

Csillagászati hírek

Búcsú egy űrtávcsőtől

A terveknek megfelelően az ESA Herschel űrtávcsöve befejezte működését, miután a rendszerek hűtésére használt, eredetileg mintegy 2300 liternyi folyékony héliumkészlete 2009. májusi működésbe állása után teljesen kimerült (l. Meteor 2009/11.). A folyékony hűtőanyag párolgása a műszerek hűtéséhez volt elengedhetetlenül szükséges, mivel ezeket rendkívül alacsony hőmérsékleten kellett tartani a jelenleg rendkívül hosszú hullámhosszúságú (azaz alacsony hőmérsékletű) sugárzás megfigyeléséhez. A műszerek hőmérsékletének emelkedése egyértelműen jelezte a hűtőanyag teljes kifogyását, amivel a szonda három esztendőre kiterjedő kutatómunkája ért véget.

A Herschel minden téren felülmúlta a kutatók várakozásait, és felhalmozott adathalmaza még sok éven át ad munkát a világ csillagászaiknak: működése során összesen 35 000 megfigyelést végzett 600 különféle programja számára, amelyek összességében mintegy 25 ezer órányi megfigyelési időt jelentettek. Mindezen programokat mintegy 2000 órányi kalibrációs mérésorozat előzte meg a pontos működés érdekében. A kutatók szerint a felhalmozott adatsorok alapján a következő években sokkal több tudományos felfedezés születethet, mint a Herschel működésének éveit alatt. A tudományos felfedezések mellett az űreszköz igen fontos szerepet játszott a különféle európai tudományos és oktatási intézmények közötti együttműködés kialakításában. A szondában többek között teljesen egyedi és újszerű hűtőrendszer kapott helyett, műszerének főtükre a valaha az űrbe juttatott legnagyobb távcsőtükör, nem is beszélve a rendkívüli érzékenységű detektorokról, amelyek elsősorban a távoli infravörös sugárzás tartományában érzékenyek. Mindezen technikai eredmények képezhetik majd az ESA következő szondáinak alapjait is.

A Herschel révén bepillantást nyerhettünk a rendkívül fiatal Univerzumban zajló csillag- és galaxiskeletkezési folyamatokba, születő csillagokat rejtő porfelhőkbe és keletkező bolygórendszereket szülő protoplanetáris korongokba, illetve a csillagokat körülvevő üstökösönakba tekinthettünk be. Megvizsgálhattuk a csillagközi molekuláris anyagfelhők kavargását, valamint a bennük kialakuló szálas szerkezetet, amelyekből – amennyiben a helyi gravitációs hatások megfelelőek – szintén új csillag- és bolygórendszerek keletkezhetnek majd, amelyek poranyaga csupán néhány fokkal emelkedik az abszolút zérus fölé. A Herschel az éppen kialakult csillagokat az első néhány millió évben körülvevő sűrű korongban víz jelenlétét is kimutatta több esetben, ráadásul a földi óceánokban található víz több ezerszeresének megfelelő mennyiségben, amely az általunk ismert élet fontos feltétele lesz a kialakuló planetákon.

Szűkebb kozmikus környezetünkben a szonda tanulmányozta a vízjég összetételét a 103P/Hartley 2-üstökösben is – és megállapította, hogy az izotóparányok gyakorlatilag megegyeznek a földi óceánokra jellemző értékekkel, amely alátámasztja a víz üstökösök becsapódásával magyarázott eredetét.

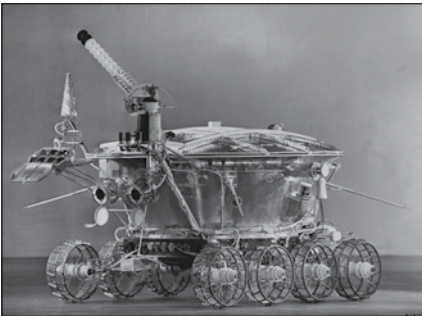
A szonda nemcsak saját Galaxisunkban vizsgálta a csillagkeletkezési viszonyokat, hanem az Univerzum legnagyobb méretskáláin is. A rendkívüli messzeségben, így időben is igen távol levő galaxisok vizsgálatával a korai Univerzumban uralkodó viszonyokat is lehetett tanulmányozni. Ezen csillagotó galaxisok némelyikében több ezer naptömegnek megfelelő új csillag születik, szemben a saját Tejútrendszerünkben megszokott 1 naptömeg/év rátával. Az, hogy miként voltak képesek ezek a korai galaxisok ilyen léptékű csillagkeletkezés fenntartására, egyelőre megoldatlan kérdés. Mindazonáltal a Herschel eredményei arra mutatnak, hogy a fiatal Univerzumban a galaxisok gazda-

gabbak voltak gázban, ami lehetővé tette a csillagképződést a galaxisok ütközése nélkül. A kutatók jelenleg az összegyűjtött adatok elérhetővé tételén dolgoznak megfelelő térképek, illetve katalógusok formájában.

ESA Press Release. 2013. április 29. – Mpt

Lézervisszfény a szovjet korszakból

1970. november 17-én, több mint négy évtizeddel ezelőtt az akkor még létező Szovjetunió Luna-17 jelzésű szondája sima leszállást hajtott végre égi kísérőnk felszínén az Esők Tengerében. A szondából kigördülő Lunohod-1 nevű holdjáró az első, idegen égitest felszínére eljutott távirányítású eszköz volt, amely közel egy éves működése során 10,5 kilométer utat megtéve számos helyen tanulmányozta a felszínt, többek között 500 különböző ponton végzett talajmintavételezési munkát.



A Lunohod-1 szovjet holdjáró

Műszerei mellett egy francia gyártmányú speciális tükörrel is felszerelték, amelynek célja a Földről a holdjáróra irányított lézervfény pontos visszaverése volt. Hosszas működés után az 1971. szeptember 14-én kezdődött holdi éjszaka utáni kapcsolatfelvételi kísérletek kudarcba fulladtak, így az eredetileg 90 napos működésre tervezett eszköz végül 322 földi nap, azaz 11 holdi nap után október 4-én fejezte be hivatalosan küldetését.

Bár az elmúlt évek során reménytelennek tűnt a Lunohod-1 felkeresése lézerral, nemrégiben Jean-Marie Torre és kollégái (Observatoire de la Côte d'Azur) mégiscsak siker-

rel jártak: márciusban sikerült a Lunohod-1 tükrei által visszavert lézervfényt detektálni. A megfigyeléseket összesen 3 éjszakán át folytatták. A lézervisszaverődéses kísérlettel kapcsolatos aggodalmak több okra voltak visszavezethetők. Elképzelhető volt, hogy a rover tükeit holdpor fedte be, vagy a fedelek lecsukódtak az utolsó használat óta, vagy akár az is, hogy végül nem megfelelő szögben állt meg a holdjáró. Végül is az aggodalmak alaptalannak bizonyultak, bár a kezdeti próbálkozások során az időjárási viszonyok nem tették lehetővé a tükrök fényvisszaverő képességének pontos meghatározását.

Hasonló lézerreflektorokat más holdexpedíciók is elhelyeztek a felszínen. Ilyeneket hagytak hátra a Holdon elsőként járt emberek, az Apollo-11 utasai is 1969-ben, de a -14 és -15 legénysége is elhelyezett hasonló eszközöket. A kísérlet során valójában az Apollo-15 által a felszínen hagyott tükröt vették először célba, és csak ezután merült fel a Lunohod-1 megkeresése. A Lunohod-1 pontos helyzete ismeretlen volt egészen 2010-ig, amikor a NASA Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) egyik felvételén sikerült azonosítani mind a Luna-17 leszállóegységet, mind pedig a Lunohod-1 holdjárót, amely mintegy 2,3 kilométerre északra helyezkedik el a leszállási ponttól.

Nem ez volt az első sikeres lézervisszfény a szovjet korszak holdkutató automatájáról. 2010 áprilisában az Apache Point Observatory-ban (Új-Mexikó) az LRO felvételeinek segítségével sikerült pontosan meghatározni a holdjáró helyzetét, és sikerült a lézersugárral eltalálni a tükröt is. Érdekes módon e kísérlet során a kutatók azt tapasztalták, hogy a szovjet űreszköz tükre jóval több fényt ver vissza, mint a Hold felszínén hagyott más, hasonló berendezések.

Átlagos körülmények között a lézervisszfény előidézésének nehézségét a tükröző felület sarkainak eltalálása jelenti, amelyeket ezüstbevonattal láttak el. Ezek használata elsősorban a helyi holdi éjszaka időszaka a megfelelő, ami az újhold utáni néhány naptól az első negyedig terjedő időszakot jelenti. Emellett a március-májusi időszak különösen kedvező, mivel a megfelelő fázisban levő Hold ekkor jár a legmagasabban az égen.

Mivel a Holdról visszaverődő fénysugárnak alig két és fél másodpercre van szűksége az oda-vissza út megtételéhez, a pontos távolságméréshez atomórák pontossága szükséges. Emellett a Földről kibocsátott lézersugár átmérője is növekszik, így intenzitása csökken a Hold elérésekor, aminek következtében csak a kibocsátott fény töredéke verődik vissza. Mindezek azonban megfelelően gondos kivitelezés mellett elegendőek lehetnek a Föld és a Hold mozgásának igen pontos méréséhez: a forgási sebesség meghatározásához, e sebesség apró változásainak észleléséhez, illetve a pálya kicsiny változásainak tanulmányozásához. A Lunohod-1 peremhez közeli elhelyezkedése ugyanakkor lehetővé teszi a librációs mozgások igen pontos mérését is, amely nem csak a Hold forgásával kapcsolatos tudásunkat mélyítheti el, de kísérőnk belső szerkezetébe is bepillantást engedhet.

Space.com, 2013. április 29. – Molnár Péter

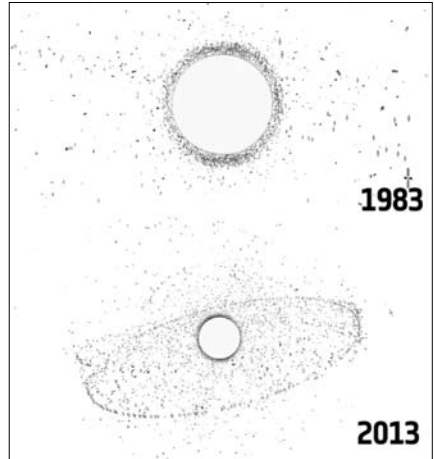
Űr-környezetszennyezés

Több százezerre tehető a Földünk körül különféle magasságokban keringő űrszemét darabjainak száma – kezdve a működésképtelenné vált teljes műholdaktól a felbocsátások során visszamaradt rakétafokozatokon és apróbb alkatrészekon át a már most is viszonylag gyakran előforduló ütközések során tovább aprózódó törmelékdarabkáig (l. pl. Meteor 2011/7–8).

A 6. Európai Űrszemét Konferencia eredményei szerint rendkívül fontos és sürgető feladat a már jelen levő űrszemét mennyiségének csökkentése, valamint a jövőbeli felbocsátások lehetőleg űrszemét-mentes elvégzése. A jövőbeli ürtevékenység tervezésekor törekedni kell a fenntartható űrkutatásra, beleértve a küldetésüket befejezett eszközök biztonságos visszahozatalát vagy megsemmisítését. A modellek szerint már igen közel járunk ahhoz a ponthoz, amelynek átlépése után a jövőbeli űrmissziók egyszerűen túlságosan veszélyesek lennének, így elengedhetlenül szükséges a már jelen levő űrszemét mennyiségének csökkentése. Természetesen

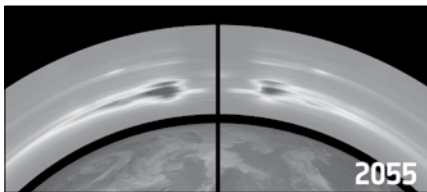
roppant kiterjedt problémáról van szó, így annak kezelése csak nemzetközi együttműködéssel képzelhető el. A probléma mértéke az űrkutatás szempontjából csak a globális klímaváltozás veszélyeinek kb. 20 évvel ezelőtt történt felismerésével mérhető össze.

A probléma fontosságát számszerűen is kifejezhetjük: a jelenleg mintegy 1000 aktív műhold összesített értéke mintegy 100 milliárd euró, azaz egy-egy műhold átlagos értéke 100 millió euró (közel 30 milliárd forint). Egy-egy műhold esetleges elvesztése – például egy használaton kívüli, űrszemétnek minősíthető törmelékkel való ütközés következtében – pedig nemcsak a műhold közvetlen elvesztésével okoz veszteséget, hanem a műholdat felhasználó gazdasági ágazatban is komoly károkat okozhat.



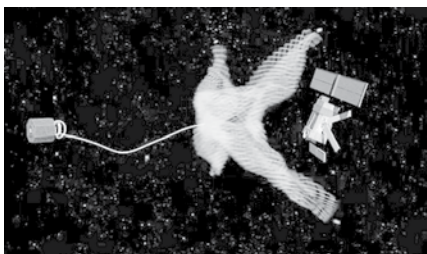
A Föld körül keringő mesterséges égitestek számában 30 év alatt bekövetkezett emelkedés szemléltetése az ESA honlapjáról

A probléma több szempontból is kiemelt figyelmet érdemel már napjainkban is. Egyrészt az immár működésképtelenné vált űreszközök egy része olyan magasságban kering bolygónk körül, ahol a légkör fékező hatása gyakorlatilag elhanyagolható, így ezek a törmelékek nem juthatnak le elég mélyre a sűrűbb légrétegekbe, hogy ott megsemmisülhessenek. Másrészt a modellek azt mutatják, hogy a már jelen levő törmelék-



A poláris pályán keringő műholdak „sűrűsége” (sötét foltok) 2055-ben az előrejelzések szerint. Balra a jelenlegi módszerekkel történő felbocsátások, jobbra az űrszemét minimalizálására törekvő új módszerek és a használaton kívüli eszközök megsemmisítése esetén

kek száma az egymás közötti ütközések során tovább emelkedik még akkor is, ha a jövőbeli ürtevékenység során teljes mértékben sikerülne kiküszöbölni a Föld űrbeli környezetének további szennyezését. Ennek érdekében a már bolygónk körül keringő törmelék mennyiségét csökkenteni kell. Ez a feladat technikailag igen nehéz – egy-egy célpontot további törmelékek létrehozása nélkül kell megsemmisíteni –, ugyanakkor költséges is, de elengedhetetlen a jövőbeli űrutas szemponjtájból. A már Föld körül keringő eszközök ártalmatlanná tételére több ötlet is létezik. Befoghatók lennének egy speciális műholddal, amely a befogás után saját hajtóművét felhasználva állna alacsonyabb pályára, biztosítva a hulladék légkörben való elégését. Veszélytelenebb megoldás lehet egy hatalmas háló kivetésével alsóbb pályára vontatni a célpontot, vagy éppen egy célpontra tapadó, majd óriási „esernyővé” kinyúló pajzs révén hatalmas mértékben megnövelve az igen ritka légkör fékező hatását, néhány éven belül szintén alacsonyabb légrétegekbe temetni az űreszközt.



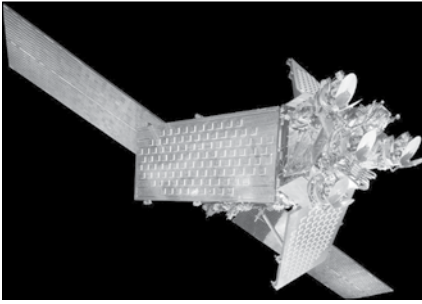
Használaton kívüli űreszköz befogása alacsonyabb pályára vontatáshoz (fantáziarajz)

A Föld körül számos olyan pálya létezik, amelyek „népszerűek” a felbocsátott műholdak körében. Természetesen ilyen a geostacionárius pálya, amelyen már most is számos használaton kívüli eszköz kering. A jóval alacsonyabb, poláris pályák azonban az ütközések szempontjából jóval veszélyesebbek: az itt keringő eszközök pályái éppen a sarkok felett metszhetik egymást, ugyanakkor az eltérő irányból érkező, de közelítőleg hasonló pálya menti sebességgel mozgó eszközök egymáshoz viszonyított relatív sebessége igen nagy lehet, ami megnöveli az ütközés során keletkező törmelékek számát. A szimulációk szerint pedig ezek a törmelékek hasonló, poláris pályákon keringenek tovább, az egyes törmelékek pályáját pedig a gravitációs hatások elforgatják, így lényegében az egész Földet körülölelő, keringő törmelékfelhő van már most is kialakulóban.

ESA News, 2013. április 25. – Molnár Péter

Veszélyben az égbolt?

„Az Iridium nevű nemzetközi vállalat összesen 72 távközlési műhold felbocsátását tervezi közel 780 km távolságban húzódó földközeli pályára. A telefon-összeköttetést biztosító holdak antennái sajnos igen jó fényvisszaverő képességűek. Ha egy Iridium-hold antennája a napfényt a Föld éjszakai oldalára vetíti, egy adott helyről az égen kb. 20 másodperces felvillanás látható. A felfénylés maximuma valahol a Vénusz és a telehold fényessége között lenne. Mivel 72 műholdról van szó, igen gyakori felvillanásokkal kell számolnunk. A műholdak pályájuk nagy részén folyamatosan tükröznek fényt a Föld éjszakai oldalának különböző pontjaira. A nagy számú, gyakori felvillanás nem csak az amatőr csillagászok, hanem a szakcsillagászok munkáját is zavarja. A közvetített rádióadások áradatától pedig a rádiócsillagászok tartanak. Bár elképzelhető, hogy a terv nem valósul meg, az utóbbi években egyre gyakrabban tűnik fel hasonló veszély a láthatáron. A környezetszennyezés fokozatosan a kozmoszra is kiterjed, és ha itt a Földön sem tudjuk megóvni természeti értékeinket, az égbolt védelmére sincs esély...”



Egy a felbocsátott Iridium-műholdak közül. Figyeljük meg a felvillanásokért felelős, a képen oldalirányban nyújtózkodó hatalmas felületeket!

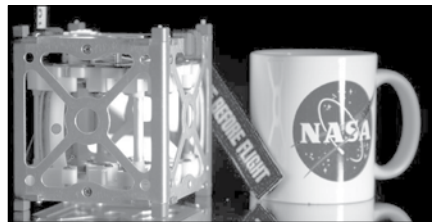
A 15 esztendővel ezelőtt még csak a tervezőasztalokon létező hálózat napjainkra megvalósult, a felvillanások pedig megszokott, mindennapi jelenséggé váltak. Az eredetileg 77 holdból álló (innen ered az Iridium-elnevezés, a 77-es rendszámú elem után) rendszer végül 72 szatellitából állóra módosult (66 aktív és 6 tartalék), és a kezdeti pénzügyi nehézségek után napjainkban is használatban van. Szerencsére a műholdhálózat nem zavarja olyan mértékben a megfigyeléseket, amiktől a másfél évtizeddel ezelőtti cikk tartott, inkább csak érdekességet jelentenek az amatőrcsillagászok számára, és egy újabb fajtáját a távcsöves bemutatókon felmerülő, és magyarázatra váró látogatói kérdéseknek a „titokzatos” éjszakai fényekkel kapcsolatban.

Az Iridium-vállalkozás sikerét jelzi, hogy tervezik bővítését (Iridium NEXT), amely szintén 66 aktív, valamint 6 keringő és 9 földi tartalékműholdból áll majd, melyek aktív tagjait 2015-ben kezdik felbocsátani. Érdekesség, hogy ezek a holdak is poláris pályán mozognak, azaz szintén az előző cikkünkben említett, különösen veszélyes zónának haladnak át minden egyes keringés alkalmával. Reméljük, hogy a jövőbeli felbocsátások során már a fenntartható űrku-tatásra vonatkozó irányelveket is figyelembe veszik a szakemberek.

*Meteor 1998/4 (New Scientist 1998/1/17),
Kereszturi Ákos, Molnár Péter*

Kérjük a mobilokat bekapcsolni!

Április végén három darab, okostelefonra épülő apró, költséghatékony műholdat állított pályára a NASA Antares típusú hordozórakétája. A „telefonműholdak” jelenleg is Föld körüli pályán keringenek, és minden valószínűség szerint kiérdemlik a „legolcsóbb műholdak” címet. A küldetés célja éppen ez volt: valódi űrbéli körülmények között tesztelni a mindenki számára elérhető okostelefonokat, amelyek egy nagy teljesítményű, ugyanakkor igen olcsó műholdtípus központi alkotóelemei lehetnek. Az eddig vett jelek alapján mind a három, okostelefonra épülő műhold megfelelően működik. A tervek szerint a műholdak legalább két hétig keringenek majd a Föld körül. A műholdak feladatai között szerepel többek között Földet ábrázoló fényképfelvételek készítése, illetve ezek visszaküldése. A felvett nagy felbontású képeket a tervek szerint kisebb szeletekre bontva sugározzák le, majd a földi állomások adatait összegyűjtve állítják össze a teljes képet.



Jól szemlélteti a „telefonműhold” méretét a mellé helyezett NASA-bögre

Az okostelefonok igen vonzó alternatívát jelenthetnek a kisméretű, költséghatékony, mégis számos különféle feladatok elvégezni képes műholdak gyártása terén, mind kereskedelmi, mind kutatási célokra. Ezekben az eszközökben számos olyan berendezés megtalálható már gyárilag beépítve, amelyekre egy műholdnak szüksége van: gyors processzorok, jól felhasználható és bővíthető operációs rendszerek, különféle kisméretű szenzorok, nagy felbontású kamerák, illetve GPS-vevők. Az eszközökhöz mindössze néhány kiegészítő berendezést kellett kap-

csolni: nagyobb teljesítményű rádióadókat az adatok leküldéséhez, illetve nagyobb teljesítményű, külső lítium-ion akkumulátorokat a hosszabb üzemidő elérése érdekében. (További információk a <http://www.phonesat.org/> címen találhatóak.) A NASA szakemberei a telefonokon kívül is törekedtek az összes költség minimális szinten tartására. A munka során elkészített műholdak költsége 3500 és 7000 dollár (mintegy 800 ezer és 1,6 millió forint) közé esett, ami műholdak tekintetében igen alacsonynak számít.

Science Daily, 2013. április 22. – Molnár Péter

Egy sziget a múltból

Sark, a La Manche csatorna-szigeteinek kis gyöngyszeme, mely szinte elbújik a Guernsey- és a Jersey-sziget közt, a normand Cotentin, más néven Cherbourg félsziget nyugati partjától körülbelül 40 km-re emelkedik ki a tengerből. Ez is, mint a többi, az angol korona alá tartozik, de autonóm terület. Az öt és fél km² területű kis szigetnek alig 600 lakosa van, ennek ellenére mind történelmével, mind épületeivel és természeti szépségeivel felhívta magára a figyelmet: egyre több turista látogat oda.

Történelme nem volt eseménydús, de abban különleges, hogy 2008-ig feudális viszonyok közt éltek lakói, és a földesurak fölött egy Seigneurnek vagy Dame de Sarknak titulált kormányzó uralkodott a Senioria nevű ódon kastélyban, örökletes címmel.

Sark újkori történelmének nevezetes eseményére nem vesztegetnék szót a Meteor hasábjain, ha nem éppen egy magfizikus nevéhez kötődne. André Gardes állástalan francia magfizikus 1990-ben azt az ambiciózus tervet eszelte ki, hogy félautomata fegyverével egymagában elfoglalja Sarkot. 1990 augusztusában partra szállt a szigeten, és korrekten emberként falragaszokon hirdette meg, hogy másnap délben végrehajtja az okkupációt. Szerencsére még délelőtt rátaláltak: egy padon ült, fegyverrel a kezében, és várta a delet. Hogy mi történt vele – netán átszállították egy francia elmeegógyintézetbe, vagy még mindig ott ül Sark csőszkunyhóhoz hasonló börtö-

nében, mely két cellájával a világ legkisebb börtöne – arról nem szól a fáma.



Sark-szigeti életképek: a traktor-húzza mentőautó (fent), és egy jellegzetes lovaskocsi (lent)

A népszokások is különlegesek: Sark lakói gondosan őrzik a múltat, mondhatjuk, mániákusan ragaszkodnak hozzá, és ez nemcsak a szép kis, többnyire terméskőből épült házakon, közvetlen utcákon látható, hanem abból is, hogy a modern ipari civilizáció egyes vívmányait mindmáig nem engedték be a szigetre. Nincs közvilágítás, autók, autóbuszok, motorbiciklik kitiltva, ezeket biciklik és lovaskocsik váltják fel, de a traktoroknak megkegyelmeztek. A mentőautójukat is és a nyitott oldalú kis turistabuszukat is traktor húzza. Ezért aztán – és ettől dobban meg a szívünk – a fényszennyezés nulla. Csodálatos, sötét égbolt borul rájuk, illetve mégsem sötét, mert tömérdek, jól látható csillag szikrázik odafent. Emiatt az IDA (International Dark-Sky Association, Tucson, Arizona) 2011-ben a világ legsötétebb égboltú szigetének nyilvánította Sarkot.

SzV