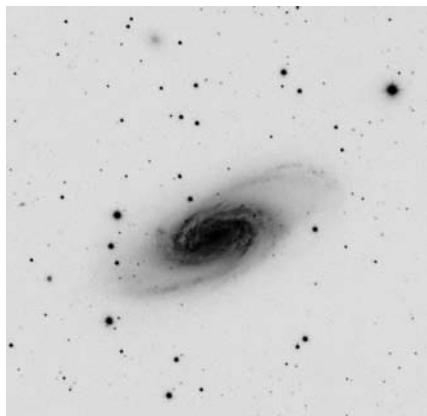


# Az NGC 2903 nyomában

2015. február 14-én az alkonyat után arra várva, hogy a távcsövem felvegye a környezet hőmérsékletét, a Rák csillagképben járó Jupiterben és holdjaiban gyönyörködtem. Mind a négy Galilei-hold látszott, szépen egyvonalban sorakoztak fel a látómezőben. Lassan beállt a teljes sötétség, és eljött az idő, hogy a távcsöveget egy kicsit arrébb mozdítsam térben és időben. A Jupiter azon az éjszakán 4,36 CSE-re, vagyis nagyjából 36 fényperc távolságra volt a Földtől. A távcsövemben így 36 perccel korábbi állapotát vehettem szemügyre. Új célpontom azonban az Oroszlán csillagkép fejeénél, sokkalta messzebb, 29 millió fényévi távolságban. Így a távcsövet bár alig mozdítottam arrébb, máris több tízmillió évet utaztam vissza az időben. Izgalmas dolog a csillagok világa.



Az NGC 2903 a szerző felvételén. 102/635 UMA-GPU APO Triplet, SkyWatcher HEQ-5 Pro mechanika SynScan vezérléssel, SXVR-H18 CCD kamera, Astronómik RGBL fotografikus szűrőszett, 39x480 s L, 10x480 s R, 10x480 s G, 10x480 s B

Az NGC 2903 küllős spirálgalaxis. Fényessége 8,1 magnitúdó (vizuális tartományban), míg mérete 12,6x6'. Ez az impo-

zans csillagváros 80 000 fényéves átmérőjével alig kisebb Tejútrendszerünkénél.

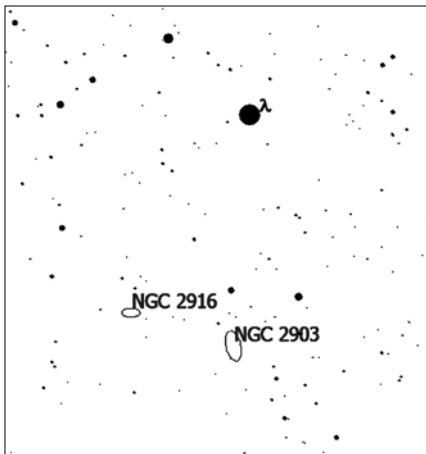
Szeretek megfigyelési programokat összeállítani. Nem kell komoly tudományos tevékenységre gondolni, csupán valami vezérelvet követve böngésem végig az eget, választom ki az egyes célpontokat. Ez a felvétel folytatása annak a sorozatnak, amit még az NGC 7331-gyel kezdtem el. Az NGC 2903 egy újabb tagja azoknak az objektumoknak, amelyek valamiért kimaradtak Messier katalógusából.

Charles Messier korának ismert üstökös-vadásza volt. Amint G.M. Cagliaris is rámutatott, és Messier eredeti észlelőnaplójából is kiderül, három üstökös is az NGC 2903 közelében haladt el az égen Messier pályafutása során. Hogyan lehetséges akkor, hogy egyszer sem vette észre a galaxist?

Az 1760-as év második üstököse február 11/12-én éjszaka 1°40'-re közelítette meg a csillagvárost. Azonban a fényes üstökös csóvája épp a galaxis irányában látszott, ami minden bizonnyal megnehezíthette vagy meggátolhatta észrevételét.

De mi a helyzet az 1762-ben és 1771-ben feltűnt csóvás égi vándorokkal, melyek szintén nem voltak különösebben messze az NGC 2903-tól? Alaposabban utánajárva kiderül, hogy Messier az 1762-es üstököst július első napjaiban látta utoljára az Oroszlán fejében, még elég messze a galaxistól. Utána már nem tudta megfigyelni. Ez az égtérület a kora nyári időszakban már nagyon alacsonyan, 10–20 fokon áll a sötétség beálltakor, így kizárt, hogy Messier észrevehette volna a galaxist.

Végül, bár az 1771-es kométa épp a galaxis mellett haladt el, Messier a közelítés idején kb. 10 napig nem végzett megfigyelést – valószínűleg a borult ég miatt. Mivel az együttállás június közepén történt, így az 1762-es üstökösnél leírtak itt is helytállóak, Messier nem láthatta a galaxist.

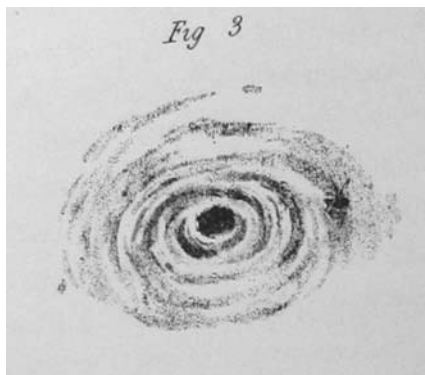


A  $\lambda$  Leonis és környezete: keresőtérkép az NGC 2903 megtalálásához

Messier azért állította össze katalógusát, hogy kiszűrje azokat a távcsőben látható, általa még nem igazán értett objektumokat, melyek zavarták őt az üstökösök felfedezésében. Nem egyet közülük több éjszakán keresztül is megfigyelt, hátha elmozdul, és így bebizonyosodik róla, hogy valójában üstökös. Ő tehát inkább a buktatókat látta ezekben az égitestekben, és ez inspirálta őt a katalógus összeállítására. Gyakorta azt is szemére vetik, hogy nem volt igazán alapos és módszeres a „kódok” megfigyelésében. Azonban Messier minden más területen nagyon precíz észleléseket végzett, így miért épp az általa felfedezett vagy katalogizált égitestek lettek volna kivételek? Tudjuk, hogy számos kódot évről évre többször szemügyre vett, méghozzá különféle távcsövekkel. Az elődei által felfedezett objektumok után addig kutatott kitartóan, akár évekig, míg létezésükről – vagy épp hiányukról – meg nem bizonyosodott.

Leírásai minden szempontból korrekt mélyég-megfigyelések, amelyek az objektum pozícióján túl tartalmazzák pl. azt, hogy csillagokra bontható-e az égitest. Messier – magyar nyelven soha meg nem jelent – észlelőnaplójából kiderül, hogy nagyon is érdeklődött a kódok iránt, olyan-

nyira, hogy követője, William Herschel is példaként tekintett munkájára. Az első, valóban szisztematikus távcsöves égbolt-felmérés épp Herschel nevéhez köthető. A megfigyelési helyéről látható teljes égboltot végigpásztázta, és eközben akadt rá 1784-ben az NGC 2903-as spirálgalaxisra, mely saját katalógusában a H I.56 jelölést kapta. Herschel a galaxison belül egyedi azonosítóval is ellátott egy fényesebb csomót. Kettős kódnek írta le ezt az objektumot. A H I.57, a New General Catalogue-ba (Új Általános Katalógus) is bekerült NGC 2905 elnevezéssel. Ez a fényes HII régió, Lord Rosse (William Parsons), több mint fél évszázaddal később készült rajzán is felismerhető.

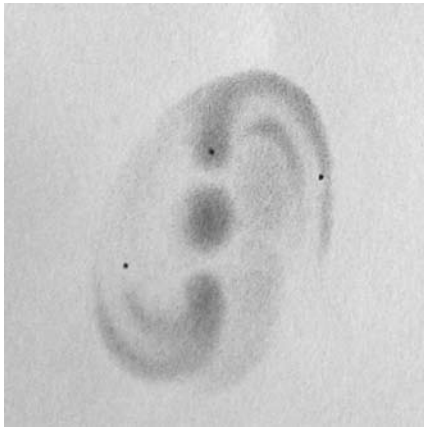


Lord Rosse az NGC 2903-ról készített rajzán is feltűnik a fényes HII terület, vagyis az NGC 2905

Lord Rosse ugyan örvényszerű kódként ábrázolja az NGC 2903-at, de én nehezen ismerem fel benne magát a galaxist. Bindon Stoney rajza, melyet szintén az 1800-as évek derekán készített, talán jobban visszatükrözi az okuláron keresztül látható főbb vonásokat.

Mielőtt nekiálltam a fotózásnak, én is megcsodáltam az okuláron keresztül. A csillag-környezet mintázata is annyira megragadott, hogy a kamerát is úgy állítottam be, hogy ez valahogy a képeken is megjelenhessen. Természetesen más hatást kelt egy kör alakú látómezőben a látvány, mint a kamerám szögletes keretében.

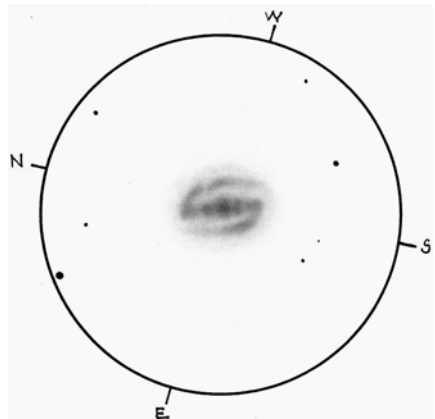
Viszonylag fényes galaxisról van szó, azonban nemcsak az optikai tartományban ragyog. Szinte „tűvölt” a rádió tartományban, de infravörösben, ultrabolyában és röntgentartományban is tekintélyes mennyiségű sugárzást bocsát ki. Hamarosan látni fogjuk, hogy a különböző hullámhosszakon végzett megfigyelések, hogyan tárták fel az NGC 2903 újabb, és újabb titkait.



Bindon Stoney rajza az NGC 2903-ról

A Hubble-űrtávcső 2000 galaxist magában foglaló felmérése, a Cosmic Evolution Survey (COSMOS) eredményei szerint a múltban kisebb volt a küllős galaxisok aránya a spirális galaxisok között. A mai Univerzumban a spirálgalaxisok körülbelül 70%-a mutat küllős szerkezetet, míg a régmúltban ez az arány mindössze 20% volt: 7 milliárd év alatt megháromszorozódott a számuk. Az is kiderült, hogy a galaxis tömege is fontos szerepet játszik abban, hogy mikor válik egy spirál küllőssé, vagyis mikor éri el a fejlettség/érettség eme szintjét. A nagytömegűek gyorsan legyártják csillagaikat, miközben felélik intersztelláris gázkészletük jelentős részét. A rövidéletű forró kék csillagok eltűnésével, az újabb populációk utánpótlásának hiányában, idős, vörös csillagokat tartalmazó korongokká válnak az űrben. A kisebb tömegű galaxisok azonban nem fejlődnek olyan gyorsan. Náluk később alakul ki a küllős struktúra. A csilla-

gázok ma úgy vélik, hogy a küllős szerkezet létrejött a spirálgalaxisok fejlődésének egyik állomása.



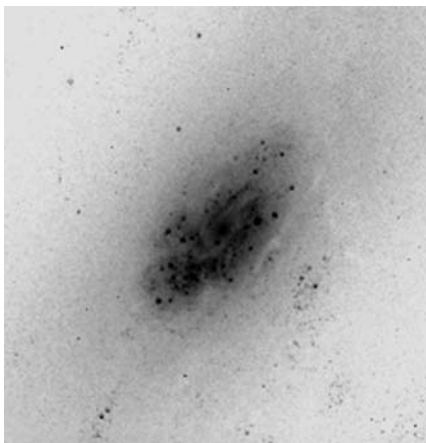
Szél Kristóf rajza az NGC 2903-ról. 15 T, 200x, LM=18'

A masszív és hatalmas küllő gravitációs hatásának köszönhetően a gáz összegyűlik és összenyomódik az NGC 2903 bizonyos pontjain, így indukálva intenzív csillagkeletkezést. A küllő mentén és környékén aktív csillagkeletkezés zajlik. Még az én, viszonylag kis távcsővel készült felvételemen is láthatóak aktív csillagkeletkezési régiók, illetve fiatal fényes csillaghalmazok a karokban és a küllő közelében. Igaz, csak apró pöttyök, vagy elmosódott apró foltok gyanánt. Van azonban még ezeknél is sokkal aktívabb terület a galaxisban, az én felvételemen azonban ez már vehető észre.

A küllő a mag irányába is nagy mennyiségű gázt és port juttat el, így ott számtalan fényes csillag ragyogott fel az elmúlt néhány millió évben. A közeli infravörös tartományban elvégzett vizsgálatok tanulsága szerint a heves csillagkeletkezés a magot körbevevő 2000 fényév átmérőjű gyűrűben éri el a csúcspontját. Ez a struktúra egyáltalán nem egyedül, és nemcsak az NGC 2903-ra jellemző. A küllős spirálgalaxisok számottevő része mutat mag körüli gyűrűvel (nuclear ring), melyben aktív csillagkeletkezés zajlik.

Az NGC 2903 esetében a gyűrűben található fiatal csillagok jelentős része egy viszony-

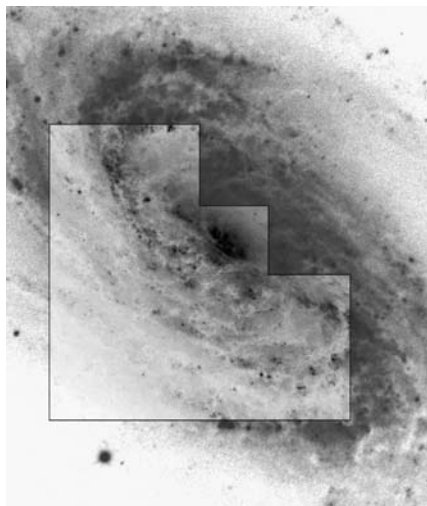
lag rövid, 4–7 millió éves időintervallumban született. Szinte robbanásszerű volt a folyamat, koruk mindössze 6,5–9,5 millió év. Ezen fiatal csillagok populációja a mag körüli 2000 fényéves régió tömegének számottevő, 7–12%-os részét teszi ki. A csillagok hatalmas halmazokat alkotnak, melyek tömege több tízezer naptömeg. A mag körüli gyűrű fontos építőkövei a nagyszámban előforduló fényes HII régiók (ionizált hidrogént tartalmazó csillagközi gázfelhők), melyekben valószínűleg hamarosan újabb csillaggenerációk születnek majd. Ezeket a környező fényes, fiatal, kék csillagok által kibocsátott nagyenergiájú fotonok gerjesztik, ionizálják. A HII területek luminozitása összemérhető a Nagy Magellán-felhőben található Tarantula-kód 30 Dorado körüli tartományaival.



A Hubble-űrtávcső közeli infravörös tartományban készült felvételén jól látszik a mag körüli gyűrű; megfigyelhetőek a fiatal csillaghalmazok, és az ionizált hidrogént tartalmazó (HII) területek (ESA/NASA/William Sparks, Space Telescope Science Institute)

Mégis, mekkora ütemben gyártja a csillagokat ez a galaxis? A válasz nagyban függ attól, hogy milyen módszereket, illetve összefüggéseket (modelleket) használtak fel a csillagászok kutatásaik során. A csillagkeletkezési ütem egyszerűen meghatározható a HII területek luminozitásából. Ebben az esetben 2,2 naptömeg/év értéket kaptak a kutatók az egész galaxisra. Összehasonlításként a

Tejútrendszerben nagyjából 1 naptömeg/év ez az érték. Másrészt a távoli infravörös luminozitás (LFIR) és a csillagkeletkezési ráta is összefügg, ez alapján 5,7 naptömeg/év lett az eredmény. Ennek a másodikként említett vizsgálatnak egyik érdekes rész-eredménye, hogy egyedül a mag körüli régió 2,6 naptömeg/évet képvisel. Ez igen kiugró érték, ha a gyűrű 2000 fényéves átmérőjének és a galaxis 80 000 fényéves átmérőjének arányait nézzük. Végül a galaxis röntgentartománybeli luminozitásából is meghatározható az ütem nagysága, így 1,4–2 naptömeg/évet kaptak eredményül. Bár a három különböző módszert alkalmazva végül más-más értéket kaptak a csillagászok, az látszik, hogy az NGC 2309-ban a csillagkeletkezés üteme túlszárnyalja a Tejútrendszerünkét. A mag környéke pedig a galaxis egészéhez viszonyítva kiemelkedően aktív ebből a szempontból.



Aktív csillagkeletkezési régiók az NGC 2903-ban a Hubble-űrtávcső felvételén (ESA/NASA/William Sparks, Space Telescope Science Institute)

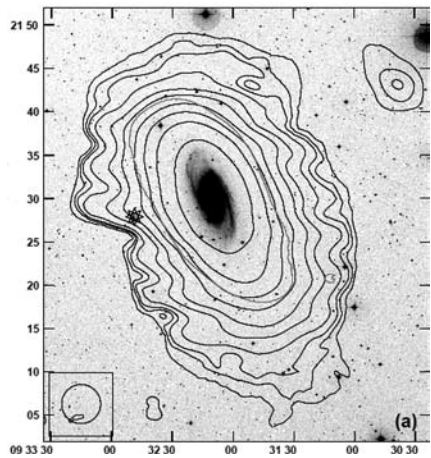
A heves csillagkeletkezés a röntgentartományban is otthagya nyomát a galaxison. Az NGC 2903-at forró gázokból álló, úgynevezett röntgenes haló (X-ray halo) veszi körül, mely tipikus jellemzője a magjukban heves csillagkeletkezést produkáló galaxisoknak. De

hogyan jönnek létre ezek a több kiloparszek méretű kiáramlások?

Az egyik mozgatórugó az intenzív csillagkeletkezésben születő fényes, forró és nagytömegű csillagok erős csillagszele, mely hatalmas intenzitással fújja ki az anyagot a csillag környezetéből. A másik hatás éppen az ilyen nagytömegű és éppen ezért gyorsan fejlődő csillagok tragikus halálát jelentő szupernóva-robbanásoknak köszönhető. Ezek a hatalmas erejű robbanások szintén hozzájárulnak az anyag kilöködéséhez, továbbá felhevítik a csillagközi anyagot. A gáz hőmérséklete eléri a 107–108 K-t, így sugározni kezd a röntgentartományban. A kiáramlás iránya jellemzően merőleges a korongra, sebessége pedig az 1000 km/s nagyságrendbe esik. Az NGC 2903-hoz hasonló, azonban élével felénk forduló galaxisok megfigyeléséből tudják a csillagászok, hogy ezek a kiáramlások bipoláris szerkezetűek. Az NGC 2903 esetében azonban csak az egyik oldalon sikerült megfigyelni ilyen struktúrát. A probléma csak látszólagos, ugyanis az NGC 2903-at nem az éléről látjuk. A velünk ellentétes oldalon keletkező sugárzásnak a teljes galaxisokorongon kellene keresztütlutaznia, hogy hozzánk eljusson. Ahogy a gáz távolodik a csillagváros síkjától, lehűl, így a röntgensugárzás is lágyabbá válik. Ezt pedig a galaxis korongja blokkolja.

Van azonban más is, ami az optikai tartományban készült felvételeken rejtve marad. A csillagászokat nagy meglepetés érte, amikor a 21 cm-es hullámhosszon rádiótávcsővel feltérképezték az NGC 2903 HI régióit, vagyis a főleg atomos hidrogént tartalmazó gázfelhőit.

Judith A. Irwin és kollégái az arecibói rádiótávcsővel végzett megfigyelésekből kiderítették, hogy az NGC 2903 az optikai tartományban megfigyelhető méreteinél háromszor nagyobb kiterjedésű atomos hidrogénfelhőbe burkolódik. Ez a felhő elnyúlik egészen az UGC 5086 (PGC 027115) kísérőgalaxisig. (A 16,3 magnitúdós UGC 5086 halvány, szinte tökéletesen kör alakú foltja az én felvételemen is látható, az NGC 2903 közelében. Az



Az NGC 2903 rádiótérképe a 21 cm-es hullámhosszon.

Látható, hogy a galaxis optikai méretét nagyjából háromszorosan meghaladó hatalmas atomos hidrogénfelhő veszi körül. A csillag az UGC 5086 kísérő galaxist jelöli. A jobb felső sarokban az N2903-HI-1 rádiókонтúrja fedezhető fel, mely az NGC2903 halójával utközve folyamatosan veszít a gázkészleteiből (Judith A. Irwin és mtsai)

UGC 5086 törpegalaxis a megfigyelések alapján nem tartalmaz detektálható mennyiségű atomos hidrogént. Ennek a legvalószínűbb oka az, hogy túl közel van az NGC 2903-hoz.

A Lokális Csoportban található törpegalaxisok vizsgálata során a csillagászok észrevettek egy érdekes összefüggést. Amennyiben egy törpegalaxis bizonyos távolságnál közelebb van egy nagyobb galaxishoz, akkor nem tartalmaz gázt, és nem folyik benne csillagkeletkezés, míg ezen a távolságon túl egyértelműen detektálhatóak bennük HI régiók. A „vízvázalztó” nagyjából 270 kpc a Tejútrendszerünkhez hasonló galaxisok esetén. Ez a szabályszerűség nemcsak saját galaxisunk körül figyelhető meg a Lokális Csoportban, de az M31 esetében is. A pontosság kedvéért meg kell jegyeznem, hogy bár a legtöbb törpegalaxisra igaz ez, de természetesen pár renitens mindig akad. A tapasztalt jelenség oka az, hogy a nagy spirálgalaxisokat kiterjedt haló veszi körül, amely gázt is tartalmaz. Ha egy törpegalaxis megfelelő közelségbe kerül, akkor beleütközik ebbe a gázba, és a fellépő torlónyo-

másnak köszönhetően elveszíti a csillagközi anyagát (Ram Pressure Stripping), hasonlóan ahhoz, ahogy a menetszél kerékpározás közben lefújja az ember fejéről a sapkát. Az NGC 2903 HI környezetének megfigyelése közben a Lokális Csoporton kívül is sikerült tetten érni ezt a jelenséget. Judith A. Irwin és csapata talált egy új HI régiót az NGC 2903-on kívül, mely a kutatóktól a N2903-HI-1 jelölést kapta. Később az optikai tartományban ezt a rádióorrást az SDSS J093039.96+214324.7 törpegalaxisal azonosították, melyről megállapították, hogy ez is az NGC 2903 egyik kísérőgalaxisa. A N2903-HI-1 külön érdekessége, hogy üstököszerű struktúrát mutat a 21 cm-es hullámhosszon, vagyis éppen azt figyelhetjük meg, ahogy az NGC 2903 halójával ütközik. A torlonyomás „kifújja” a gázt a kis galaxisból. Miközben az NGC 2903 újabb csillagpopulációkhoz gyűjt készleteket, a csillagközi anyagától megfosztott törpegalaxisokban leáll a csillagok kelet-

kezése. Igen valószínű, hogy ez a sors vár az SDSS J093039.96+214324.7 galaxisra is.

Herschel hitt abban, hogy az általa ködöknek nevezett objektumok (a planetáris ködöket leszámítva) csillagokra bonthatóak. Mindez csak a távcső teljesítőképességének a kérdése. Nos, ha a ködjei esetében nem is lett teljesen igaz, az kétségtelen, hogy a mai műszerekkel képesek vagyunk sokkal „mélyebben” belelátni a kozmoszba, és mindezt az elektromágneses sugárzás különböző tartományában. A csillagászok az elmúlt több mint 200 évben messzire jutottak attól az éjszakától, amikor Herschel felfedezte az NGC 2903-at. A motiváció azonban mit sem változott ez idő alatt: megismerni, megérteni a környező világot. Végére is ebben élünk.

Köszönöm Sánta Gábornak a Messier üstökös-megfigyeléseivel kapcsolatos lektori munkáját.

*Tóth Krisztián*

## Azstrofotók a Spitzbergákról

A március 20-i napfogyatkozás során több fotót is készítettem. A képmellékletben bemutatott **totalitás-fotó** két felvétél felhasználásával született, melyek pillanatokkal a totalitás vége előtt készültek, 200-as teleobjektívvel (Canon EOS 5D Mark II + Canon EF 200/2,8 L, 2x1/150 s, f/6,3, ISO 2000).

A **hónap asztrofotója** a teljes részleges fázis alatt készült, 5 perces időközönként az analommafotómnál kikísérletezett és jól begyakorolt módon: mindig két felvétel készült fotóállványra helyezett kamerával. Az első képen Baader AstroSolar fóliát helyeztem az objektív frontlencséje elé, így láthatóvá vált a Nap korongja. A második felvételnél a fóliát elvettem az objektív elől, és változatlan beállításokkal a kamera elmozdítása nélkül exponáltam, aminek az eredménye egy teljesen beégett kép ahol azért látszik a hegyek/dombok körvonala. A két képet egymásra illesztve meghatározható, hogy a körvonalakhoz képest pontosan hol helyezkedik el a Nap. A kivágott napkorongokat pedig egy, a totalitás

második percében készült képre illesztettem rá. (Az előtér-kép adatai: Canon EOS 5D Mark II + Samyang EF 24/1,4, 1/25 s, ISO 125)

Hasonló módon készült a **címlapon látható felvétel**. Napkeltétől napnyugtáig 15 percenként két képet készítettem halszemobjektívvel, az egyiket Baader AstroSolar fóliával, míg a másikat fólia nélkül. Az előtér a totalitás első percében négy darab, a teljes eget lefedő halszemes kép felhasználásával készült, amire „kiterítve” ráilleszthettem a napkorongokat, végül az egészet „feltekerem” egy Little Planet-effekttel.

Sokan reménykedtek benne, mégsem sikerült senkinek megpillantani/megörököteni a teljesség alatt a sarki fényt, amely később, aznap este csodálatos tűzijátékot produkált. Legelőször 15 másodperces expozícióval próbálkoztam, ami teljesen beégett majd gyorsan lecsavartam egy másodperc alá, így már elfogadható lett a **képmellékletben** bemutatott végeredmény. Az előtér-kép adatai: Canon EOS 5D Mark II + Samyang EF 8/3,5, 4x1/13 s, f/5,6, ISO 1250.

*Soponyai György*