

Csillagászati hírek

226 millió galaxis katalógusa a sötét anyag kutatásához

A Dark Energy Survey (DES) 2013 augusztusában indult a legnagyobb égboltfelmérések egyikeként. Célja a galaxisok vizsgálatával, távolságának mérésével a kozmosz fejlődésének tanulmányozása, különös tekintettel a sötét energia szerepére, amely a modellek szerint az Univerzum nagy léptékű szerkezetének kialakításában játszik fontos szerepet. A program 2019-ben véget ért, azonban az utolsó évek adatainak feldolgozása még néhány évig eltart. Nemrégiben azonban sor került az első három év megfigyeléseiből származó adatok közzétételére. Az adathalmaz az égbolt nyolcadán végzett felmérések alapján mintegy 226 millió galaxis adatait tartalmazza, nagyjából 7 milliárd fényév távolságig.

Az eredmények az ún. Λ CDM modellt lát-
szanak alátámasztani: az Univerzum 68,5%-
a sötét energia (ez a Λ), 26,6% hideg
sötét anyag és mindössze 4,9%-ot tesz ki a

közismert, ún. barionos anyag – az összes galaxis, csillag, ködök, bolygók. Ugyanakkor a felmérés szerint az Univerzum kevésbé „csomósodik” (l. a kozmikus háttérsugárzásban megfigyelhető foltok méretét), mint azt a modell előre jelezte.

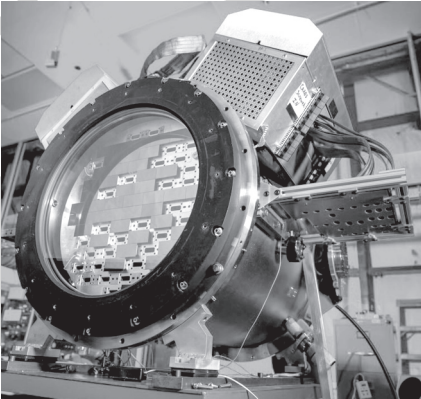
A felmérés kulcsfontosságú eszköze az 570 megapixeles Dark Energy Camera, amely a 4 méteres Blanco Távcső (Chile) direkt fókuszában készített 90 másodperces felvételeket négy teleholdnyi égterületről. A teljes felmérés mintegy 5000 négyzetfokot fedett le, minden vizsgált területről legalább 10 felvétel készült, 23,3 magnitúdós határfényességig. Tíz kiválasztott, alaposabban vizsgált égrészen a határfényesség még ennél is jobb volt.

A rendszer a galaxisok fényességét öt különböző hullámhosszon mérte a látható és a közeli infravörös tartományban. Az adatokból meghatározták a fotometriai vöröseltolódás értékét, amely közelítő, de megbízható távolságmérési módszer.



A kiválasztott tíz különleges terület egyike, melyen a Dark Energy Camera a szokottnál jóval hosszabb expozíciós idővel rögzítette a galaxisok képeit. Leszámítva néhány kisbolygó nyomát és pár, Galaxisunkhoz tartozó előtércsillagot, a képen csak galaxisok láthatók (Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA; T.A. Rector/M. Zamani/D. de Martin)

Az Univerzum szerkezetének fejlődését a különböző távolságban levő – így különböző korú – galaxishalmazok megfigyelésével vizsgálták. Ezen felül kihasználták az ún. gyenge gravitációs lencsésítés jelenségét is a sötét anyag eloszlásának vizsgálatára. A teljes adathalmaz feldolgozását a National Center for Supercomputer Applications (University of Illinois) végezte.



A Dark Energy Survey 570 megapixeles kamerája (DOE/FNAL/DECam/R. Hahn/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA)

Érdekesség, hogy nemrégiben hasonlóan nagy léptékű galaxisspektrum-felmérési program indult a Kitt Peak National Observatory-ban (Arizona), egy szintén 4 méteres távcső segítségével. A tervek szerint a Dark Energy Spectroscopic Instrument több tízmillió galaxis és kvazár spektrumát fogja felvenni a következő öt év során. Hasonló, még nagyobb és „mélyebb” felmérést fog végezni a tervek szerint 2022-ben felbocsátandó Euclid műhold, amely a most közreadottnál tizenötször több, mintegy 3,4 milliárd galaxist vizsgál majd egészen 10 milliárd fényévig, távolságaik mérésével és spektrumaik felvételével. Ezek a jövőbeli felmérések nagyobb adatmennyiségükkel és pontosabb méréseikkel hozzájárulnak majd a LCDM modell ellenőrzéséhez, esetleges pontosításához.

Sky and Telescope, 2021. május 28.

– Molnár Péter

Gyors rádiókitörések spirálkarokból

A gyors rádiókitörések (FRB) az Univerzum rejtélyes jelenségei közé tartoznak. Az elő-rejelezhetetlen irányból érkező, rendkívül rövid kitörések forrásai ezredmásodpercek alatt bocsátanak ki Napunk egy éves működésének megfelelő energiát. Forrásuk, kialakulásuk mechanizmusa egyelőre teljesen ismeretlen.

Az első gyors rádiókitörést archív adatokban találták 2001. július 24-én, a Parkes-rádiótávcső adatait elemezve. Az azóta eltelt időben körülbelül ezer hasonló jelenséget sikerült észlelni, azonban ezek közül csak 15-öt lehetett kisebb-nagyobb bizonytalansággal galaxisokhoz kötni. Kialakulásuk módjának tisztázásához az első lépés keletkezésük pontos helyének meghatározása – ebben pedig a Hubble-űrtávcső rendkívüli felbontóképessége jelenthet segítséget.

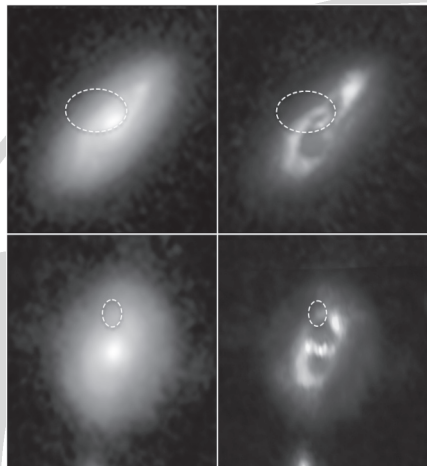
A nemrégiben vizsgált nyolc FRB-esemény közül az elsőt 2017-ben, a maradék hetet 2019-2020-ban észlelték. A nyolc jelenségből a Hubble-űrtávcső kiváló felbontóképességének hála öt esetben sikerült megállapítani, hogy a kitörések forrása nagy tömegű, fiatal spirálgalaxisok karjában helyezkedik el. Ezeket a rendszereket abban az időszakban látjuk, amikor Világegyetemünk jelenlegi életkorának még csak felénél tartott.

A megfigyelések ultraibolya és közeli infravörös tartományban történtek. Ultraibolya tartományban a fiatal, nagy tömegű csillagok kiválóan kirajzolják a spirálkarok legfényesebb részeit, míg a közeli infravörös tartományban végzett megfigyelések segítségével a galaxis tömege becsülhető, illetve az idősebb csillagpopuláció elhelyezkedése vizsgálható. A megfigyelések szerint az egyes galaxisok igen nagy eltérést mutattak: akadtak köztük szorosabban feltekt, vagy lazábban csatlakozó spirálkaros rendszerek is. A megfigyelések alapján bár az FRB-k pontos szülőobjektumait még nem sikerült azonosítani, néhány szóba jöhető objektumot mégis sikerült kizárni.

Mivel a rádiókitörések nem a spirálkarok legfényesebb részéből érkeztek, így valószínűleg nem nagy tömegű, fiatal, felrobba-

meteor

nó csillagok lehetnek a jelenségek forrásai. Neutroncsillagok összeolvadása is kizárható, mivel ezek az égitestek általában a spirálkaroktól távolabb, idősebb, csillagkeletkezést már kevésbé mutató galaxisokban fordulnak elő.



Két FRB forrása szülőgalaxisaikon belül. Balra: az eredeti felvételek, jobbra a feljavított és kontrasztosított képek láthatók, melyeken a spirálszerkezetek tanulmányozhatók. A felső jelenség az FRB 190714, az alsó az FB 180924 jelzést viseli, az FRB-k forrása a szaggatott vonallal határolt területen belül volt (NASA, ESA, Alexandra Mannings (UC Santa Cruz), Wen-fai Fong (Northwestern), képfeldolgozás: Alyssa Pagan (STScI))

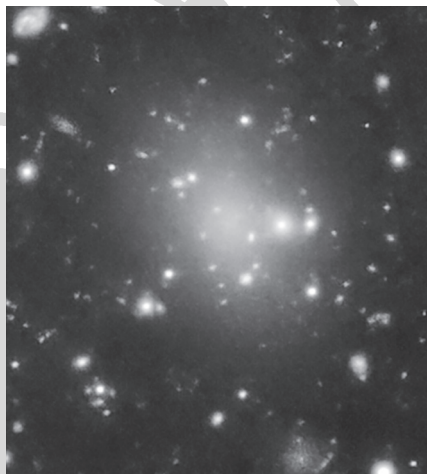
Az új megfigyelések összhangban állnak az eddigi legelfogadottabb modellel, amely szerint a gyors rádiókitörések forrásai magnetárok, azaz rendkívül erős mágneses terű fiatal neutroncsillagok. Ezt támasztja alá az a tény is, hogy tavaly a Tejútrendszerben felfedezett FRB forrása egy ismert magnetárt is magában foglaló térrész volt.

Bár a pontos forrás és a kialakulás mechanizmusa egyelőre nem tisztázott, a Hubble-űrtávcső kiváló felbontása olyan galaxisok vizsgálata esetén is pontosan behatárolhatja az FRB keletkezésének helyét, amely galaxisok szerkezete földfelszíni távcsövekkel nem tanulmányozható.

NASA Hubble, 2021. május 20. – Mpt

Szellemgalaxis

Az alábbi felvétel középső részén megfigyelhető UDG4 jelű objektumot az ESO VST égboltfelmérő távcsövével örökítették meg. A galaxis jelölésében az UDG (Ultra Diffuse Galaxy, rendkívül diffúz galaxis) jelzés kiválóan mutatja e tejútrendszer főbb jellemvonását. Az UDG4 mintegy százszor nagyobb saját Galaxisunknál, a benne levő csillagok száma azonban alig század-ezredrésze a Tejútrendszer csillagpopulációjának.



Az UDG4 a VST műszerrel készült felvételen (ESO)

A hasonló, rendkívül diffúz galaxisok igen halványak. Belsejükből a következő csillaggenerációk létrejöttéhez szükséges gázanyag is hiányzik. Eredetük egyelőre ismeretlen, egyes modellek szerint (hasonlóan a csillaggá válás folyamatában elakadt, végül barna törpévé váló objektumokhoz) valódi galaxissá fejlődésüket a csillagok kialakulásához szükséges gáz utánpótlásának megszakadása okozta kialakulásuk korai szakaszában.

A felvétel a VST Early-type Galaxy Survey (VEGAS) program keretében készült, melynek célja a galaxishalmazokban levő igen halvány, diffúz objektumok kutatása.

www.eso.org, 2021. május 31.

– Ujhelyi Borbála

A Juno a Ganymedesnél

Június 7-én a NASA Juno műholdja alig 1000 km-re suhant el a Jupiter legnagyobb holdjának felszíne felett. Ez a Galileo-szonda 2000. évi közelítése óta a legszorosabb látogatás a Jupiter óriásholdjánál. A Juno most méréseket végzett a hold összetételére, ionoszférájára és magnetoszférájának jellemzőire nézve. A Ganymedes közelében uralkodó sugárzási viszonyok elemzésével a jövőbeli szondák tervezéséhez is fontos adatokat szolgáltat. A hold vizsgálata azért is különösen fontos, mert a Merkúrnál is nagyobb égitest az egyetlen kísérő a Naprendszerben,



A Juno friss felvétele a Ganymedesről (NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS)

melyet magnetoszféra vesz körül. A nagyméretű hold felszínét különféle albedójú területek szabdalgják, ami arra utal, hogy a felszínt fedő jég eltérő mértékben és különböző anyagokkal szennyezett. A Juno fedélzetén levő Microwave Radiometer (MWR) segítségével a szonda méréseket végezhet a jégfelszín különböző mélységeiben is, első alkalommal vizsgálva a mélyebben fekvő jégrétegek pontos összetételét is.

A vizsgálatok eredményei alapján az egyes jégrétegek kialakulásának, valamint a felszín fejlődésének folyamatai is tanulmányozhatók lesznek majd. Az eredményeket az ESA jövőbeli, JUICE nevű szondájának vizsgálatai egészítik majd ki, amely különböző hullámhosszakon végez majd radar-méréseket a tervek szerint 2032-ben.

A Juno X és Ka sávban történő rádióadásainak vizsgálata a hold által okozott fedések során a Ganymedes ritka ionoszférájának jellemzőiről szolgáltat fontos adatokat. Ezen megfigyeléseken túl a szonda általában navigációt segítő Stellar Reference Unit (SRU) nevű, sugárzás ellen megfelelően védett kamerája speciális felvételek készítésével a Ganymedest körülvevő sugárzási övezetről gyűjt majd adatokat. A felvételeken a becsapódó nagyenergiájú részecskék hatására pontok, vonalak jelennek meg, melyek számából, kiterjedéséből és irányából lehet következtetni a sugárzás jellemzőire. Mindezekkel egyidőben az Advanced Stellar Compass kamera az árnyékolásán átjutó nagyenergiájú elektronok számát határozza majd meg negyed másodperces időfelbontással.

A szonda természetesen látható tartományban is készített a Voyagerek és a Galileo képeihez hasonló, illetve annál jobb felbontású felvételeket, melyek segítségével a holdon esetleg lezajló, néhány évtized alatt megfigyelhető változások lesznek tanulmányozhatók. Ezek alapján a kráterek számának meghatározásával, illetve a kráterűrűség különböző pontokon meghatározott értékével a napjainkban a külső Naprendszerben levő kisebb égitestek száma becsülhető meg.

A XXI. századi technológiával megvalósított, autonóm módon végrehajtott rendkívüli közelítés során a Juno igen nagy sebességgel mozgott a holdhoz képest. Kiterjedés nélküli fénypontból maximális méretét mutató korongig és vissza egyetlen fényponttá mindössze 25 perc alatt változott a Ganymedes kiterjedése a felvételeken.

NASA Jupiter, 2021. június 3.

– Molnár Péter

meteor

Fénylő felhők a Marson

A NASA Curiosity rovere március 19-én fénylő felhőket örökített meg a Mars égboltján az ottani esti szürkületben. A rendkívül ritka légkörben a felhők kialakulása is igen ritka esemény, általában a bolygó egyenlítői régiójában figyelhetők meg az év leghidegebb időszakában, amikor a Mars naptávolban tartózkodik. Ez alkalommal azonban a szakemberek által vizsgált felhők korábban és nagyobb felszín feletti magasságban jelentkeztek. A szokásos 60 km-es magasság helyett (ahol jégkristályokból álló felhők képződnek általában), ebben az esetben a felhők jóval magasabban, azaz alacsonyabb hőmérséklet mellett jöttek létre, ennek megfelelően anyaguk is valószínűleg szárazjég.

Idén az első felhők január végén jelentkeztek. A felhők fénylésének oka a légkörben lebegő jégkristályok, melyek a lenyugvó Nap fényét szórva világítanak a felszínről nézve, sok esetben változó színárnyalatokban. Ezek a világító felhők nemcsak érdekes és szép látványt jelentenek, de vizsgálatukkal a marsi felhőképződés folyamata is tanulmányozható, beleértve az eddig megfigyelt felhőktől való eltérésük okait is.

A felhők finomszerkezete legjobban a Curiosity fekete-fehér navigációs kamerájának felvételein tanulmányozható. A földi éjszakai világító felhőkhöz hasonlóan ezek a képződmények is fényesen ragyognak a sötétedő égbolton egészen addig, míg nagy magasságukban a Nap még megvilá-

gítja őket. Eltűnésük ideje ezáltal támpontot adhat pontos magasságuk meghatározásához.

NASA Mars Curiosity, 2021. május 28. – Mpt

Vissza a Vénuszra!

A szovjet Venyera-9 elsőként szállt le egy idegen bolygó, a Vénusz felszínére, immár 46 évvel ezelőtt. Az elmúlt évtizedekben némileg csökkent az érdeklődés a Földünk növényeként is említett, de gyökeresen más tulajdonságokat mutató világ iránt. Leszámítva az 1990-es években működött Magellanszondát, az 1985-ös szovjet Vega-2-t, valamint a 2015 óta a bolygó körül keringő Japán Akacuki-szondát, a nemrégiben kiválasztott két szonda lesz hosszú évtizedek óta az első, kifejezetten a bolygó kutatására indított szonda.

A NASA Discovery programjában az egyes, célzott kutatásokra tervezett szondák fejlesztésére 500 millió dollárt biztosít az ügynökség, amihez hozzájárulnak még az indítással és a további működtetéssel kapcsolatos költségek. A legutóbbi döntés értelmében a DAVINCI+ és a VERITAS nevű programok nyerték el a támogatást, míg az Io holdat vizsgáló Io Volcano Observer, valamint a Neptunusz Triton holdját tanulmányozó Trident program nem kap támogatást.

Mindkét szonda célja a bolygó múltjának, fejlődéstörténetének vizsgálata. Különös tekintettel arra, hogyan válhat egy Földhöz



A marsi égen megjelent fénylő felhők a Curiosity Rover 2021. március 19-i felvételén (NASA/JPL-Caltech/MSSS)

hasonló bolygó valódi pokollá az üveg-házhatású gázok révén, illetve létezett-e a bolygó történetében az élet számára kedvező időszak.

A Deep Atmosphere Venus Investigation of Noble gases, Chemistry and Imaging (DAVINCI+) elsősorban a Vénusz légkörének összetételét és fejlődését vizsgálja majd. Gömb alakú leszállóegysége a mintegy 63 percig tartó ereszkedés során folyamatosan végez mintavételezést, elemzi a légköri



Fantáziakép a DAVINCI+ Vénusz felszínére ereszkedő egységéről (NASA/GSFC)

gázok koncentrációját, illetve vizsgálja a helyi időjárás alakulását. Bár lézerspektrométerét elsősorban nem erre tervezték, képes lesz a nemrégiben sok vitát kiváltott foszfin kimutatására is. Keringőegysége fontos szerepet játszik majd az adatok Földre való továbbításában, emellett nagy felbontású felvételeket készít, kiemelt figyelemmel a tesszerákra, melyek a bolygó legősibb területei.

Technológiai próbaként a szondán kap helyet a Compact Ultraviolet to Visible Imaging Spectrometer nevű műszer is. Nagy felbontású ultraibolya megfigyelé-

sekkel elsősorban azt a titokzatos anyagot keresi, amely a Napból érkező energia közel felének elnyeléséért felel.

A Venus Emissivity, Radio Science, INSAR, Topography and Spectroscopy (VERITAS) szonda feladata három dimenziós, részletes térkép készítése a bolygó felszínéről, miközben esetleges jelenkori, vagy múltban lezajlott geológiai aktivitás, lemeztektonika nyomainak kutat. Célja az esetleges jelenkori vulkánosság jeleinek detektálása – amennyiben napjainkban is vulkanikusan aktív a bolygó, ez magyarázatot adhat a foszfin létrejöttére biológiai folyamatok nélkül. A szondán a Vénusz bolygóhoz juttatott technológiai kísérlet, a Deep Space Atomic Clock-2 rendkívüli pontosságú órajeleket szolgáltat majd jövőbeli rádiós megfigyelések, valamint a szondák pályájának pontos koordinálására. Mindkét szonda 2028–2030 körül indul majd a tervek szerint.

Sky and Telescope, 2021. június 4. – Mpt

Műholdflotta a Hold körül is?

Földünk körül – nem számolva a működésképtelen műholdakat, illetve az űrszemét kisebb-nagyobb törmelékeit – több ezer hasznos műhold kering, közöttük időjárás-előrejelző, erőforrásfigyelő, vagy éppen navigációs műholdak. Nemrégiben pedig megkezdődött a globális internetelérést biztosító – a csillagászati munkát ugyanakkor megkeserítő – Starlink-műholdflotta felbocsátása is.

Tekintettel a Hold iránt ismét fellángoló érdeklődésre, amelynek során a következő években számos nemzet igen sok holdszondája, keringőegysége áll Hold körüli pályára, illetve roverk vagy akár embert is szállító űrhajók szállnak le felszínére, az Európai Űrügynökség (ESA) immár a szükséges kommunikáció és helyzetmeghatározás biztosításának kérdésével foglalkozik. Ezzel elhárulnának olyan akadályok, melyek a közvetlen rálátást igénylő rádió-kommunikációból fakadnak (emiatt szálltak le az Apollo-program űrhajóisai is alacsony szélességi körökön, a Hold tőlünk látható oldalán).

meteor

A Moonlight nevű műholdflotta két cég konzorciumaként (Surrey Satellite Technology és Telespazio) valósulhatna meg, később lehetőséget adna kisebb nemzeteknek, vagy magáncégeknek is a programban való részvételre. A 3–4 műholdból (valamint az azonos pályán keringő tartalékokból) álló rendszer a tervek szerint a teljes holdfelszín elérését lehetővé tenné, továbbá a földi GPS-rendszerhez hasonlóan navigációs segítséget nyújtana a Holdon dolgozó rovereknek vagy űrhajósoknak. A rendszer alapjául az ENSZ irányítása alatt kidolgozandó egységes GPS-szabvány szolgálna. A rendszer megvalósíthatósági tanulmánya 2022-re készül el, a valódi fejlesztési munka 2023-ban kezdődhetne meg, a műholdak pályára állítása pedig mintegy 4–5 évet vesz majd igénybe.



A Moonlight műholdhálózat sematikus ábrája (ESA)

A rendszer számos más programhoz kapcsolódik. Ilyen például az ESPIRIT (European System Providing Refueling Infrastructure and Telecommunications) modul a Lunar Gateway platformon, amely legkorábban 2024-ben kerülhet Hold körüli pályára. A Lunar Pathfinder, amelynek indítását 2024-re tervezik, technikai kísérlete lesz a holdfelszínen akár 1 méteres pontosságú helyzetmeghatározást lehetővé tevő Moonlight hálózatnak. A híradás nem foglalkozik azzal a kérdéssel, hogyan befolyásolja majd a műholdhálózat a Hold

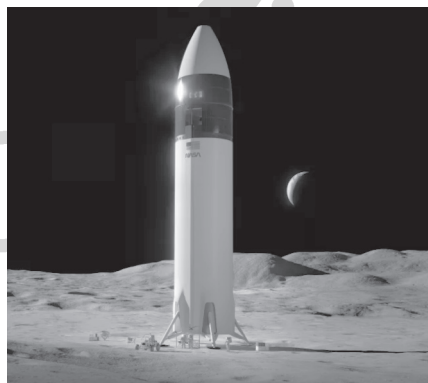
túlföldalára, a földi rádióadásoktól mentes rádiócsendet kihasználó hatalmas, tervezett rádiótávcsövek működését.

Sky and Telescope, 2021. május 21. – Mpt

Többféle leszállóegység indulhat az Artemishez

Június 8-án az Egyesült Államok Szenátusa elfogadta azt a javaslatot, melynek értelmében közel 250 milliárd dollárt fordítanak majd tudományos és technológiai kutatásokra. Az összegben mintegy 10 milliárd dolláros tételként szerepel a Holdra embert juttatni képes egységek magáncégek általi, a NASA számára történő kifejlesztését támogató összeg. A javaslat célja az Egyesült Államokon belüli kutatási és fejlesztési munkák ösztönzése, amely révén az ország a remények szerint ipari és technológiai előnyre tehet szert (elsősorban Kínával szemben).

A 10 milliárdos összeget a NASA az Artemis program keretében fogja felhasználni, melynek célja folyamatos emberi jelenlétet lehetővé tevő holdi környezet kialakítása a 2020-as évek végére. A program részeként áprilisban jelentették be, hogy a hivatali 2,9 milliárd dollár értékű szerződést kötött a SpaceX céggel a Starship nevű eszköz fejlesztésére, illetve annak az Artemis program leszállóegységeként való felhasználására (a Starshipet két másik jelölttel szemben



Fantáziakép a Starship leszállóegységről a Hold felszínén (SpaceX)

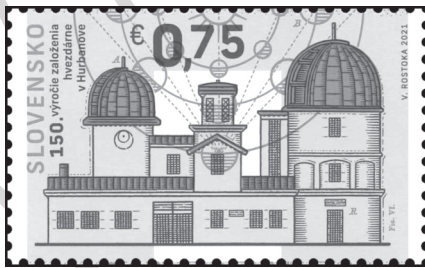
választották ki, melyek egyike a Blue Origin cég fejlesztése volt). A döntés ellen természetesen mindkét cég tiltakozott – akkor a NASA költségvetése nem tette lehetővé két leszállóegység fejlesztésének támogatását.

Most azonban, az új költségvetéssel úgy tűnik, ismét legalább két leszállóegység fejlesztését fogják támogatni, bár egyelőre nem dől el, hogy a két, korábban kiesett cég közül melyik fogja ezt a feladatot elvégezni.

Space.com, 2021. június 9. – Mpt

150 éves az Ógyallai Csillagvizsgáló

A Szlovák Posta 400 ezer példányban megjelentetett, 44,0 x 26,5 mm-es, 75 eurocent értékű bélyeggel emlékezik meg az Ógyallai Csillagvizsgáló fennállásának 150 éves jubileumáról. Az akkoriban Magyarországhoz tartozó településen alapította meg obszervatóriumát Konkoly Thege Miklós 1871-ben. Fő célja magas színvonalú tudományos munka végzése volt, így magáncsillagvizsgálóját különös odafigyeléssel alakította ki, műszerei is világszínvonalúak voltak. A csillagvizsgálóban nemzetközi szinten is elismert munka folyt. A meteorok és üstökösök megfigyelése mellett bolygók észlelésével, valamint spektroszkópai megfigyelésekkel foglalkoztak. Konkoly maga is számos kiváló műszert tervezett és épített meg. 1899-ben ógyallai birtokát és az obszervatóriumot a magyar államnak adományozta.



Csehszlovákia 1918-as megalakulását követően a csillagvizsgáló a csehszlovák állam tulajdonába került. Itt helyezték el Csehszlovákia akkori legnagyobb, 60 cm-es tükrös távcsövét. A második világháború az obszervatóriumban folytatott munkát mint-

egy negyed századra megszakította. Végül az 1960-as évek közepén kezdődött újra működni a csillagvizsgáló, amely 1969 óta nagy részt vállal a csillagászat népszerűsítéséből és az ismeretterjesztésből, tudományos kutatás terén pedig elsősorban a Nap megfigyelése áll a középpontban.

www.postoveznamky.sk, M. Vidovenec – Mpt

Úrturizmus és egészségügy

Az űrrepülés veszélyes üzem. A legjobb kiképzett űrhajósok számára is adódhatnak váratlan és veszélyes helyzetek. Elég csak a világűr hidegére, a mikrogravitációs környezetre, a fokozott sugárzásra, vagy éppen a nagy gyorsulási terhelésre gondolni. Az űrturizmus korszakában rohamosan fog növekedni az űrutazók száma. Ez a korszak pedig nincs messze: a legismertebb cégek mellett várhatóan újabbak alakulnak majd.

Míg az űrhajósokkal szemben komoly egészségügyi követelményeket támasztanak, a turisták egészségi állapotára nézve semmiféle megkötés nincs. A szabályozás hiányának oka az, hogy pl. az Egyesült Államokban a Szövetségi Repülési Hivatal nem szabhatja meg az űreszközökre vonatkozó biztonsági előírásokat. Mindenképpen szükséges lenne megfelelő szabályozás kidolgozása, az eszközök ellenőrzésére, a repülésre alkalmasnak minősítésére pedig rendszeres és alapos átvizsgálás. Másik oldalról – hasonlóan egyes veszélyes sportágakhoz – a cégeknek tájékoztatniuk kell az űrutazókat az eszközök pontos felépítéséről, fontos tudnivalókról, beleértve a múltban előfordult problémákat, továbbá nyilatkozniuk kell, miszerint a kockázatokat megismerték, és ezek tudatában vállalkoznak a repülésre. Bizonyos esetekben így is előfordulhat, hogy egy katasztrófa esetén súlyos kártérítési perek indulhatnak. További lehetőségek között szerepel a minimális egészségügyi követelmények megfogalmazása, az űrhajósok elsősegélynyújtásánál mélyebb kiképzése, illetve minden egyes űrutazás alkalmával egy-egy orvos utaztatása az űrállomásra.

Astronomy.com, 2021. június 7. – Mpt