekély jelentős teljesítményű napelemtelepek létrehozásához.

A Harvard Egyetem kutatói úgy gondolják, hogy a megoldást a felfelé való terjeszkedés jelenti: minél magasabb tornyok építése a megfelelő helyeken. Bár egyelőre még emberek újbóli leszállása a Holdon a jövő zenéje, a kutatók alaposan körüljárták az akár több kilométer magas tornyok építésének lehetőségét. A Földön ilyen magas építmények elképzelhetetlennek tűnnek (a Burdzs Kalifa magassága 828 m), a Hold esetében számos körülmény kedvezően befolyásolja az építkezést. A helyszíni regolitból előállítható beton alkalmas építőanyagként tűnik. A kisebb tömegvonzás következtében a struktúra tartólemeire a földihez képest csak hatodakkora terhelés nehezedik, továbbá nem kell számolni sem szélviharakkal, sem pedig szeizmikus aktivitással. A kutatók szerint 20 cm falvastagsággal akár 17 (!) kilométeres magasság is elérhető lenne, de praktikus okokból legfeljebb 1–2 km magasra törő napelemtornyokat lenne célszerű építeni – ilyenek a kutatók szerint akár két évtizeden belül valósággá válhatnak.

*Universe Today, 2021. március 9. – Mpt*